
DEUXIÈME RAPPORT SUR L'ÉTAT DES RESSOURCES
GÉNÉTIQUES FORESTIÈRES MONDIALES

- 2020 -

RAPPORT NATIONAL DE LA FRANCE

-

TOME 1

FRANCE MÉTROPOLITAINE



**MINISTÈRE
DE L'AGRICULTURE
ET DE L'ALIMENTATION**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Par **Lina Vigneron** et **Carole Bastianelli**,
Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Remerciements

Aux experts ayant apporté de précieuses contributions à ce tome métropolitain, en particulier à Jean-Charles Bastien (INRAE), Alain Berthelot (FCBA), Aurore Desgroux (INRAE), Arnaud Dowkiw (INRAE), Alexis Ducouso (INRAE), Bruno Fady (INRAE), Christian Ginisty (INRAE), Sabine Girard (CNPF), Rémy Gobin (INRAE), Cécile Joyeau (INRAE), François Lefèvre (INRAE), Brigitte Musch (ONF), Sylvie Oddou-Muratorio (INRAE), Luc Pâques (INRAE), Gwenaël Philippe (INRAE), Benjamin Piton (IGN), Annie Raffin (INRAE), Nicolas Ricodeau (INRAE), Leopoldo Sanchez-Rodriguez (INRAE), Frédérique Santi (INRAE), Caroline Scotti-Saintagne (INRAE), Marc Villar (INRAE).

À Pierre Bouillon pour la dynamique créée au cours des dernières années pour l'inventaire, la conservation, la sélection et l'utilisation des ressources génétiques forestières françaises, dont ce tome fait l'état.

Abréviations et acronymes

| | |
|----------------|--|
| AFORCE | Adaptation des FORêts au Changement climatiqueE |
| BGCI | Botanic Gardens Conservation International |
| CBD | Convention sur la Diversité Biologique |
| CIRAD | Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement |
| CNGRF | Comité National de la Gestion des Risques en Forêt |
| CNPF | Centre National de la Propriété Forestière |
| CNRS | Centre National de la Recherche Scientifique |
| CONQueTh | Capacité d'Occupation du Nord par les Quercus Thermophiles |
| CPFA | Centre de Productivité et d'Action Forestière d'Aquitaine |
| CRGF | Commission nationale des Ressources Génétiques Forestières |
| CRPF | Centre Régional de la Propriété Forestière |
| CTC | Comité Technique de Coordination |
| CTPS | Comité Technique Permanent de la Sélection |
| DRA | Document Régional d'Aménagement |
| DRAAF | Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt |
| DSF | Département de la Santé des Forêts |
| ECODIV (INRAE) | Écologie et biodiversité des forêts, prairies et milieux d'eau douce (ECOlogy and bioDiversity of forest, grassland and freshwater environments) |
| EFESE | Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques |
| EFI | Institut Forestier Européen (European Forest Institute) |
| ESPERENSE | RÉSeau national multiPartenaire d'Évaluation de Ressources gÉNétiques foreStièrEs pour le futur |
| EUFGIS | Système d'information européen sur les ressources génétiques forestières (European Information System on Forest Genetic Ressources) |
| EUFORGEN | Programme européen des ressources génétiques forestières (European Forest Genetic Resources Programme) |
| FAO | Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture (Food and Agriculture Organization of the United Nations) |

| | |
|---------------|--|
| FCBA | institut technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement |
| FCBN | Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux |
| FEADER | Fond Européen Agricole pour le Développement Rural |
| FOREMATIS | Système d'information européen sur les matériels forestiers de reproduction (Forest Reproductive Material Information System) |
| Forest Europe | Conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe (Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe) |
| GEN4X | réseau GENétique FOrestière pour la Recherche et l'eXpérimentation |
| GIE « SFA » | Groupement d'Intérêt Économique « Semences Forestières Améliorées » |
| GIEC | Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat |
| GIP | Groupement d'Intérêt Public |
| GIP ECOFOR | Groupement d'Intérêt Public sur les ÉCOsystèmes FOrestiers |
| GIS | Groupement d'Intérêt Scientifique |
| GIS COOP | Groupement d'Intérêt Scientifique COOPérative de données sur la croissance des peuplements forestiers |
| GIS GPMF | Groupement d'Intérêt Scientifique Groupe Pin Maritime du Futur |
| GIS Peuplier | Groupement d'Intérêt Scientifique Amélioration, sélection et Protection du Peuplier |
| GRECO | Grandes Régions ÉCOlogiques |
| H2020 | Horizon 2020 |
| IDF - CNPF | Institut pour le Développement Forestier du CNPF |
| IFN | Inventaire Forestier National |
| IGN | Institut National de l'information Géographique et forestière |
| INPN | Inventaire National du Patrimoine Naturel |
| INRAE | Institut national de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement |
| IPBES | Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Écosystémiques |
| IRD | Institut de Recherche pour le Développement |
| UICN | Union Internationale pour la Conservation de la Nature |
| IUFRO | Union Internationale des Organisations de Recherche Forestière (International Union of Forest Research Organizations) |
| JRC | Centre commun de recherche de la commission européenne (Joint Research Centre) |
| LAAAF | Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt |
| MAA | Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation |
| MFR | Matériel Forestier de Reproduction |
| MIG | Mission d'Intérêt Général |
| MNHN | Muséum National d'Histoire Naturelle |
| MTES | Ministère de la Transition Écologique et Solidaire |
| OCDE | Organisation de Coopération et de Développement Économiques |
| ONF | Office National des Forêts |
| PAIFB | Plan d'action interministériel forêt-bois |
| PBF | Plate-forme Biodiversité pour la Forêt |
| PNACC2 | Deuxième Plan National d'Adaptation au Changement Climatique |
| PNFB | Programme National de la Forêt et du Bois |
| PNRGF | Pôle National des Ressources Génétiques Forestières |
| PPE | Programmation Pluriannuelle de l'Énergie |
| PRFB | Programmes Régionaux de la Forêt et du Bois |

