

# FORESTERIE ET CHANGEMENT CLIMATIQUE.

**Jean-Jacques Dubois**

**Groupe d'Histoire des Forêts Françaises**

Mon propos n'a bien sûr pas l'ambition de parvenir à la moindre synthèse sur le vaste sujet « Agriculture et climat » qui comprend la forêt. Je ne traiterai pas le thème de l'agroforesterie, qui est pourtant une des principales pistes, sinon la plus importante, pour essayer de tracer de nouveaux chemins sur les modes de gestion et les débouchés de la forêt en relation avec le climat. Même en se limitant aux forêts françaises, la gageure est inatteignable.

Il faut plutôt voir mon intervention comme la réaction d'un adepte de la biogéographie historique face au débat entre foresterie et climat dans l'Europe du Sud (dont fait partie toute la France pour ses caractéristiques forestières). Ma thèse de Doctorat d'État, soutenue en 1989, a porté sur les espaces et les milieux forestiers dans le Nord de la France<sup>1</sup>. Elle a montré que depuis le Moyen Age le maintien de certains grands massifs aujourd'hui domaniaux comme la forêt de Mormal dépendait d'abord de facteurs géopolitiques et que les « itinéraires sylvicoles » étaient eux-mêmes subordonnés à cette fonction stratégique, où il convenait d'englober la chasse et l'élevage de cheptels importants. Pour cette raison, l'extension des « vides » dans la forêt de Mormal était considérable jusqu'au début du XIX<sup>ème</sup> siècle<sup>2</sup>. Et depuis les guerres du règne de Louis XIV, la succession des conflits armés dans le Nord de la France, en particulier la première guerre mondiale, a été le facteur principal expliquant la dynamique fluctuante entre le chêne pédonculé et le hêtre. Le domaine forestier où nous avons pu noter une influence certaine des changements climatiques concerne les forêts sublittorales du Boulonnais, où les relations entre hêtre, chêne pédonculé et frêne ont dépendu jusqu'au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle d'un modèle forestier liée à l'existence de « lisières d'abri » occupées par le hêtre. Ce modèle est en relation avec une détérioration des conditions climatiques très sensible pendant toute la durée du « petit Age glaciaire » et avec la violence des tempêtes, soulignée par l'avancée de massifs dunaires qui ensevelirent la forêt d'Hardelot<sup>3</sup>.

Nous ne rentrerons pas dans une querelle de termes, la Foresterie que G. Plaisance définit simplement : « connaissance de la forêt et art de gérer les forêts » a un sens plus étendu que la Sylviculture. Mais nous reprenons la définition du terme de « sylviculture » retenue dans le Dictionnaire de biogéographie végétale » publié par le CNRS<sup>4</sup> : « mise en valeur des peuplements forestiers ». Cette mise en valeur renvoie à toutes les fonctions de la forêt, production de bois et d'autres denrées y compris non ligneuses, chasse, fonction de protection du milieu et de la biodiversité, fonction récréative et sociale... Nous nous référons également à la définition du Dictionnaire des Forêts (G.Plaisance, 1930) : « science des phénomènes de croissance de la forêt, écologie et interaction des arbres ». Cela justifie la prise en compte des « vieilles forêts » comme certaines réserves biologiques domaniales établies dans des forêts à la fois anciennes et subnaturelles<sup>5</sup>.

---

1 DUBOIS Jean-Jacques, Espaces et milieux forestiers dans le Nord de la France. Etude de biogéographie historique, Thèse de Doctorat d'État, Université de Paris I, 1989, 2 volumes, 1023 p.

2 DELCOURTE-DEBARRE Marie, les pratiques intraforestières en Avesnois au cours des XIV<sup>e</sup>-XVII<sup>e</sup> siècles, Revue Forestière Française, Forêts anciennes 4-5 2017, p. 485-496.

3 DUBOIS Jean-Jacques et VERGNE Virginie, Table-ronde de la commission de biogéographie du CNG, Livret-guide, 17-18 mars 2000, fasc. 3, 30 p.

4 DA LAGE Antoine et METAILIE Georges, Dictionnaire de biogéographie végétale, CNRS Editions, 2000, 579 p.

5 DUBOIS Jean-Jacques, HOTYAT Micheline et COURTOIS Nicolas, Les réserves biologiques en France : de la dynamique dirigée à la dynamique spontanée, in La nature -a-t-elle encore une place dans les milieux géographiques, sous la direction de Paul Arnould et Eric Glon, Publications de la Sorbonne, 2005, p. 45-67.

La biodiversité est un néologisme à la mode surtout depuis le début des années 1990. Patrick Blandin note qu'il s'est substitué au concept de nature et que l'évaluation de la biodiversité comporte le risque de sa traduction en termes monétaires<sup>6</sup>. L'objectif des mouvements de protection de la nature est d'obtenir que des écosystèmes ou des paysages forestiers soient désignés comme des biens communs pris en charge par la collectivité. Mais cet objectif peut entrer en conflit avec celui des gestionnaires de la forêt fondé d'abord sur la conservation des ressources, en commençant par celles que fournit le sol forestier (en particulier le stockage du carbone). La mise en œuvre d'une gestion intensive des peuplements reposant sur une base génétique étroite, des intrants et une courte révolution est justement critiquée parce qu'elle appauvrit fortement la diversité génétique, spécifique, écosystémique.

Dans la partie nord de l'Europe (pays scandinaves, pays baltes), le compromis entre production et protection fait cohabiter des plantations monospécifiques vouées à la production de bois et des milieux sauvages où l'éthique de la biosphère repose sur une vision contemplative de la nature. Dans la partie sud de l'Europe, bien souvent l'enjeu de la protection impose un compromis entre production et protection à l'échelle locale d'un massif de petite taille. Ce compromis s'exprime dans le choix confirmé jusqu'à nos jours, malgré diverses fluctuations dans les doctrines, de la multifonctionnalité des forêts<sup>7</sup>. En Europe du Nord, la spécialisation des territoires forestiers est une réponse aux problèmes de compétitivité internationale. En France, existent aussi des plantations monospécifiques (environ 4,5 millions d'hectares sur 16,8 millions), surtout en pin maritime, Douglas et peupliers. Mais depuis le rapport Jouvenel en 1978 et le rapport Bianco en 1998, s'affirme une tendance en faveur de la gestion durable de la forêt qui renvoie aux critères d'Helsinki (1993). La loi de juillet 2001 intervient dans un contexte difficile pour la filière-bois après les ouragans Lothar et Martin de décembre 1999, mais confirme le credo en faveur d'une gestion multifonctionnelle à l'échelle locale malgré certaines tensions persistantes entre l'impératif de la production et la fonction environnementale de la forêt. Dans ce « nouvel affichage » de la politique forestière française, les demandes sociétales, depuis longtemps prises en compte dans les faits pour nombre de massifs gérés par l'ONF, sont enfin reconnues officiellement. Et surtout les forestiers s'écartent nettement du productivisme sylvicole qui correspondait dans les années soixante à la création de l'Office National des Forêts un an après celle des Centres Régionaux de la Propriété Forestière<sup>8</sup>. Même les propriétaires privés se sentent concernés, puisque les deux tiers de ceux possédant plus de 4 hectares s'en remettent désormais à la nature pour reconstituer les peuplements. Mais ce qui apparaît dans bien des paysages forestiers, comme dans les monts du Beaujolais, est un « manteau de léopard » où l'on se contente de localiser les parcelles consacrées à des investissements productifs compatibles avec une gestion durable de la forêt. Cela n'évite pas la dérive n'assumant pas toutes les externalités négatives de la production forestière, malgré le lien établi entre la gestion des forêts et le développement des territoires. Si la loi d'octobre 2014 a mis en œuvre le concept d'agro-écologie pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt, « elle semble distinguer le cadre d'une gestion durable de la protection... des forêts des autres points qui, en réalité, ne devraient être que des éléments de cette durabilité... »<sup>9</sup>. Ainsi la spécialisation de certaines forêts via les enrésinements s'est poursuivie durant toute la période malgré un fort recul des plantations depuis les années 2000. Le Fonds Forestier National a été justement décrié à cause des enrésinements massifs de certaines régions. Depuis son abandon, on peut suivre l'évolution des enrésinements à partir de l'enquête IRSTEA sur la vente des plants forestiers. On passe de 85 millions en 1992 à moins de 35 en 2000, on remonte à 70 millions en 2012. Cela s'explique par les plantations de pin maritime au lendemain des tempêtes de 1999 et 2009, où le changement

---

6 BLANDIN Patrick, L'adaptabilité durable, une nouvelle éthique, Vraiment durable, 2012-1, p. 13-32.

7 Nous reprenons un certain nombre des idées fondamentales formulées par Christian Barthod : « la multifonctionnalité des forêts, entre discours et pratiques, illusion ou réalité à assumer ? Revue Forestière Française, 2015-4, p. 293-319.

8 PERRON Daniel, La forêt française. Une histoire politique, Editions de l'Aube, 2021, 428 p.

9 PERRON Daniel, *op. cit.*, p. 405

climatique est mis en cause. Les autres essences sont en régression, l'épicéa et le Douglas, mais aussi le chêne pédonculé et le hêtre. D'un autre côté, les forestiers dénoncent à juste titre la sous-utilisation de la forêt feuillue avec un taux de prélèvement par rapport à la ressource biologique inférieur à 50 %.