| | |
|---------------------|--|
| PSE | Paielement pour Services Environnementaux |
| R&D | Recherche et Développement |
| RDI - ONF | réseau Recherche Développement et Innovation de l'ONF |
| REINFFORCE | RÉseau INFrastructure de recherche pour le suivi et l'adaptation des FORêts au Changement climatique |
| RENECOFOR | RÉseau National de suivi à long terme des ÉCOsystèmes FORestiers |
| RENEssences | Réseau national d'Évaluation de Nouvelles Essences |
| RENFOR | pôle d'innovation et de pédagogie RENouvellement des peuplements FORestiers |
| RGF | Ressources Génétiques Forestières |
| RMT | Réseau Mixte Technologique |
| SECUR-MFR | SÉCURisation de l'approvisionnement en Matériels Forestiers de Reproduction |
| SER | SylvoÉcoRégion |
| SNB | Stratégie Nationale Biodiversité |
| SNBC | Stratégie Nationale Bas-Carbone |
| SNMB | Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse |
| SRA | Schéma Régional d'Aménagement |
| SRGS | Schéma Régional de Gestion Sylvicole |
| UC | Unité Conservatoire |
| UE | Union Européenne |
| UEFP (INRAE) | Unité Expérimentale Forêt Pierroton |
| UE GBFor (INRAE) | Unité Expérimentale de Génétique et Biomasse Forestières d'Orléans |
| UMR BIOFORA (INRAE) | Unité Mixte de Recherche BIOlogie intégrée pour la valorisation de la diversité des Arbres |
| UMR BIOGECO (INRAE) | Unité Mixte de Recherche BIOdiversité GÈnes et COmmunautés |
| UMR PIAF (INRAE) | Unité Mixte de Recherche Physique et Physiologie Intégratives de l'Arbre en environnement Fluctuant |
| UMR SILVA (INRAE) | Unité Mixte de Recherche SILVA |
| Unité EFNO (INRAE) | Unité Écosystèmes Forestiers de NOgent-sur-Vernisson |
| URFM (INRAE) | Unité de Recherche écologie des Forêts Méditerranéennes |

Table des Matières

| | |
|--|----|
| Remerciements | 2 |
| Abréviations et acronymes | 2 |
| Table des Matières | 5 |
| Table des Figures | 7 |
| Partie 1 : Contribution des ressources génétiques forestières au développement durable en France métropolitaine | 8 |
| Chapitre 1. Valeur et importance des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 8 |
| Fourniture de produits ligneux (bois) | 8 |
| Fourniture de produits forestiers non ligneux | 12 |
| Fournitures d'autres services écosystémiques | 14 |
| Fournitures de services écosystémiques sociaux | 16 |
| Fournitures de services écosystémiques culturels | 17 |
| Partie 2 : État de la diversité dans les forêts et les autres terres boisées en France métropolitaine | 18 |
| Chapitre 2. L'état des forêts en France métropolitaine | 18 |
| État des forêts | 18 |
| Facteurs de changements affectant les forêts et leurs ressources génétiques forestières | 26 |
| Chapitre 3. L'état des autres terres boisées en France métropolitaine | 34 |
| Chapitre 4. L'état de la diversité entre les espèces d'arbres et d'autres plantes ligneuses en France métropolitaine | 35 |
| L'inventaire des ressources génétiques forestières | 35 |
| L'évolution des populations d'arbres forestiers | 42 |
| Chapitre 5. L'état de la diversité au sein des espèces d'arbres et d'autres plantes ligneuses en France métropolitaine | 48 |
| Travaux de recherche sur la diversité génétique des arbres forestiers | 48 |
| Avancements et perspectives de la recherche sur la diversité génétique des arbres forestiers | 52 |
| Partie 3 : État de la conservation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 55 |
| Chapitre 6. Conservation <i>in situ</i> des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 58 |
| État des lieux de la conservation <i>in situ</i> des ressources génétiques forestières | 59 |
| Approches utilisées pour la conservation <i>in situ</i> des ressources génétiques forestières | 60 |
| Défis et perspectives de la conservation <i>in situ</i> des ressources génétiques forestières | 63 |
| Chapitre 7. Conservation <i>ex situ</i> des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 65 |
| État des lieux de la conservation <i>ex situ</i> des ressources génétiques forestières | 65 |
| Approches utilisées pour la conservation <i>ex situ</i> des ressources génétiques forestières | 66 |
| Défis et perspectives de la conservation <i>ex situ</i> des ressources génétiques forestières | 67 |
| Partie 4 : État de l'utilisation, de la mise en valeur et de la gestion des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 69 |

| | |
|---|-----|
| Chapitre 8. État de l'utilisation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 69 |
| Cadre réglementaire de l'utilisation des ressources génétiques forestières | 69 |
| Transcription de la réglementation européenne en droit français | 70 |
| Essences réglementées par le code forestier | 71 |
| Traçabilité des matériels forestiers de reproduction | 73 |
| Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction et conditions d'éligibilité aux aides de l'État | 74 |
| Offre et demande de matériel forestier de reproduction | 75 |
| Défis et perspectives pour l'utilisation des ressources génétiques forestières | 77 |
| Chapitre 9. État de l'amélioration génétique et des programmes de reproduction en France métropolitaine | 79 |
| État des programmes d'amélioration et de reproduction | 79 |
| Exemples de projets et programmes de recherche nationaux sur les ressources génétiques forestières dans le cadre du changement climatique | 89 |
| Transfert et diffusion de matériel génétique forestier amélioré | 91 |
| Chapitre 10. Gestion des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 92 |
| Gestion des ressources forestières | 92 |
| Politique forestière nationale et gestion des ressources génétiques forestières | 93 |
| Gérer et préserver la forêt : programmes de recherche, technologies émergentes, informations des gestionnaires | 95 |
| Partie 5 : État des capacités et des politiques en France métropolitaine | 99 |
| Chapitre 11. Cadre institutionnel pour la conservation, l'utilisation et la mise en valeur des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 99 |
| Chapitre 12. Coopération internationale et régionale en matière de ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 100 |
| Partie 6 : Défis et opportunités en France métropolitaine | 101 |
| Chapitre 13. Mesure à prendre à l'avenir en France métropolitaine | 101 |
| Références | 102 |

Table des Figures

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Récolte de bois (en m ³ ronds) par région de provenance et production de sciages, merrains et bois sous rails (en m ³ sciage) par région de production en 2018 | 11 |
| Tableau 2 : Liste des ressources génétiques forestières indigènes et non-indigènes en France métropolitaine | 35 |
| Tableau 3 : Liste des ressources génétiques forestières en France métropolitaine menacées et protégées | 39 |
| Tableau 4 : Répartition, tendances et facteurs d'évolution des populations d'essences françaises métropolitaines | 43 |
| Tableau 5 : Menaces principales affectant certaines essences françaises métropolitaines | 45 |
| Tableau 6 : Organismes, infrastructures, réseaux ou groupements impliqués dans la recherche sur les ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 49 |
| Tableau 7 : Caractérisations, évaluation et suivi de la diversité génétique réalisées pour certaines essences d'arbres forestières en France métropolitaine | 50 |
| Tableau 8 : Méthodes et technologies actuelles et émergentes utilisées pour l'évaluation, l'analyse, et le suivi de la diversité génétique pour certaines essences d'arbres forestiers en France métropolitaine | 53 |
| Tableau 9 : Nombre et surface des UC RGF <i>in situ</i> en France métropolitaine en 2014 et 2020 | 59 |
| Tableau 10 : Nombre et surface des dispositifs de conservation dynamique <i>ex situ</i> et nombre de clones* en collections nationale <i>ex situ</i> en France métropolitaine en 2014 et 2020 | 65 |
| Tableau 11 : Liste des essences d'intérêt sylvicole réglementées pour le commerce en France métropolitaine | 71 |
| | |
| Figure 1 : Les sylvoécotégions (SER) | 19 |
| Figure 2 : Surface des forêts sur le territoire métropolitain | 20 |
| Figure 3 : Surface des forêts métropolitaines par catégorie de propriété | 20 |
| Figure 4 : Surface forestière métropolitaine par type de peuplement* en forêt de production | 21 |
| Figure 5 : Répartition de la composition des peuplements* en forêt métropolitaine | 22 |
| Figure 6 : Répartition de la diversité des peuplements* en forêt métropolitaine | 23 |
| Figure 7 : Surface forestière métropolitaine par essence principale | 24 |
| Figure 8 : Répartition du volume de bois vivant sur pied en forêt métropolitaine par essence | 25 |
| Figure 9 : Répartition du taux de boisement en France métropolitaine | 26 |
| Figure 10 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts métropolitaines entre 2006 et 2017 | 27 |
| Figure 11 : Taux d'évolution de la superficie forestière par département métropolitain entre 1986 et 2015 | 27 |
| Figure 12 : Bilan des flux (Mm ³ /an) par essence en France métropolitaine sur la période 2008–2016 | 29 |
| Figure 13 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts métropolitaines de production par type de peuplement* | 30 |
| Figure 14 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts de métropolitaines par essence principale de feuillu | 31 |
| Figure 15 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts de métropolitaines par essence principale de conifère | 31 |
| Figure 16 : Répartition de la surface des forêts et autres terres boisées sur le territoire métropolitain | 34 |
| Figure 17 : Carte des dispositifs de conservation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine | 60 |
| Figure 18 : Évolution de l'offre de matériel de base en France métropolitaine entre 2004 et 2019 | 76 |
| Figure 19 : Évolution des ventes en France, exports, invendus et imports en nombre de plants forestiers en France métropolitaine entre 2013 et 2018 | 77 |
| Figure 20 : Plants forestiers vendus en France métropolitaine entre 2013 et 2018 par catégorie commerciale | 91 |