On voit donc la difficulté de faire cohabiter en France deux conceptions de l'usage des forêts : des forêts à usage spécialisée et la multifonctionnalité. L'agroforesterie qui repose sur des fonctions multiples associées à l'échelle de la parcelle demeure marginale, à quelques exceptions près<sup>10</sup>. Parvenir à un compromis suppose davantage qu'une campagne didactique. Comme le souligne Christian Barthod, pour chaque groupe de fonctions, économique, écologique, sociale existe une échelle pertinente. Les choix sylvicoles sont des compromis établis à l'échelle de l'unité de gestion mais en tenant compte des échelles où joue la multifonctionnalité.

La difficulté se corse encore davantage maintenant qu'à l'échelle de la station le fait climatique n'est plus une variable relativement stable. Les forestiers se sont penchés en priorité sur l'autécologie des essences et leur réponse en fonction des scénarios climatiques. Ce qui paraît logique pour des futaies régulières souvent mono ou pauci-spécifiques. La futaie régulière répond à la primauté de la production, mais son mode de traitement a le plus souvent cherché à sauvegarder le sol forestier et même la biodiversité, y compris dans les sapinières vosgiennes. Comment envisager cette gageure, compte-tenu des incertitudes pesant autant sur les scénarios climatiques (du moins à l'échelle régionale et locale) que sur les scénarios économiques ? Comment l'envisager avec le choix tantôt d'une mosaïque de parcelles monofonctionnelles ciblées sur la production mais répartissant les risques ou au contraire de parcelles multifonctionnelles en futaie jardinée ? Peut-on hiérarchiser les enjeux en respectant un cahier des charges minimal pour préserver la biodiversité : structure et fertilité des sols, noyaux de biodiversité, ripisylves, milieux ouverts et zones humides en forêt, limitation de la taille des coupes rases ?

---

10 DUBOIS Jean-Jacques, L'évolution des systèmes agroforestiers en France. Leur rôle en agroécologie, in Pollution atmosphérique. Climat, Santé, Société, numéro spécial 2016, p.163-176.

## La forêt française en chiffres (métropole).

16,8 millions d'hectares (31 % du territoire) dont 12, 2 pour la forêt privée (75%) et 4,6 pour la forêt publique (25 %, dont 9 % pour les forêts domaniales)

**Une forêt majoritairement feuillue (2/3)** où beaucoup de résineux (1/3 ) ont été plantés entre 1950 et 1990 grâce au Fonds Forestier National.

Surface des principales essences (forêt privée, forêt publique)

	Forêt privée (en%)	Forêt publique (en%)	Surface (millions d'ha)
Chêne pédonculé	83	17	2,1
Chêne sessile	62	38	1,6
Hêtre	46	54	1,4
Frêne	88	12	0,6
Charme	56	44	0,5
Châtaignier	98	2	0,7
Peuplier	100		0,3
Pin maritime	88	12	1,1
Pin sylvestre	75	25	0,9
Sapin pectiné	42	58	0,6
Epicéa	61	39	0,6
Douglas	84	16	0,4

### Une forêt très morcelée.

La forêt publique dépend d'une gestion unique assurée par l'ONF, mais est divisée en 1300 forêts domaniales et 15 000 forêts des collectivités territoriales.

La forêt privée compte plus de trois millions de propriétaires. Mais 380 000 possédant plus de 4 ha regroupent les 3/4 de la surface...

Si toutes les forêts publiques sont soumises à un document de gestion durable, la proportion ne dépasse pas un tiers dans la forêt privée..

### Une forêt perçue comme naturelle, surtout la forêt publique.

30 % de la forêt publique est en zone Natura 2000. La perception dominante de la forêt comme un lieu d'immersion dans la nature se traduit par 700 millions de visites par an, chiffre considérable.

**Une forêt sous-exploitée** : le prélèvement de bois correspond à 75 % de l'accroissement biologique en forêt domaniale, 63 % dans les forêts des collectivités publiques et seulement 46, 5 % dans les forêts privées. Cela tient au fait que beaucoup de micropropriétés privées sont abandonnées.

**Une forêt qui s'étend en surface et en volume** (du moins jusqu'aux toutes dernières années marquées par de nombreux aléas) : gain de 2,7 millions d'hectares depuis trente ans et de 50 % en volume de bois. **De ce fait, la forêt française est un puits de carbone efficace.** Les dernières données (2015) sont en augmentation par rapport aux premières estimations des années 2000 : la forêt française stockerait de 12 à 20 % des émissions annuelles de GES (soit 87 millions de tonnes de CO2).

Mais le carbone non émis grâce à l'utilisation du bois matériau et du bois énergie est presque trois fois moindre : autour de 30 millions de tonnes de CO2, soit 6 % des émissions annuelles de GES.

Rappelons quelques équivalences : un mètre cube de produit bois équivaut à une tonne de CO2 stocké, une tonne de bois matériau économise 1,6 tonne en CO2 émis et une tonne de bois énergie économise 0, 5 tonne. La filière-bois en France correspond à de nombreux emplois (440 000), mais la faiblesse relative de l'aval (industries de seconde transformation) explique la modestie dans la part de PIB (à peine 3%).

Sources : Julie Thomas, les chiffres clés de la forêt privée, Forêt Entreprise, n° 220, janvier 2015, p. 42-45. et portail ONF.

## **Foresterie et changement climatique, évolution des enjeux.**

Notre propos concerne l'évolution des enjeux du changement climatique dans le cadre de la sylviculture des forêts françaises en métropole (1980 – 2020)<sup>11</sup>.

### **- Avant 1995 : un épisode hors champ du changement climatique, les pluies acides.**

Ces dernières années 2019-2020 les sapins rougis des Vosges et condamnés à la mort ont réactivé les craintes des forestiers du Haut Rhin, redoutant à nouveau une hécatombe, comme ce fut déjà le cas dans les années 1980. L'Allemagne connut alors une véritable psychose en découvrant que nombre de ses forêts comportaient un très grand nombre d'arbres dépérissants. Or le cataclysme annoncé ne s'est pas produit, même si certains territoires forestiers en Europe centrale furent ravagés par la pollution au soufre. On a donc retenu l'épisode comme un exemple de catastrophisme démenti par les faits.

Il est cependant intéressant de tirer les leçons des conclusions formulées par les chercheurs et reprises par les gestionnaires de la forêt publique à la fin des années 1980. M. Bonneau en 1989<sup>12</sup> explique le dépérissement de certaines forêts françaises, notamment celui des sapinières vosgiennes, par la conjonction de trois facteurs : un facteur « déclenchant », la succession de sécheresses occasionnelles, un facteur « prédisposant » la pauvreté chimique des sols et un facteur « aggravant », la pollution atmosphérique. Le rôle de cette dernière est minorée. Or, comme la catastrophe annoncée de dégradation rapide des écosystèmes forestiers par les « pluies acides » ne s'est pas produite, tout le monde relativise le discours de la communauté scientifique. D'où un scepticisme forestier vis à vis de tout nouveau catastrophisme comme un réchauffement accéléré du climat par les rejets de GES dus aux activités humaines, qui condamnerait la survie des forêts de la planète. La vision du climat qui l'emporte parmi les forestiers est qu'il s'agit d'une variable relativement stable sur le long terme, que les sécheresses sont des accidents climatiques auxquels les forêts ont toujours répondu et qu'il est possible d'atténuer en modifiant les itinéraires sylvicoles.

1988, c'est pourtant le moment de la création du GIEC et l'entrée du changement climatique dans le champ politique.

### **- 1995-2007 : une mise à l'agenda du changement climatique par petites touches**

Il reste que le phénomène des « pluies acides » a quand même contribué, au début des années quatre vingt dix, à la création de plusieurs outils de suivi des milieux forestiers sur de longues périodes : d'abord un réseau 16 x 16 km, homogénéisé à l'échelle de L'Europe dans le cadre des programmes PIC et DEFORPA, piloté par le Département Santé des Forêts, ensuite l'émergence du réseau RENECOFOR, dont la centaine de placettes doit permettre sur trente ans de suivre la variation fine des facteurs d'environnement et la réaction des écosystèmes forestiers.

Dès cette époque naît un double questionnement : face au changement climatique la forêt est à la fois une victime et un remède. Le premier volet est tourné vers une meilleure connaissance de l'écosystème forestier. Le climat est le déterminant majeur, il change vite, l'environnement de la croissance des arbres est bouleversé. Quel sera la réponse des arbres toujours en interaction avec

---

11 Pour traiter cette partie rétrospective, nous avons emprunté largement aux contributions formulées dans la quatrième session du Groupe d'Histoire des forêts Françaises, « le temps des territoires » qui s'est tenue les 14 et 15 septembre 2017 dans le Haut Languedoc sur le thème « les forestiers face aux changements climatiques ».. Cahier du GHFF Forêt Environnement et société, n° 28, 2018, p. 164-225.

12 BONNEAU M. Que sait-on maintenant des causes du dépérissement des forêts, Revue Forestière Française, 1989, n° 5, p. 367-386.

d'autres facteurs : le sol, sa réserve utile, sa chimie, les facteurs biotiques, la pollution et les apports de nutriments, les espèces invasives, les insectes ravageurs et les pathogènes ? Les régimes sylvicoles sont évidemment aussi questionnés, même si les placettes du réseau RENECOFOR ne concernent que des conditions stationnelles moyennes et que des peuplements exploités, mais pas des plantations soumises à différentes formes de ligniculture. Les peuplements sans sylviculture ne sont pas concernés, mais des programmes scientifiques concerneront ultérieurement les réserves biologiques domaniales. Le GIP ECOFOR est créé en 1993 et en 1997 Landmann définit la problématique des impacts des changements climatiques (noter le pluriel) sur la gestion forestière dans une revue tournée vers un public beaucoup plus large que le monde forestier<sup>13</sup>.

Mais la forêt est aussi un remède face au changement climatique. Certes, les préoccupations des forestiers vis à vis du changement climatique se sont d'abord portées sur l'accroissement des risques, notamment pour la forêt méditerranéenne en première ligne (incendies et ravages des insectes). Cela s'est cumulé avec les risques induits par la forêt envahissante sur les friches agricoles. Les forestiers, avant toute chose, pensent donc qu'il faut renforcer leur vigilance, la surveillance devient un acte de gestion que l'on doit conforter en réduisant les marges d'incertitude par la mobilisation de la Recherche – Développement. La forêt méditerranéenne est aux avant-postes, on peut y développer la filière bois-énergie qui contribuera à la réduction des émissions de GES (environ 4 % du total). La lutte contre l'effet de serre, entrée dans les feux de l'actualité, s'est même transformée pour certains en un discours contre les positions des écologistes radicaux adeptes d'une sylviculture réduisant au minimum tous les actes de gestion. Le changement climatique devient un moyen de faire accepter dans l'opinion publique les enrésinements si décriés : les sapinières vosgiennes, qui ont surmonté la crise des « pluies acides », stockent plus de carbone que les feuillus et fournissent du bois d'oeuvre qui augmente l'effet de substitution ; celui-ci est appelé à relayer progressivement la séquestration du carbone dans les peuplements. La stratégie de la France en 2003 est de parvenir à diviser par quatre en 2050 les émissions de CO<sub>2</sub>. La forêt française, globalement jeune et en croissance, fixe 11 à 12 % des émissions de CO<sub>2</sub> et pourrait parvenir à une capacité d'absorption d'environ 70 millions de tonnes par an<sup>14</sup>. Le recours au bois énergie et le développement des utilisations du bois matériau pourraient permettre d'ici 2050 de réduire les émissions de 27 à 40 millions de tonnes par an.

Mais, dans les années 1990 et 2000, les forestiers se heurtent aux pesanteurs de l'administration : par exemple, les POS écartent le bois en revêtement extérieur. Les forestiers n'obtiennent pas que l'État prenne des mesures pour réglementer le bâtiment et il est hors de question d'établir une taxe sur les énergies fossiles. Le pari alors fait sur les puits de carbone pâtit donc de l'inertie de l'Europe et de l'indifférence de l'opinion publique. Deux événements vont relancer les initiatives volontaristes des forestiers : les tempêtes de 1999 et la canicule de 2003. Comme le précise Hervé Le Bouler, « l'effet de serre placé sous l'angle de la catastrophe devient concret à l'échelle d'une génération humaine »<sup>15</sup>. Une feuille de route est tracée. En 2007 le Directeur de l'ENGREF Nancy (devenue AgroParisTech) rend son rapport : « préparer les forêts françaises au changement climatique ».

### **- 2008-2020 : Adaptation et (ou) atténuation : quelles stratégies pour le XXI<sup>e</sup> siècle ?**

---

13 LANDMANN G., Effet de serre, forêt et gestion forestière, les termes de la problématique, Aménagement et Nature, n° 126, 1997, p. 71-82.

14 C. DELEUZE, « Quel rôle joue la forêt dans la séquestration du carbone atmosphérique », in « Spécial RENECOFOR, 25 ans de suivi des écosystèmes forestiers, bilan et perspectives », Rendez-vous techniques, ONF, n° 58-59-60, 2018, p. 43-44..

15 H. LE BOULER, « Et les forestiers français se préoccupèrent des changements climatiques. Petite (première) histoire d'une émergence », in Cahier du GHFF Forêt Environnement et Société, n°28, op.cit. p.178-181.

Presque tout le monde a vu un jour dans la presse nationale une carte de France montrant les aires potentielles de répartition de certaines essences forestières comme le hêtre, le sapin, le chêne vert en 2000, 2050 et 2100. Ces cartes ont été établies à partir de travaux de modélisation dans le cadre du projet CARBOFOR (2002-2005). Ces travaux ont permis de projeter les aires de répartition future de chaque essence en fonction du déplacement estimé de leur niche écologique, grâce à l'un des modèles climatiques de Météo France reposant sur une augmentation de température de 3° d'ici 2100. Si l'on compare la répartition actuelle du hêtre, telle qu'observée par l'IFN et les extrapolations pour 2050 et 2100 on constate qu'il existerait encore une certaine concordance en 2050 mais qu'en 2100 l'aire potentielle du hêtre se réduirait presque uniquement aux massifs frontaliers de l'est (Alpes, Jura, Vosges). Toutefois, ces modèles reposent uniquement sur des corrélations bioclimatiques un peu simplistes, ils s'attachent à mesurer directement des effets indirects, mettant en quelque sorte la charrue avant les bœufs. On cartographie des changements dans l'aire de répartition des arbres, sans tenir compte des mécanismes et des interactions complexes entre peuplement, sol, bioclimat, faune et flore (par exemple le rôle des espèces invasives et des pathogènes), qui jouent dans les écosystèmes forestiers sans nécessairement se caler sur l'échelle de temps du déterminisme bioclimatique. On ne tient pas compte des extrêmes et des accidents, sécheresses exceptionnelles, tempêtes, incendies... Pour être honnête, nous reconnaissons qu'il existe maintenant des modèles mécanistes beaucoup plus sophistiqués que les modèles de corrélation, ceux-ci intègrent ces paramètres complexes, notamment les données phénologiques permettant d'établir un modèle reposant sur le cycle de vie de l'arbre et lui attribuant une durée de survie à plus ou moins longue échéance.<sup>16</sup>

### ***Confronter modélisations et études de terrain.***

Peut-on pour autant établir une sorte de déterminisme bioclimatique pour envisager l'avenir des forêts françaises face au changement climatique ? Il ne faut pas négliger non plus la variabilité génétique de certaines essences, dont les races locales peuvent offrir des opportunités de plantation en dehors de l'aire optimale qui leur est dévolue dans les modèles bioclimatiques. C'est le cas du pin maritime. Son exemple est tout à fait démonstratif. Dans son aire naturelle, le pin maritime pousse sur près de 30° de longitude du Portugal aux Balkans et il s'étend en latitude du Périgord et de la Dalmatie au Maroc et à l'Algérie. Mais les plantations de pin maritime effectuées sur le littoral atlantique à partir du XIX<sup>e</sup> siècle ont largement débordé vers le nord cette aire naturelle. Certaines de ces forêts de pin maritime ont acquis une notoriété internationale comme la pinède du Touquet, la plus septentrionale d'Europe<sup>17</sup>. Sur les 1200 hectares plantés entre 1856 et 1882 pour fixer les dunes par Alphonse Daloz, il ne subsiste aujourd'hui que 200 hectares de pinèdes pures, dont les troncs tortueux et les cimes tourmentées forment un paysage européen emblématique, au même titre que certaines forêts littorales japonaises. La réussite du paysage forestier de Paris-Plage tient au fait que les villas sont intégrées au tissu végétal dans le cadre d'une approche anglo-saxonne du paysage. Mais aussi à la pérennisation de la forêt. Le pin maritime reste prépondérant sur les parties hautes du massif dunaire, les zones humides dans les dépressions sont occupées par des bois mixtes avec de nombreux feuillus (chêne, bouleau, tremble, érable, peuplier). Ces feuillus forment une base d'essences favorisant la constitution d'un sol forestier, ce que les résineux seuls ne pourraient faire. Mais on continue à planter du pin maritime dans une forêt vieillissante pour en respecter l'identité.

Ces approches modélisatrices sont centrées sur l'autécologie des essences. C'est dans ce contexte qu'est créé le réseau mixte technologique AFORCE en 2008. France Bois Forêt joue un rôle important dans son mode de financement, il concerne donc des peuplements donnant une nette priorité à la production de bois. En dix ans, le réseau a mis en ligne une centaine de documents

---

16 X. MORIN et I. CHUINE, « Mieux comprendre les processus d'influence du climat sur les arbres pour mieux anticiper les effets de son évolution sur la composition et le fonctionnement des forêts, » in Spécial RENECOFOR, 25 ans de suivi des écosystèmes forestiers, bilan et perspectives, Rendez-vous techniques, ONF, op. cit. p. 28-34

17 La forêt du Touquet. Le musée virtuel du Touquet – Paris Plage. Patrimoine en Côte d'Opale.

essayant de répondre aux attentes des gestionnaires forestiers, quelles essences convient-il de replanter dans l'idée d'une transition entre le climat actuel et un climat futur toujours considéré comme relativement stable ? Le tout repose sur un scénario unique, même si l'idée est ensuite de multiplier les études régionales pour produire des scénarios différents. A l'échelle nationale, le projet NOMADES a défini une méthodologie centrée sur le bilan hydrique pour 40 essences, mais en associant de nombreux critères (autécologie, sylviculture, services, risques biotiques et abiotiques). En 2020 lui succède le projet CARAVANE qui demeure dans la même problématique, le réchauffement climatique oblige le « coeur écologique » à se déplacer du sud vers le nord. Néanmoins, des approches territoriales sont menées comme celle entreprise dans le cadre du programme LIFE (2016-2019) sur le territoire du Parc Naturel Régional du Haut Languedoc où la forêt couvre les deux tiers. La Montagne Noire et les monts de Lacaune furent massivement reboisés en épicéa. Mais, associé au départ à un grand industriel du délainage de Mazamet, le douglas, mieux adapté au climat actuel, est devenu maintenant un élément du patrimoine tarnais. Comme le précise Charles Dereix, « nous avons vu peu, voire pas de dépérissement : une parcelle de pins Laricio frappés par la maladie des bandes rouges, quelques sapins ou douglas présentant des signes de défeuillaison, en tout cas pas de peuplements ravagés... Ces peuplements ravagés ont bel et bien existé après la canicule de 2003 et avec les étés secs qui ont suivi : sapins de Vancouver aujourd'hui à peu près totalement disparus, épicéas dans le Tarn et l'Hérault, sapins pectinés dans l'Aude. Le dépérissement du douglas n'est pas spectaculaire, il n'en est pas moins réel, pertes de ramifications et mortalités des branches... Les arbres morts sont rapidement exploités »<sup>18</sup>.