Partie 1 : Contribution des ressources génétiques forestières au développement durable en France métropolitaine

Chapitre 1. Valeur et importance des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

Les forêts métropolitaines sont multifonctionnelles : elles endossent de multiples rôles économiques, écologiques et sociaux. Sur le plan économique, elles produisent une grande variété de produits ligneux et non ligneux générateurs d'emplois et revenus dans les territoires. Sur le plan écologique, elles abritent une forte biodiversité animale et végétale, offrent des services de régulation climatique et hydraulique, de protection contre l'érosion du sol, les inondations, les glissements de terrain, etc. Sur le plan social, la filière-forêt bois permet de dynamiser l'activité des communautés locales et offre des services récréatifs aux populations rurales et urbaines. Sur le plan culturel et spirituel, la forêt française métropolitaine représente un lieu de loisirs culturels, sportifs et traditionnels et de bien être pour les riverains ainsi que les touristes. Par ces services écosystémiques rendus, les forêts contribuent fortement au développement durable du territoire métropolitain.

La diversité des ressources génétiques forestières est particulièrement importante pour bénéficier pleinement des valeurs de ces dernières et pour préserver les forêts. La motion « Intégrer la diversité génétique forestière autochtone aux objectifs de conservation des aires protégées » adoptée au congrès mondial de la nature de l'UICN en septembre 2016 reconnaît ainsi « le rôle de la diversité génétique des arbres dans la résilience et l'adaptation des écosystèmes forestiers aux effets directs et indirects du changement climatique » et « l'importance, pour le moyen et le long terme, d'une conservation dynamique de la diversité génétique qui favorise les capacités adaptatives et d'évolution des forêts face aux changements environnementaux » [1].

Fourniture de produits ligneux (bois)

Par son caractère renouvelable et sa capacité à stocker du carbone ou à se substituer à d'autres matériaux plus énergivores, par son intérêt pour une transition écologique et durable, par sa capacité à être travaillé sans grandes dépenses d'énergie et à être valorisé en totalité, le bois prend de plus en plus d'importance comme matériau mais également comme combustible dans le cadre des objectifs de développement durable. Le Groupe d'Experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat (GIEC) indique en effet dans son rapport spécial sur les conséquences d'un réchauffement planétaire de 1,5 °C que « La sélection des matériaux de construction, tels que le passage de l'acier et du béton aux matériaux à base de bois, a un impact significatif sur la réduction de la consommation d'énergie et des émissions

de CO₂. » et qu' « en ce qui concerne l'efficacité des matériaux, [...] les utilisations finales pourraient passer à des matériaux plus durables, tels que les matériaux à base de biomasse, réduisant la demande pour les matériaux énergivores » [2]. En France, les plans et programmes tels que la Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) 2020 reconnaissent ainsi la contribution de la forêt à la réduction des émissions de gaz à effet de serre « en tant que puits de carbone, ainsi que par la production de matériaux biosourcés pouvant se substituer à des matériaux émetteurs, et par la production de biomasse (bois énergie, produits connexes des industries de transformation du bois, et déchets bois). » [3].