Les forestiers en forêt publique, pour beaucoup artisans de la multifonctionnalité, ont abordé les questionnements du changement climatique en partant de leur expérience de terrain. Ils préfèrent d'ailleurs utiliser le pluriel qui rend mieux compte de la grande variabilité de ses effets suivant les régions et les divers types de peuplements. Même si les études modélisatrices ont porté surtout sur l'autécologie des essences, ils ont très vite constaté ce qu'ils avaient déjà observé auparavant, le mélange d'essences est souvent plus résistant à certains événements extrêmes comme les sécheresses répétées et au bouleversement rapide des conditions bioclimatiques que des plantations monospécifiques. Et les changements dans la répartition des essences que préfigurent les modèles auront eux mêmes des répercussions sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers.

Le réseau RENECOFOR a été bâti il y a une trentaine d'années sur des bases de recherche ne tenant pas compte du changement climatique ; mais très vite de nouvelles préoccupations se sont fait jour, la réponse des arbres aux variations brutales d'un climat qui n'a plus rien de stable, la fréquence accrue des événements extrêmes, des attaques d'insectes ou d'autres agents pathogènes, les menaces pesant sur le maintien de la biodiversité en forêt, à cause notamment de l'eutrophisation des lisières, du recul des espaces ouverts et des zones humides, le rôle majeur de la forêt en France comme « puits de carbone », qu'il est pourtant difficile de concilier avec la fonction de protection. L'objectif principal du monitoring forestier associé au réseau RENECOFOR est de répondre d'abord à une somme de questions posées par le fonctionnement des écosystèmes forestiers. Il s'est donc bien agi de mener des recherches en écologie au-delà même des disciplines forestières traditionnelles. Mais le réseau ne concerne que des parcelles appartenant à des forêts gérées, où l'on a retenu des situations moyennes pour les conditions stationnelles et les régimes sylvicoles.

Trois grandes questions se sont retrouvées étroitement associées :

- bien sûr l'adaptation des forêts au changement climatique,
- le rôle multifonctionnel des forêts et leur gestion durable,
- les formes d'équilibre à trouver entre l'utilisation des ressources (en y comprenant la séquestration du carbone surtout par la substitution) et la protection de la biodiversité.

---

18 C. DEREIX, « Les forestiers face aux changements climatiques. Quelles forêts, quels forestiers demain ? », in Cahier du GHFF Forêt Environnement et Société, n° 28, 2018, op. cit., p. 164-166.

En 2017 RENECOFOR a fêté ses vingt cinq ans. Il s'agit d'une opération pluridisciplinaire et multipartenaire dont la longévité dépend des bailleurs de fonds. Bien que non conçue pour cela au début, elle permet de rendre compte des effets cumulatifs à long terme du changement climatique mais aussi des événements exceptionnels à occurrence faible. Une limite importante est que les cent deux placettes choisies au départ ne concernaient que des conditions stationnelles moyennes, ce qui n'en fait pas forcément des « écosystèmes sentinelles » du changement climatique.

En ce qui concerne la biodiversité en forêt, le système RENECOFOR rend compte du rôle de la variabilité bioclimatique et des invasions biologiques, mais il ne permet pas de juger des causes principales de son érosion, les pertes et dégradations des habitats et l'intensification de la gestion sylvicole. Jean Luc Dupouey souligne qu'il existe encore de nombreux biais dans l'observation de la flore. La richesse spécifique a augmenté entre 1995 et 2015, mais davantage à l'extérieur des enclos, ce qui confirme le rôle important des ongulés. Le rôle des perturbations n'a pas été suffisamment pris en compte, comme celui du vieillissement des peuplements, l'augmentation du stock de carbone en dépend en partie.

On ne peut pas encore établir des scénarios solides sur les liens entre changement climatique et régénération. Les printemps seront de plus en plus chauds, les glandées de plus en plus fortes, mais seront-elles plus régulières ? Cela pourrait favoriser des taux de parasitisme importants et nuire à la régénération forestière au bout du compte. On note aussi dans la période 1992 – 2008 une augmentation de la masse foliaire liée à celle de la productivité, qui s'explique à la fois par les effets fertilisants des dépôts azotés et par l'enrichissement en CO<sub>2</sub> atmosphérique. Les dépôts azotés jouent un rôle dans la perte de biodiversité : en les réduisant, on favoriserait sa restauration. Mais le phénomène le plus préoccupant concerne la forte détérioration de la nutrition en phosphore, 70 % des chênaies sessiliflores sont affectées. Il semble également que la combinaison entre changement climatique et dépôts azotés soit particulièrement agressive dans les placette résineuses.

Toutes ces recherches doivent être validées sur une plus longue période. Le rôle de puits de carbone des sols forestiers mérite également d'être approfondi. On s'attendait à une diminution à cause de l'augmentation de la température. C'est le contraire qui s'est produit. Cela va-t-il continuer ? Quelle sera la stabilité du carbone nouvellement accumulé ? RENECOFOR a apporté une meilleure compréhension du jeu complexe du déterminisme bioclimatique. Un suivi à long terme est nécessaire, en sachant que les placettes d'âge moyen qui ont été retenues se rapprochent de leur âge d'exploitation et qu'il conviendrait de suivre avec des protocoles identiques des forêts non gérées, en libre évolution<sup>19</sup>.

Particulièrement en montagne, on a noté une augmentation de la croissance radiale des arbres au cours du XX<sup>e</sup> siècle et observé un déplacement des limites altitudinales, auquel certaines espèces sont plus sensibles que d'autres. Dans les Alpes du Nord, le pin à crochets trouve encore son optimum entre 1600 et 2300 mètres. Mais existent à basse altitude des pinèdes dites abyssales jusqu'à 1200 mètres. Christophe Corona et Georges Rovera les présentent comme des « écosystèmes sentinelles » du changement climatique<sup>20</sup>. Ces pins auraient colonisé les basses altitudes lors des décennies froides et neigeuses avant 1980. Le changement climatique actuel affecte-t-il leur croissance ?

Deux sites ont donné lieu à une étude de dendrochronologie climatique, l'un en Oisans (Grande Aiguille) correspond à un ubac dans une combe à enneigement tardif, l'autre en Grande Chartreuse (Bresson) à un cône d'éboulis avalancheux. En Oisans, pendant longtemps il n'y a pas eu d'évolution, sauf durant la période 1940 – 1965 où la réduction de la croissance est liée à une série

---

19 On peut retrouver les principaux apports de RENECOFOR dans la présentation des sessions lors du colloque de Beaune. Session 2 : comment les arbres répondent-ils aux variations du climat ? Session 3 : quel rôle joue la forêt dans la séquestration du carbone atmosphérique ? Session 4 : acidification et cycles des éléments nutritifs dans les écosystèmes forestiers. Session 6 : Etude et suivi de la biodiversité forestière. Rendez-vous techniques ONF, n°58-59-60, 2018 .

20 C CORONA, G. ROVERA, Dynamique des écosystèmes forestiers et réchauffement climatique dans les Alpes du Nord ; les pinèdes abyssales comme écosystèmes sentinelles, un « des milieux aux territoires forestiers », sous la direction de Marc Galochet et Eric Glon, Artois Presses Université, 2010, p. 371-386.

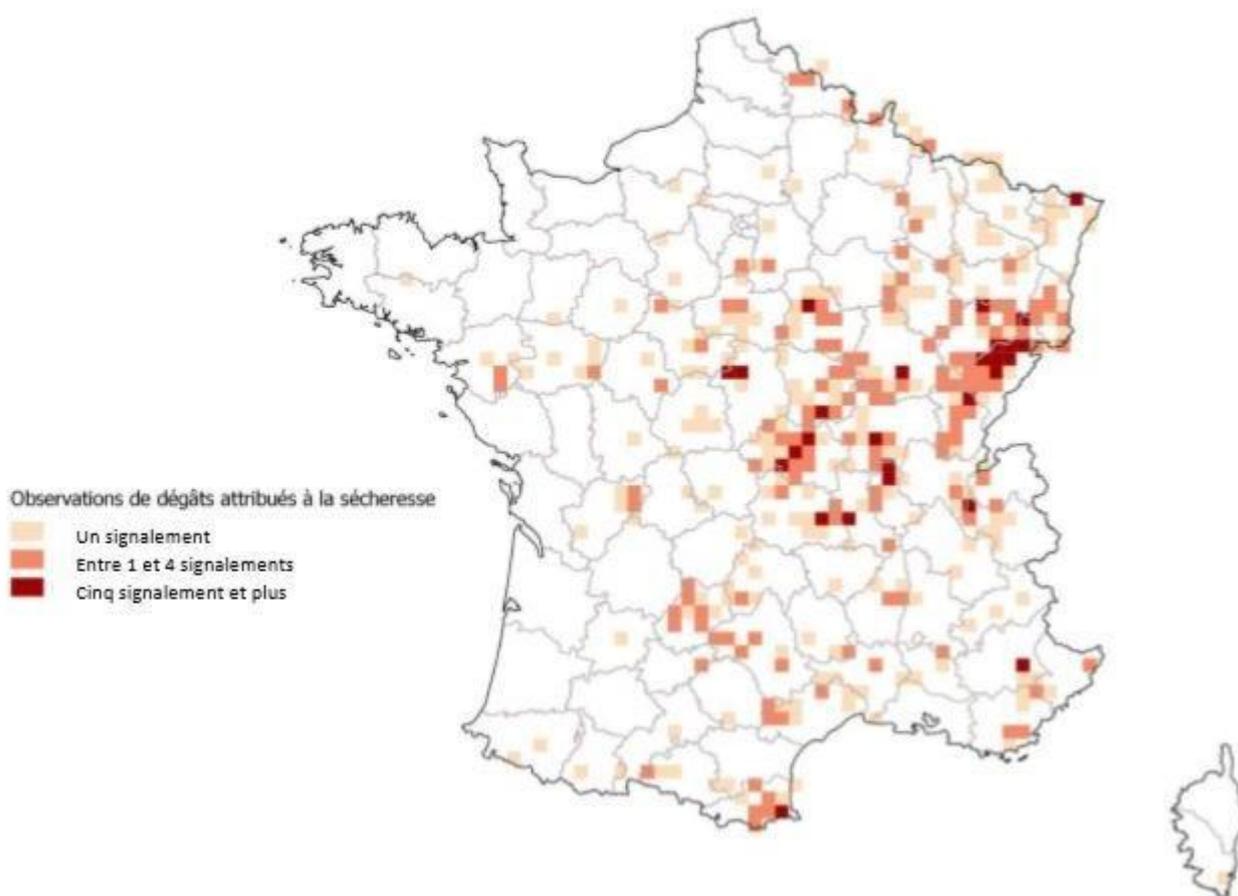
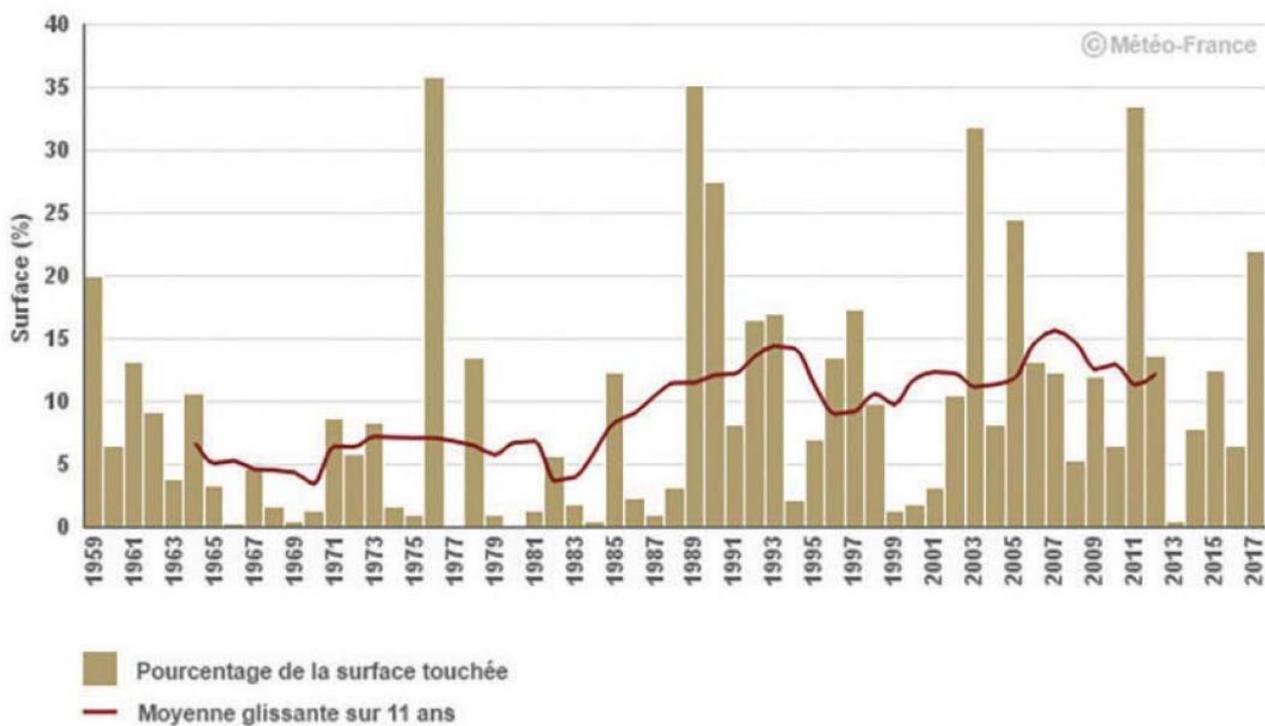
d'étés chauds et secs. En Chartreuse, depuis les années 1870, on observe à la fois une corrélation positive avec le total des précipitations et une corrélation négative avec l'augmentation de la température au printemps. Mais dans les deux cas, on note une dégénérescence des peuplements depuis les années 1990, avec un maximum absolu en 2003.

***Et maintenant : les forêts françaises à l'épreuve de la sécheresse.***

Entre 1988, date de création du GIEC et le début des années 2010, ce sont surtout les scénarios mis en place pour simuler l'évolution du climat au XXI<sup>ème</sup> siècle qui ont occupé le devant de la scène, y compris pour le monde forestier. On a bâti des modèles de migration des aires potentielles des principales essences, des canevas de changement des paysages forestiers par grande région biogéographique, des hypothèses sur les potentiels de stockage du carbone dans la biomasse aérienne et dans les sols forestiers. Et pourtant, depuis longtemps, les forestiers affrontent l'incertitude des événements extrêmes, tempêtes, attaques de pathogènes ou d'insectes ravageurs, pluies diluviennes, sécheresses, dépérissements, incendies. De nombreuses stratégies et tactiques ont été définies pour en atténuer les dégâts, à court et à long terme. Un rapport d'information du Sénat, publié le 27 octobre 2020, sur la gestion des risques climatiques et l'évolution de nos régimes d'indemnisation, marque une rupture d'attitude face au changement climatique. S'il reprend brièvement dans un paragraphe introductif les courbes de simulation de l'évolution de la température moyenne annuelle en France métropolitaine d'ici 2100, il se focalise sur l'augmentation de la fréquence et de l'intensité de plusieurs aléas climatiques.

Même si pris individuellement chaque aléa dépend de nombreux facteurs, l'influence du changement climatique pour plusieurs types d'aléas climatiques ne fait plus de doute. C'est le cas pour les canicules, pour l'évolution actuelle des pluies méditerranéennes que l'on regroupe abusivement sous le vocable « épisode cévenol ». C'est sans doute le cas pour les sécheresses, estivales et hivernales, qui ont connu une forte augmentation spatiale dans la France métropolitaine ces trente dernières années. Le document ci-dessous montre le pourcentage de la surface de la France affectée annuellement par la sécheresse. Entre 1959 et 1988 la moyenne mobile sur 11 ans est autour de 5 % et une seule année dépasse 20 % (1976, 35%). Depuis 1989, la moyenne sur 11 ans fluctue entre 10 et 15 % et six années dépassent 20 % (35 % en 1989 et 27 % en 1990, 31 % en 2003, presque 25 % en 2005, 34 % en 2011 et 21 % en 2017, dernière année disponible). Les données seront encore pires pour 2018, 2019 et 2020 qui ont été marquées par des sécheresses sévères dans de nombreuses régions !

Source : « sur la gestion des risques climatiques et l'évolution de nos régimes d'indemnisation », Rapport d'information, Travaux parlementaires, Sénat, 27 octobre 2020.



Symptômes et mortalités liés à la sécheresse, observés par les correspondants-observateurs du DSF entre juillet 2018 et juillet 2019. - ©DSF Source : ONF, avril 2020.

Une enquête réalisée par le département Santé des Forêts de l'ONF pour 2018 et 2019 a été publiée en avril 2020. Près de 220000 hectares ont été affectés gravement, principalement dans le Centre Est, en suivant un arc forestier de la Lorraine, de la Meuse et de l'Yonne aux marges est du Massif Central (Allier, Loire, Puy de Dôme), mais également dans les Vosges du sud, le Jura et la Savoie, quelques foyers secondaires apparaissent dans les forêts du Centre, du sud-ouest du Massif Central, des Pyrénées orientales, du Var, du département du Nord et de l'Ardenne. L'Ouest de la France semble épargné.

L'épicéa est l'essence la plus touchée avec un taux de mortalité élevé. L'épidémie de scolytes s'est produite après la sécheresse estivale de 2018 suivie d'un hiver doux, ce qui a permis à l'insecte de survivre. Tous les épicéas ont rougi, deux millions de mètres cubes ont été récoltés en forêt publique, soit deux fois plus qu'une année normale. La forêt domaniale de Verdun a été sinistrée, tous les épicéas sont morts, soit 19 % des peuplements. Dans certains cas où l'épicéa ne se trouvait pas en situation adéquate (forêt d'Eu et d'Eawy en Haute Normandie), seront replantées des essences feuillues locales.