Les produits ligneux fournis par les ressources forestières se divisent en trois principaux types de bois exploités (cf. Tableau 1) :

- Le **bois d'œuvre** est constitué par les grumes destinées au sciage et placage. Il représente la majeure partie de la production des forêts métropolitaines avec, en 2018, 20 millions de m³ ronds sur écorce de bois récolté commercialisé soit près de 52 % de la récolte de bois commercialisé. 73 % du bois d'œuvre provient de conifères, en particulier les sapins et épicéas qui représentent à eux seuls 33 % de la production de bois d'œuvre.
- Le **bois d'industrie** comporte principalement le bois de trituration destiné à la fabrication de pâtes à papiers et de panneaux de bois mais également les autres bois d'industrie destinés aux poteaux, piquets, manches d'outils, clôtures, équipements de plein air, etc. Le bois d'industrie représente, en 2018, près de 27 % de la récolte de bois commercialisé. Près de 53 % du bois d'industrie provient de conifères.
- Le **bois énergie** est destiné au chauffage et à la production de charbon de bois. Le bois énergie représente, en 2018, près de 22 % de la récolte de bois commercialisé. L'orientation par les politiques publiques vers une économie décarbonée et circulaire, par l'utilisation du bois en tant que source d'énergie renouvelable et la valorisation des petits bois et des produits issus du bois, a favorisé une valorisation accrue des produits connexes de scierie (générés lors de la production de sciages, bois sous rails, merrains mais aussi de produits de deuxième transformation) en tant que source d'énergie, en plus du débouché traditionnel en trituration. Le bois énergie constitue ainsi un moyen de valorisation économique de l'ensemble de la production forestière, d'amélioration de la gestion des peuplements forestiers et de participation du secteur forestier aux mécanismes de marché prévus par le protocole de Kyoto [4] pour la réduction de l'émission de gaz à effet de serre.

Entre 2013 et 2018, la récolte annuelle de bois commercialisé a augmenté de 8,3 % pour atteindre près de 38,9 millions de m³ ronds sur écorce récoltés. Entre 2017 et 2018, la proportion « produits accidentels » a quasiment doublé (de 0,8 % à 1,5 %) dans la récolte de bois commercialisée en raison des attaques d'insectes (scolytes) dans le Nord-Est de la France.

Concernant la valorisation des bois, 83 % des sciages produits en 2018 concernent des essences de conifères, en particulier les sapins et épicéas qui représentent à eux seuls près de

45,7 % de la production de sciages mais aussi le pin maritime (*Pinus pinaster*) et le Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) qui représentent respectivement 15,4 % et 14,6 % de la production. En 2018, la production annuelle de sciages, de bois sous rails et de merrains progresse, par rapport à 2013, de 2,3 % pour atteindre 8,3 millions de m³. Ce sont les sciages de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*) qui sont soumis à la plus forte progression avec une augmentation de la production de 57,3 % alors qu'ils ne représentent que 17,6 % des sciages de conifères en 2018. Concernant les sciages provenant de feuillus la production progresse de 3,3 %. Parmi les feuillus ce sont les sciages provenant de feuillus précieux (noyer, frêne, érable, merisier et autres fruitiers) qui sont soumis à la plus forte progression avec une augmentation de la production de 46,1 % alors qu'ils ne représentent que 2,8 % des sciages de feuillus de 2018 tandis que la production de sciages à partir de pins maritime et sylvestre (*Pinus pinaster* et *sylvestris*) diminue de 15 %.

La grande variété d'essences disponibles en métropole, notamment en feuillus précieux, et sa valorisation en produits ligneux variés a permis à la France métropolitaine de se positionner sur le marché mondial. En 2017 la récolte de bois, y compris non commercialisés, de l'Union Européenne est de 470 millions de m³ sous écorce dont 10 % de récolte française. La France métropolitaine se positionne ainsi en 4^{ème} position sur 28 pays derrière la Suède (16 %), la Finlande (13 %) et l'Allemagne (11 %).

Cette fonction de fourniture de produits ligneux a généré en 2018 près de 2,2 milliards d'euros dont 1,7 milliards générés par la commercialisation de sciages et bois sous rails.

Tableau 1 : Récolte de bois (en m³ ronds) par région de provenance et production de sciages, merrains et bois sous rails (en m³ sciage) par région de production en 2018

Source : [5]

S : donnée en secret statistique (une ou deux unités statistiques seulement concourent à la valeur de la donnée ou une unité statistique concourt pour plus de 85 % à la valeur de la donnée)

* Certifié : bois certifié FSC ou PEFC provenant de forêt gérée durablement.