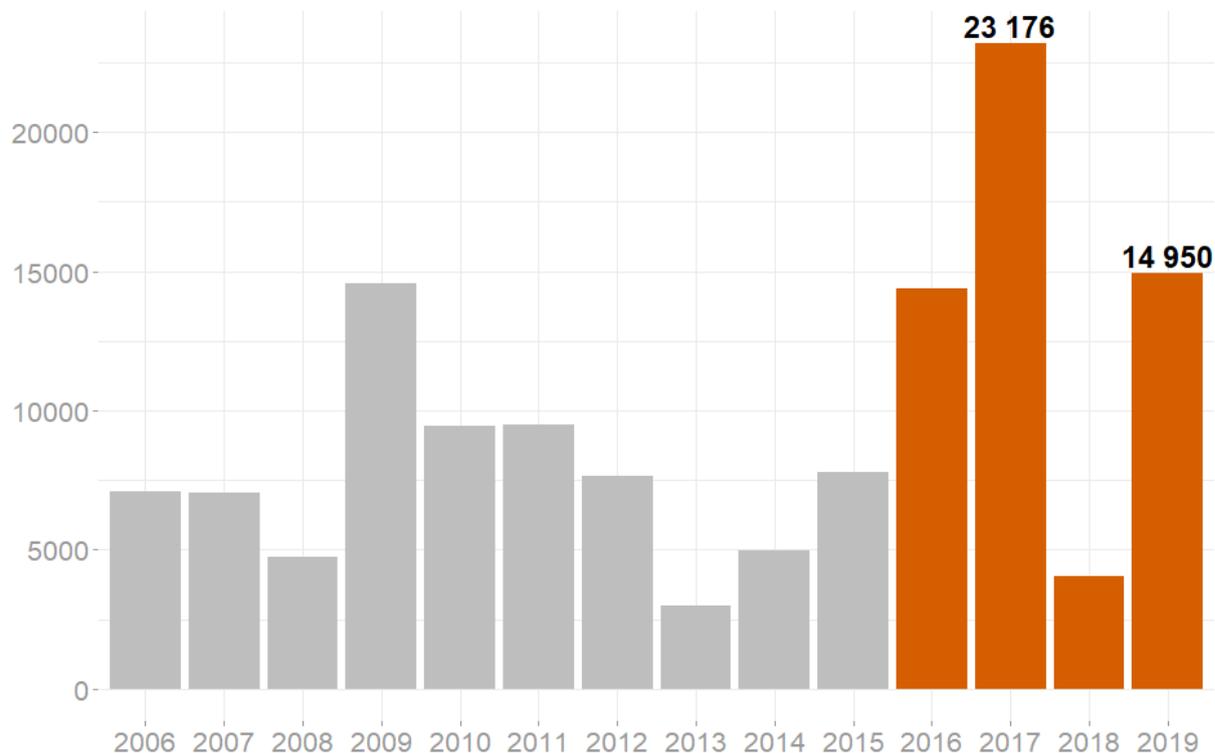
Les sapins du grand Est ont également rougi en 2018, puis à la fin de l'hiver en 2019 ils ont subi une mortalité importante. Un stress hydrique prolongé qui a abouti à une réduction drastique de la réserve en eau du sol (moins de 40%) est la cause principale du dépérissement puis de la mort des arbres. 120000 mètres cubes ont dû être débités dans le Haut Rhin, 60 % de la récolte annuelle dans les Vosges ont été affectés, avec des difficultés pour prélever des arbres de qualité charpente comme d'habitude. Un groupe de travail dans le Grand Est envisage de remplacer le sapin pectiné par le sapin Bornmüller, résistant à la sécheresse, 30 mm d'eau par mois en été suffisant.

Enfin des dépérissements inédits de hêtre ont également affecté le Grand Est et la Franche Comté, notamment le long d'un axe Belfort – Gray avec une mortalité exceptionnelle d'arbres adultes, une première en France. Au printemps 2019 certains hêtres n'ont tout simplement pas débourré. Le phénomène d'embolie gazeuse dans le bois semble en être la cause, plusieurs dizaines de milliers d'hectares ont été touchés et les arbres ont été déclassés, passant du petit sciage au bois énergie. D'autres essences ont été également touchées, notamment le pin sylvestre et le pin laricio en Corse. Les mortalités sont liées à des attaques d'insectes, sténographes, hylésines, pissodes... On peut citer pour le pin sylvestre l'attaque d'un champignon, le *Sphaeropsis*, qui devient pathogène en cas de stress hydrique (dans l'Allier, 80 % du peuplement détruit).

La sécheresse de l'année 2020 a déjà produit de nouveaux dégâts. Un article de *Sud-Ouest* (20 août) mentionne des dépérissements de chênes et de frênes en Aquitaine, de hêtres et de pins sylvestres dans l'Allier, les chênes des forêts de Tronçais et de Vierzon sont affaiblis. Un article du *Monde* (9 septembre) cite la forêt de Compiègne, dont le sol sableux ne retient pas l'eau, où les hêtres ont perdu leurs feuilles les plus hautes et dont des morceaux d'écorce se décollent. Bertrand Wimmers, de l'ONF précise : « on a le sentiment que ce qu'on imaginait comme scénario pour 2040 ou 2050 est en train de se produire aujourd'hui ». Mais l'article du *Monde* présente le grand intérêt de ne pas sombrer dans le catastrophisme. Pour ses lecteurs fidèles, il précise que les forêts ne vont pas disparaître. Certes les arbres vont grandir beaucoup moins vite, leur croissance cette année s'est arrêtée à la fin du mois de juin et non à la fin juillet comme une année normale. Il mentionne aussi le plan de relance qui prévoit de consacrer deux cents millions d'euros pour adapter la forêt française au changement climatique. Ce plan de reboisement a l'ambition de planter 45 000 hectares de forêts, autant en reconstruisant celles qui ont dépéri (notamment à cause des attaques de scolytes) qu'en augmentant les surfaces plantées.

# Surface brûlée lors des incendies par année

Nombre d'hectares



Source. Base de données sur les incendies de forêts en France.  
Crédits. franceinfo

## Incendies en forêt et changement climatique.

Le changement climatique est-il un facteur aggravant du risque incendie ? La question mérite d'être posée dans le contexte des sécheresses à répétition depuis la canicule de 2003. Si l'on observe la situation de la France, qui est la bonne élève en Europe du sud comme le montre le tableau suivant, on pourrait être tenté d'être optimiste.

Moyenne annuelle des incendies en forêt, période 1980-2017.

Espagne : 162352 ha

Portugal : 118797 ha

Italie : 107364 ha

Grèce : 44084 ha

France : 24702 ha.

La forêt ne brûle pas plus aujourd'hui qu'à la fin des années 1980. Cela résulte d'un axe fort de la politique forestière en France, qui fait de la lutte contre les incendies forestiers une priorité nationale, comme l'a prouvé la maîtrise des risques dans le massif landais. 90 % des feux sont d'origine anthropique, d'où l'importance des campagnes d'information et de la prévention. Le triptyque repose sur la réduction du nombre de départs de feux, sur une lutte très rapide contre leur propagation et sur des mesures de sauvegarde en cas de conditions climatiques dangereuses (comme l'interdiction de pénétrer dans les massifs forestiers).

Naturellement les forêts méditerranéennes sont les plus menacées, la succession des étés secs et chauds (2016, 2017) et des étés plus arrosés, où la période de sécheresse est moins longue (2015) rythme l'intensité et la fréquence des feux de forêt. En 2021 cependant, un court épisode météorologique défavorable dans le massif des Maures a entraîné un grand incendie catastrophique. Le bilan est lourd : deux morts, 10 000 personnes évacuées, une trentaine d'habitations détruites, une réserve naturelle en partie dévastée et plus de

8000 hectares parcourus par le feu. La portion brûlée de ce vaste massif de 159 000 hectares en tout, devrait mettre plusieurs dizaines d'années avant de retrouver son aspect d'avant le 16 août. « *Au moins trente ans* », estime Jean-Louis Pestour, responsable national incendies à l'Office national des forêts. Mais il ne devrait pas être opéré à des replantations. « *Cela coûte extrêmement cher et ce n'est pas plus efficace que de laisser faire la nature* », souligne Jean-Luc Dupuy, directeur de recherche à l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement. La renaissance de la forêt passera donc par la régénération naturelle des pins et la repousse des feuillus à partir de souches, alors que des chênes-lièges ont pu résister grâce à leur écorce .

Selon les pronostics des climatologues, vers 2040, la France risque de connaître une année sur quatre des conditions estivales comparables à celles de 2003. L'ONF tente donc d'appréhender l'évolution des risques d'incendies dans ce contexte de sécheresses estivales et parfois hivernales plus fréquentes. D'une part la saison des incendies s'allonge, elle passera de trois à six mois. 3000 hectares de forêts et de maquis ont brûlé vers Quenza en Corse en plein hiver. D'autre part, d'autres régions que la région méditerranéenne, d'ici vingt à trente ans, seront exposées au risque incendie : outre le sud-ouest, le val de Loire, la Bretagne et même la région parisienne. 250 hectares de friches et de forêt ont été ravagés par les flammes à Vienne au Val, près d'Orléans, à la fin du mois de juillet. Les flammes sur la végétation assoiffée, encore attisées par un fort vent chaud, sont parfois venues lécher les maisons, défendues jusqu'au cœur de la nuit par les pompiers. Laisser faire la nature comme on le dit encore trop souvent ne suffira donc pas. Sans une réelle politique de prévention et sans une réflexion sur le choix des essences et le traitement des terres en friche, on pourrait craindre une forte régression des peuplements forestiers dans certaines régions très exposées.

Source : Les feux de forêt, les prévenir et s'en protéger , dossier de presse, juin 2019, ONF

Peut-on pour autant dire que la transition écologique se taille la part du lion, puisqu' elle dispose d'une enveloppe financière non négligeable ? En fait deux discours cohabitent sans nécessairement toujours s'opposer frontalement. Celui des gestionnaires de la forêt et celui des écologistes<sup>21</sup>.

Pour les producteurs forestiers<sup>22</sup>, il s'agit d'assurer la régénération des forêts et l'approvisionnement des industries de la filière bois. Les forestiers précisent que cela doit aller de pair avec une forte augmentation du budget de la recherche, de façon à faire évoluer les reboisements en respectant au mieux les conditions environnementales. La diversification des essences et la limitation des coupes rases mettraient en place une sylviculture plus résiliente aux changements climatiques. On peut aussi travailler sur la diversité génétique en sélectionnant des génotypes mieux adaptés au climat local. Pour les forestiers et les scientifiques, ne pas adapter les forêts au changement climatique serait un pari beaucoup trop risqué. La vitesse du réchauffement des températures est beaucoup plus élevée que la vitesse d'adaptation des processus biologiques. Le risque d'un accroissement non maîtrisé de la biomasse pourrait aboutir à un rejet massif de carbone dans l'atmosphère en cas de perturbation. Les incendies de la Californie peuvent en donner un exemple. Il faut aussi agir sur l'aval de la filière bois, favoriser le bois d'œuvre, trouver de nouveaux débouchés adaptés aux nouvelles essences. La crise actuelle joue à l'encontre de ces objectifs, comme le montre le déclassement du hêtre.

Pour les écologistes, il est indispensable d'édicter des conditions environnementales plutôt draconiennes et de ne pas sacrifier des peuplements soi-disant déperissants au nom d'intérêts économiques. Ils défendent une « gestion forestière proche de la nature » comportant des interventions minimales. Cette approche se trouve en accord avec la perception de la forêt au sein de la population, une forêt naturelle où l'on pourrait pratiquer la sylvothérapie. Un refus des coupes, notamment des coupes rases. Les écologistes sont prêts à défendre le maintien de peuplements peu ou pas exploités qui pourraient se rapprocher d'une forêt naturelle et de son cycle biologique pluriséculaire. Ces massifs sont présents uniquement sous forme de lambeaux appelés « patchs » dans les montagnes, quasi inexistantes en plaine, or ils ne sont pas tous protégés par des mesures effectives (réserves naturelles, réserves biologiques, etc.), certains se trouvent à la merci de leur propriétaire. Une campagne lancée par l'association Canopée et le collectif SOS Forêt interpelle le gouvernement pour interdire les coupes rases de plus de 0,5 hectare.

Deux grands types d'adaptation peuvent être définies pour les peuplements réguliers : soit une modification légère réduisant la densité des tiges, soit une transformation plus radicale en plantant de nouvelles essences mieux adaptées au climat futur. Mais beaucoup de forêts peuvent être soumises à une sylviculture irrégulière, avec un mélange d'essences et de classes d'âges. Les réticences des gestionnaires forestiers à l'adaptation s'expliquent non seulement par les controverses mais aussi par les difficultés persistantes pour mener des scénarios à long terme, « sans regrets », devant les incertitudes croissantes. Quelles essences planter ? Quelle gestion ? A quels coûts ?

---

21 S. BRETEAU-AMORES, M. BRUNETTE, Sécheresse : l'indispensable adaptation des forêts françaises, The Conversation, 18/09/2020, INRAE.

22 Ils sont représentés par la Fédération nationale des syndicats des forestiers privés et par l'Union de la coopération forestière française qui regroupe 110000 producteurs récoltant un cinquième de la production nationale.

## **Conclusion : des scénarios sur l'atténuation et l'adaptation plus qu'incertains.**

La conclusion principale est qu'aussi bien pour la préservation de la biodiversité que pour l'atténuation des émissions de GES, les incertitudes sont toujours là et ne s'atténuent guère, malgré les nombreuses recherches multidisciplinaires menées dans le cadre de la prise en compte du changement climatique.

Au début des années 2000, le thème neuf de la forêt « puits de carbone » a donné lieu à des études prospectives fondées sur la position du GIEC considérant la gestion dynamique de la forêt et de la filière bois, le boisement et l'évolution de la demande en bois comme des outils importants pour atténuer le changement climatique. Cette position contrastait avec celle des scientifiques dans les années 1960-1970 où le cycle du carbone était surtout relié au rôle régulateur des océans.

De nos jours, la question des puits de carbone reste opaque et n'est pas vraiment tranchée. Des écarts considérables existent entre les scénarios qui ont été proposés. En 2014 Michel de Galbert fournit deux scénarios<sup>23</sup>. L'un « au fil de l'eau » où l'atténuation par stockage pourrait croître un peu jusqu'en 2030 avant de s'annuler à long terme. L'autre est un scénario dynamique fondé sur l'effet de substitution, le seul durable. Ce scénario implique forcément un choix d'intensification sylvicole, mais il repose principalement sur la réorganisation de la filière bois et aussi sur le développement de l'agroforesterie. Cela devrait permettre en 2030 une atténuation totale de 160 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit jusqu'à 35 % des émissions en 2009 et de 180 millions de tonnes à long terme, donc pratiquement de tenir l'objectif force 4 !

Cette approche conventionnelle du « zéro carbone », qui adopte le concept réducteur de la « neutralité carbone » pour les produits ligneux issus d'une gestion durable des forêts, a prévalu dans les traités internationaux. Elle est fortement critiquée, certains spécialistes soutiennent au contraire que la substitution du bois à d'autres combustibles (substitution énergétique) est contreproductive et que la substitution « matériau » est beaucoup surestimée. Pour Philippe LETURCQ, le seul moyen qui permet à la forêt de jouer un rôle dans l'atténuation du changement climatique est l'accroissement des espaces boisés et des volumes de bois sur pied<sup>24</sup>.

Mais sur cette question là, F. Lallemand et A Guérin sont beaucoup plus prudents<sup>25</sup>. Le stockage en forêt est temporaire et réversible, toute perturbation provoquant la mort des arbres conduit au rejet du carbone stocké. Or il semble acquis que depuis une vingtaine d'années le vieillissement d'une majorité de peuplements et les accidents climatiques (sécheresses, tempêtes, attaques de ravageurs) ont bloqué l'augmentation du carbone stocké en forêt. Même en doublant l'utilisation du bois de construction d'ici 2050 et en supposant que l'utilisation du bois énergie reste la même, l'effet de substitution serait seulement de 7,7 millions de tonnes de CO<sub>2</sub>, soit à peine 5 % de l'objectif facteur 4 !

Est-il possible de mobiliser les ressources de la biodiversité forestière pour atténuer l'ampleur du changement climatique ? Deux aspects peuvent être distingués :

- la forêt « puits de carbone » est un aspect trompeur, car il y a un risque pour la biodiversité si l'on cherche à maximiser à court et moyen terme la fonction de pompe à carbone,
- la forêt urbaine suppose une ville réconciliée avec le monde végétal, accueillante pour tous les êtres vivants et s'inspirant du modèle de la forêt.

---

23 M. de GALBERT, La forêt française, l'agroforesterie et la filière bois, quel potentiel d'atténuation climatique à moyen et long terme ? Revue Forestière française, 5-2014, p. 663-676.

24 P. LETURCQ, Empreinte carbone de la forêt et de l'utilisation de son bois, Revue Forestière Française, 6-2020, p.525-537.

25 F. LALLEMAND, A.J. GUERIN, Quel avenir pour la forêt européenne face au changement climatique et à l'objectif neutralité carbone ? Revue Forestière Française, 3-2017, p.259-271.

Il ne s'agit pas de construire des cathédrales comparables à certains futaies denses de hêtre. Actuellement, à Lyon, se tient dans l'indifférence générale une exposition présentée par le CAUE Rhône Métropole : « la ville-forêt : vers une nouvelle culture urbaine »<sup>26</sup>. Elle invite à un autre regard, elle convoque l'esprit de la forêt dans le monde urbain. Elle s'ouvre par une citation de Thoreau (Ballade d'hiver, 1888) : « que serait la vie humaine sans les forêts, ces villes naturelles ? ». En partant des rencontres historiques entre ville et forêt, à Berlin, New-York ou Rio de Janeiro, les auteurs défendent l'idée, assez confuse, d'une communauté d'êtres vivants, d'une ville à l'image de la forêt naturelle, adaptée au contexte biogéographique et bioclimatique, résiliente au changement. Certes, les auteurs précisent qu'on ne peut définir aucun modèle de ville-forêt, énumérant ses cents bienfaits, ils misent sur un changement de comportement des citoyens. Pour donner corps à cette ville-forêt, il proposent d'abord de protéger l'existant et de mieux en profiter. Les inégalités de densité végétale posent la question de l'équité sociale. Les écarts de l'indice de canopée<sup>27</sup> opposent le nord-ouest lyonnais, Monts d'Or, Ecully, Charbonnières, Marcy, favorisé, au sud-est de l'agglomération, défavorisé. D'où les projets pour conforter la trame verte à l'est du Rhône. Le principe fondamental consiste à accepter la nature, à accepter de ne pas tout maîtriser.

On sent à la fois l'enthousiasme de néophytes en matière de foresterie et une pointe d'inquiétude, comparable à celle des gestionnaires de la forêt multifonctionnelle, qui s'interrogent sur la validité des « stratégies fondées sur la nature ». Les forestiers ont proposé le terme de « stratégies sans regrets » pour décrire les options sylvicoles favorables à la biodiversité, l'intégrant comme une ressource<sup>28</sup>. Les niveaux d'incertitude accrus par le changement climatique n'empêchent pas de constater que l'Homme est un facteur beaucoup plus important pour agir sur la biodiversité.