| Récolte de bois | France métropolitaine | Auvergne - Rhône-Alpes | Bourgogne - Franche-Comté | Bretagne | Centre-Val De Loire | Corse | Grand Est |
|---|-----------------------|------------------------|---------------------------|--------------------|---------------------|------------------|----------------------------|
| Grumes de feuillus | 5 443 108 | 313 130 | 1 045 295 | 100 106 | 424 094 | 520 | 1 313 909 |
| Grumes de conifères | 14 599 033 | 3 654 593 | 1 929 843 | 566 126 | 318 526 | 4 663 | 1 776 713 |
| Bois de trituration | 9 583 738 | 501 464 | 1 010 929 | 130 610 | 605 844 | 0 | 2 023 249 |
| Autres bois d'industrie | 755 875 | 81 251 | 91 152 | 3 292 | 24 609 | 0 | 216 998 |
| Bois énergie | 8 511 831 | 917 068 | 827 968 | 216 912 | 652 409 | 18 547 | 2 237 736 |
| Récolte totale | 38 893 585 | 5 467 506 | 4 905 186 | 1 017 046 | 2 025 482 | 23 730 | 7 568 605 |
| <i>Dont bois certifié*</i> | <i>21 297 188</i> | <i>1 981 352</i> | <i>2 429 091</i> | <i>247 540</i> | <i>927 344</i> | <i>8 490</i> | <i>4 822 521</i> |
| <i>Dont exporté</i> | <i>3 020 334</i> | <i>95 625</i> | <i>369 066</i> | <i>26 586</i> | <i>50 567</i> | <i>0</i> | <i>1 760 785</i> |
| Production de sciages, merrains et bois sous rails | 8 299 970 | 1 869 709 | 1 505 436 | 192 094 | 162 368 | S | 1 488 168 |
| <i>Dont certifiés*</i> | <i>3 433 213</i> | <i>488 305</i> | <i>534 245</i> | <i>36 283</i> | <i>65 100</i> | <i>S</i> | <i>832 536</i> |
| Récolte de bois | Hauts-de-France | Île-de-France | Normandie | Nouvelle-Aquitaine | Occitanie | Pays de la Loire | Provence-Alpes-Côte d'Azur |
| Grumes de feuillus | 459 952 | 83 788 | 305 128 | 873 186 | 256 448 | 263 393 | 4 159 |
| Grumes de conifères | 45 840 | 6 852 | 233 756 | 4 321 070 | 1 292 613 | 326 565 | 121 873 |
| Bois de trituration | 163 588 | 50 489 | 228 064 | 3 626 469 | 824 638 | 174 484 | 243 911 |
| Autres bois d'industrie | 6 266 | 597 | 33 402 | 241 851 | 37 216 | 16 544 | 2 697 |
| Bois énergie | 638 102 | 165 596 | 437 396 | 1 115 885 | 489 638 | 294 614 | 499 962 |
| Récolte totale | 1 313 748 | 307 321 | 1 237 745 | 10 178 461 | 2 900 553 | 1 075 599 | 872 602 |
| <i>Dont bois certifié*</i> | <i>864 373</i> | <i>186 253</i> | <i>752 896</i> | <i>6 967 953</i> | <i>1 340 082</i> | <i>467 686</i> | <i>301 606</i> |
| <i>Dont exporté</i> | <i>140 039</i> | <i>16 570</i> | <i>50 006</i> | <i>265 844</i> | <i>201 003</i> | <i>24 301</i> | <i>19 942</i> |
| Production de sciages, merrains et bois sous rails | 105 233 | S | 296 796 | 1 940 340 | 484 562 | 219 571 | 33 618 |
| <i>Dont certifiés*</i> | <i>75 430</i> | <i>0</i> | <i>140 837</i> | <i>1 119 064</i> | <i>116 256</i> | <i>76 954</i> | <i>S</i> |

Fourniture de produits forestiers non ligneux

La FAO définit les produits forestiers non-ligneux comme « Biens dérivés des forêts qui sont des objets tangibles et physiques d'origine biologique autres que le bois. » [6]. Il est difficile d'estimer la valeur économique de ces produits en raison de leur fort taux d'autoconsommation ou de commercialisation via des réseaux peu structurés. Sont présentés ci-dessous les principaux produits pour lesquels des informations sont disponibles (graines forestières, plants forestiers, sapins de Noël, liège, truffes, miel, et venaison). L'absence de suivi pour les autres produits forestiers non ligneux (plantes de cueillette ornementales, aromatiques, médicinales et à parfum, cire d'abeilles, champignons sylvestres et autres produits alimentaires tels que les fruits, noix et baies, peaux, cuirs et trophées de chasse) ne permet pour le moment pas de disposer de données fiables et exhaustives sur le sujet. Divers produits listés ci-dessous tels que le miel ou les truffes sont à présent produits en majeure partie par l'agriculture, rendant floue la limite entre les produits forestiers non ligneux fournis par les forêts et ceux produits par des cultures agricoles.