Six principes pour des « stratégies sans regrets » ont été définis :

- appliquer le principe de précaution, en développant les procédures d'évaluation des risques (ce que les forestiers font déjà depuis longtemps) et en prenant des mesures provisoires pour compenser les dommages,
- renforcer la lutte contre les pollutions, les fragmentations d'habitats, les espèces invasives,
- lutter contre les inégalités entre les régions forestières où la biodiversité augmente et les régions perdantes, à cause de l'agro-industrie ou de l'urbanisation,
- promouvoir la multifonctionnalité en reconnaissant que la fixation de carbone est liée davantage à l'augmentation de la biomasse végétale qu'à la diversité des écosystèmes forestiers. Les résineux sont de meilleures pompes à carbone mais prélèvent davantage d'eau.
- à plus long terme, englober la préservation du capital écologique dans un modèle socio-économique durable
- enfin intégrer la dimension humaine des territoires forestiers, nature et culture vont de pair.

---

26 Catalogue de l'exposition « La ville-forêt, vers une nouvelle culture urbaine », 15 septembre – 18 décembre 2020, CAUE Lyon, Les Subsistances.

27 L'indice de canopée est la surface rapportée de la canopée des arbres (ensemble des houppiers) à la surface du sol. Il diffère du taux de boisement qui ne prend en compte que les groupes d'arbres formant au moins des bosquets (surface supérieure à 5 ares). La commune de Charbonnières-les-Bains, malgré la petite taille des quelques bois anciens, mérite bien le nom de ville-forêt avec un indice de canopée de 47 %, car les grandes propriétés bourgeoises de la fin du XIXe siècle ont toutes été plantées d'arbres d'ornement, avec de nombreux conifères exotiques (cèdres, séquoïas, pins, douglas, épicéas et sapins).

28 B. CHEVASSUS-AU-LOUIS, M. BADRE, « Changements climatiques et biodiversité, comment construire des stratégies sans regrets ? », Revue Forestière Française, 4-2015, p. 321-331.

L'adaptation des forêts au changement climatique, et notamment à l'impact des sécheresses récurrentes, imposera de définir un équilibre entre protection de la biodiversité et utilisation des ressources. Comme le précise Christian Barthod définir une stratégie d'adaptabilité durable des forêts (reprenant le concept proposé par Patrick Blandin) n'interdira pas la spécialisation de certains territoires forestiers, mais il faudra prendre en compte les externalités négatives de la production de bois et mettre en place dans les forêts de protection un modèle où les ressources sont liées à l'utilisation de la biodiversité.

## Liste des sigles.

RMT AFORCE.

Réseau mixte technologique coordonnant les actions visant à adapter les forêts françaises aux changements climatiques .

Projet CARBOFOR.

Projet qui a quantifié les impacts du changement climatique sur la séquestration du carbone dans les grands écosystèmes forestiers. Rapport final rendu en juin 2004.

CAUE : conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement.

DEFORPA : programme français de recherche sur les causes du dépérissement des forêts qui a été élaboré en 1984, suite à l'observation, dans le massif des Vosges, de défoliations importantes, sur des résineux essentiellement. Le programme DEFORPA comprend 4 volets : 1) Evaluation des dommages, et relation avec les conditions écologiques. 2) Caractérisation du climat de pollution en zone forestière. 3) Action directe des polluants atmosphériques. 4) Effet de la pollution acide par l'intermédiaire du sol.

GES : gaz à effet de serre.

GIEC : Le GIEC (Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) est une organisation qui a été mise en place en 1988, à la demande du G7 (groupe des 7 pays les plus riches : USA, Japon, Allemagne, France, Grande Bretagne, Canada, Italie), par [l'Organisation Météorologique Mondiale](#) et le [Programme pour l'Environnement des Nations Unies](#)

Son appellation anglaise est IPCC : Intergovernmental Panel on Climate Change. Le rôle du GIEC est **“d'expertiser l'information scientifique, technique et socio-économique qui concerne le risque de changement climatique provoqué par l'homme”**.

GIP ECOFOR : Le GIP est une structure de coopération stable, dotée de la personnalité morale, juridique et financière. Il a pour objectif de permettre à plusieurs organismes, généralement publics, de mettre en commun des moyens pour une durée et des activités déterminées. Son existence est liée à la nature de ses activités et est, par définition, limitée dans le temps. ECOFOR a été créé en 1993 pour dix ans, puis renouvelé en 2003 pour une nouvelle période de dix ans. Ses activités consistent à développer des programmes de recherche et des études portant sur le fonctionnement et la dynamique des écosystèmes forestiers d'une part et la gestion durable des forêts d'autre part.

IFN : L'**Inventaire forestier national** (IFN) était un établissement public national créé en [1958](#) chargé de l'inventaire permanent des ressources forestières nationales. Le [1<sup>er</sup>](#) janvier 2012, il fusionne avec l'Institut géographique national au sein de l'[Institut national de l'information géographique et forestière](#). Les opérations d'inventaire étaient effectuées jusqu'en 2004 par département de manière cyclique avec une périodicité d'environ 12 ans, et désynchronisée dans l'espace pour permettre un déploiement constant de l'effort d'inventaire dans le temps sur le territoire national. Depuis novembre 2004, la méthode d'inventaire est devenue systématique annuelle (on parle alors d'inventaire continu), l'inventaire étant effectué sur l'ensemble du territoire tous les ans, avec un effort de sondage ramené au 1/10<sup>e</sup> de l'effort antérieur opéré sur 10 ans. Néanmoins, les résultats officiels sont établis en moyenne glissante sur 5 ans. Des données statistiques sont collectées par photo-interprétation ponctuelle puis sur le terrain. En 2004, l'IFN adopte la définition internationale ([FAO](#)) de la forêt et a « homogénéisé les conditions de mise en œuvre de l'inventaire au niveau national » ; Ceci a créé une « rupture de série sur la surface de forêt, et, par voie de conséquence, sur tous les autres résultats produits par l'IFN (volume, surface terrière, etc.) ». Il reste possible d'établir des correspondances entre les résultats obtenus avant et après le changement de méthode d'inventaire et donc d'évaluer l'évolution de la forêt française, que ce soit en surface, en volume, ou autre.

INRAE : l'Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement, est né le 1er janvier 2020. Il est issu de la fusion entre l'Inra, Institut national de la recherche agronomique, et Irstea, Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture. Il est le premier organisme de recherche spécialisé sur ses trois domaines scientifiques.

ONF : Office National des Forêts . Etablissement public à caractère industriel et commercial, chargé de la gestion des forêts publiques, représentant environ 4,7 millions d'hectares de forêt en France métropolitaine (soit 8 % du territoire) + 6 Mha dans les départements d'outre-mer.

Production de bois. L'ONF produit 40 % du volume du bois d'œuvre récolté annuellement en France.

- Accueil du public en forêt en aménageant des aires d'accueil et des itinéraires, ainsi qu'en animant des visites (notamment scolaires).
- Protection du territoire (défense des forêts contre l'incendie, dunes littorales, et terrains [érodables](#) en montagne).
- Protection de la forêt et de la biodiversité. L'ONF est gestionnaire ou animateur d'espaces naturels protégés (comme des réserves naturelles nationales ou des sites [Natura 2000](#)), généralement situés au moins en partie en forêt publique.
- Police de la nature : la plupart des forestiers sont assermentés, c'est-à-dire habilités à verbaliser les contrevenants au titre du [code forestier](#) et au [code de l'environnement](#), mais également au code pénal (pour certaines infractions de droit commun commises dans les bois et forêts dont l'agent est chargé de la surveillance).

Chaque forêt est gérée selon un plan de gestion, l'aménagement forestier se référant à :

- des directives nationales d'aménagement (DNA) périodiquement révisées et
- des directives régionales d'aménagement (DRA) approuvées ;
- des orientations de dynamisation de la sylviculture, intégrant les mesures ordinaires de la [biodiversité](#), en poursuivant la constitution d'un réseau de [réserves naturelles](#) représentatives des habitats forestiers et des espèces vivant en France, souvent incluses dans le réseau [Natura 2000](#), lequel concerne près de 1,2 million d'hectares de forêts publiques, et accompagnant le travail des [parcs nationaux](#) (avec une convention d'organisation des missions et des interventions à signer avec chaque parc).laque fixée sur un arbre marqué comme « Arbre pour la bio-diversité » par l'ONF, en forêt des Vosges.

L'ONF doit aussi renforcer « la prise en compte de la [biodiversité](#) dans la gestion sylvicole, notamment par le maintien d'une trame de [vieux arbres](#), par l'optimisation de l'[équilibre forêt-gibier](#) et via des plans de restauration d'espèces et de lutte contre les [espèces envahissantes](#) ».

En [2012](#), via des « mesures additionnelles plus spécifiques, menées notamment dans le cadre d'une mission d'intérêt général biodiversité confiée par l'État à l'ONF et financée par le Ministère de l'écologie », l'ONF contribue à protéger la biodiversité en gérant un réseau de réserves biologiques de 160 réserves (40 000 ha en métropole) incluant 40 réserves intégrales ( 16 000 ha) avec en outre 14 réserves (97 000 ha) dans les [territoires d'outre-mer](#) où l'on trouvait, en 2012, 7 réserves intégrales couvrant un total de 88 000 ha.

PIC : projet d'intérêt commun de l'Union européenne.

POS : plan d'occupation des sols.est un ancien [document d'urbanisme](#) prévu par le droit français, dont le régime a été créé par la [Loi d'orientation foncière](#) de 1967. Sa disparition a été organisée par la [Loi relative à la solidarité et au renouvellement urbains](#) du 13 décembre 2000 et la [Loi ALUR](#) du 24 mars 2014, au profit des nouveaux [Plans locaux d'urbanisme](#) (PLU).

RENECOFOR : réseau national de suivi à long terme des écosystèmes forestiers (voir dans le texte)