- Sur la période 2017–2018, plus d'un milliard de **graines forestières** sont disponibles en approvisionnement. Le marché national des graines forestières est principalement approvisionné par les récoltes des années précédentes ayant été stockées en sécherie, et pour une faible part par les récoltes ayant été faites au cours de l'année et les importations. Pour exemple, sur 1,041 milliards de graines approvisionnées en 2017–2018, 74 % provenaient des stocks de la campagne 2016–2017, 19 % des récoltes 2017–2018, et 6 % des importations [7].
- Sur la période 2018–2019, 68,2 millions de **plants forestiers** ont été vendus en France dont 89 % de résineux, 10 % de feuillus et 1 % de plançons de peuplier. Le marché national des plants forestiers est principalement approvisionné par la production nationale (production des pépinières françaises), et pour une faible part par les importations. Sur 71 millions de plants vendus en France en 2018–2019, 97 % provenaient de la production nationale et 3 % des importations. Les plants et plançons produits, s'élevant à 73,7 millions pour cette campagne, sont principalement destinés à cet approvisionnement du marché national : les exportations et les invendus ne représentent respectivement que 3 % et 5 % des destinations de la production nationale totale tandis que 92 % sont destinés aux ventes en France. [8].
- Les cultures de **sapins de Noël**, selon les définitions internationales [6], sont ou non incluses dans les forêts. En France, les cultures de sapins de Noël sont considérées comme des activités agricoles. Les essences utilisées pour la production de sapins de Noël sont les suivantes : *Picea abies*, *Picea pungens*, *Picea omorika*, *Picea engelmannii*, *Abies nordmanniana*, *Abies nobilis*, *Abies grandis*, *Abies fraseri*, *Abies balsamea*, *Abies alba*, *Pinus sylvestris*, *Pinus pinaster* [9]. Considérés comme végétaux d'ornement lorsqu'utilisés à cette fin, les sapins (végétaux) représentent 5,8 millions de ventes en

France en 2019 pour une valeur commerciale de 158,9 millions d'euros. Les sapins de Nordmann (*Abies nordmanniana*) représentent à eux seuls 78,3 % des volumes pour 82,6 % de la valeur d'achat tandis que la part des épicéas (*Picea spp.*) diminue avec 18,6 % du volume en 2018 contre 23,7 % en 2014 pour 14,8 % de la valeur d'achat [10]. En France métropolitaine, cette production représente environ 5 000 hectares principalement localisés dans le Morvan, la Corrèze, le Limousin, le Jura et les Ardennes.

- Concernant le **liège**, la production annuelle française atteint plus de 1 600 tonnes sur la période 2017–2018 suite à un effort de redynamisation de la filière. Les suberaies (forêts de chênes lièges) françaises couvrent environ 65 000 hectares, soit 4 % de la surface mondiale des suberaies, principalement localisés dans le sud du pays [11].
- Bien que la production française de **truffes** s'effectue majoritairement en plantations truffières et ne relève donc pas du milieu forestier, la quantité de truffe récoltées en forêt serait de 11 tonnes par an environ. Cette quantité est néanmoins sujette à de fortes variations annuelles liées aux conditions climatiques, qui font varier les prix du marché d'une année à l'autre [12]. La récolte des autres champignons sylvestres comestibles passant par les circuits de commercialisation est évaluée à 5 000 tonnes par an en moyenne. Cette récolte n'est pas suffisante pour alimenter la demande française en champignons, le marché est donc principalement approvisionné par les importations [13]. La majeure partie de la récolte des champignons sylvestres comestibles est cependant effectuée par des particuliers dans un but d'autoconsommation ou de vente hors circuits officiels de commercialisation. Il n'existe, à ce jour, pas de suivi systématique de la récolte totale et de l'exploitation commerciale des truffes forestières et autres champignons sylvestres comestibles en France métropolitaine.
- En 2018, la récolte de **miel** français est la plus importante depuis 2014 avec 27 736 tonnes dont 5 600 tonnes (22 %) de miels de robinier, de châtaignier et « de forêt ». La valeur commerciale de ces miels forestiers serait estimée, pour une valeur moyenne de 6,50 € / kg, à près de 37 millions d'euros. Cette quantité est néanmoins sujette à de fortes variations annuelles liées aux conditions climatiques et il n'est pas évident de distinguer les miels produits en forêts de ceux produits à partir de végétaux hors forêts [14].
- Concernant la **venaison** sur la période 2017–2018, près de 1,4 million de cerfs, chevreuils et sangliers sauvages ont été chassés (62 418 cerfs, 585 925 chevreuils, et 756 149 sangliers). Ces effectifs correspondent à environ 36 700 tonnes de viande (3 120 tonnes de cerf, 7 030 tonnes de chevreuil, et 26 500 tonnes de sanglier). La valeur « équivalent prix du marché » de cette quantité totale de gibier est estimée à près de

339 millions d'euros. Cette valeur inclut néanmoins une forte part inconnue, qui pourrait atteindre 80 %, de gibier autoconsommé et de ce fait non commercialisé. Les prélèvements d'animaux sauvages sont croissants sur les 5 dernières années avec en moyenne +2 % de prélèvements pour le cerf, +1 % pour le chevreuil et +5 % pour le sanglier [15] [16]. Malgré ces prélèvements croissants, les populations de grands ongulés augmentent rapidement [17] [18]. Cela constitue une menace pour les forêts et leur renouvellement dans les massifs forestiers en déséquilibre sylvocynégétique (cf. chapitre 2).

Ces informations sur la récolte, consommation et commercialisation de produits forestiers non ligneux témoignent de leur importance à l'échelle des marchés nationaux et internationaux mais également à l'échelle territoriale, dans la mesure où ils représentent des moyens d'approvisionnement des populations. En effet, la majeure partie des produits forestiers non ligneux sont autoconsommés ou vendus localement.

Fournitures d'autres services écosystémiques

La réglementation française fait de la multifonctionnalité le principe fondamental de la politique forestière. En particulier, la Loi n°2014-1170 du 13 octobre 2014 (LAAAF : Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt) [19] a inscrit dans le code forestier la reconnaissance de l'intérêt général de la conservation des ressources génétiques forestières :

Code forestier – Article L 112-1 [20]

« Les forêts, bois et arbres sont placés sous la sauvegarde de la Nation, sans préjudice des titres, droits et usages collectifs et particuliers.

Sont reconnus d'intérêt général :

- 1° La protection et la mise en valeur des bois et forêts ainsi que le reboisement dans le cadre d'une gestion durable ;
- 2° La conservation des ressources génétiques et de la biodiversité forestières ;
- 3° La protection de la ressource en eau et de la qualité de l'air par la forêt dans le cadre d'une gestion durable ;
- 4° La protection ainsi que la fixation des sols par la forêt, notamment en zone de montagne ;
- 5° La fixation du dioxyde de carbone par les bois et forêts et le stockage de carbone dans les bois et forêts, le bois et les produits fabriqués à partir de bois, contribuant ainsi à la lutte contre le changement climatique.

Il est tenu un inventaire permanent des ressources forestières de la Nation. »

Autres que les produits forestiers mentionnés ci-dessus, les ressources forestières fournissent ainsi d'autres services écosystémiques sources de valeurs environnementales, sociales et culturelles spécifiques. Ces services sont susceptibles de revêtir un caractère marchand lorsqu'ils font l'objet d'un échange financier.

Les **services écosystémiques de soutien** fournis par les ressources forestières comprennent la préservation des habitats et de la biodiversité et la constitution des sols et des cycles nutritionnels. En France métropolitaine la forêt est un écosystème complexe qui abrite 72 % des espèces de la flore nationale, 73 espèces de mammifères, 120 espèces d'oiseaux et près de 30 000 espèces d'insectes, de décomposeurs, de champignons, etc. [21]. À titre d'exemple, les abeilles présentes en forêt sont d'une utilité environnementale majeure dans le maintien de la biodiversité végétale via leur action de pollinisation. Elles peuvent également jouer un rôle de bioindicateurs de par leur sensibilité aux variations du milieu. Les champignons sylvestres peuvent aussi indiquer le niveau de biodiversité et de pollution du milieu. Certains habitats forestiers sont reconnus pour leur intérêt prioritaire au titre de la diversité ; par exemple des forêts de chênes lièges dans lesquelles les peuplements peuvent atteindre plus de 150 ans et qui constituent un habitat unique disposant d'une forte diversité animale et végétale, ont été reconnues par l'Union européenne dans le cadre des habitats d'intérêt prioritaires du réseau Natura 2000 [22]. Enfin, les arbres possèdent, par leurs racines pouvant descendre au contact de la roche-mère, une influence cruciale dans la formation et le maintien des sols et des cycles nutritionnels.

Les **services écosystémiques de régulation** fournis par les ressources forestières comprennent notamment la régulation climatique et hydraulique ainsi que l'épuration de l'air et de l'eau. La séquestration du carbone, son stockage à moyen-long terme au sein des arbres, du sol forestier et des produits du bois, et la substitution des émissions dues à l'utilisation de matériaux et combustibles plus énergivores par l'utilisation du bois sont aujourd'hui l'un des services écosystémiques forestiers les plus connus [20].

En France métropolitaine, la forêt séquestre annuellement 87 millions de tonnes de CO₂eq, soit l'équivalent d'environ 19 % des émissions annuelles françaises [23], et permet de stocker 313 millions de tonnes de CO₂ dans les produits du bois pour une durée moyenne de 50 à 100 ans. La substitution des émissions grâce à l'utilisation des produits bois est quant à elle estimée à près de 30 millions de tonnes de CO₂ par an [21]. Les forêts participent également à la régulation d'autres gaz tels que le dioxygène, l'ozone, le méthane, etc. De plus, la forêt possède une fonction d'épuration par le captage des poussières et des pollutions microbiennes de l'air. Enfin l'absorption, la rétention et la restitution atmosphérique de l'eau et de l'humidité par les forêts et leurs sols les rendent indispensable à la régulation du cycle de l'eau et à l'épuration de l'eau en direction des nappes souterraines [24].

Les **services écosystémiques de protection** fournis par les ressources forestières comprennent notamment la protection des sols contre l'érosion par l'eau et par l'air, la protection des côtes, la protection contre les crues, les inondations, l'envahissement des eaux

et des sables en zone côtière, les avalanches, coulées de boues et glissements de terrains. De plus, il est admis en zone méditerranéenne qu'une forêt bien entretenue et suffisamment diversifiée permet une protection contre le risque d'incendies.

Ces services écosystémiques forestiers peuvent prendre un caractère marchand lorsqu'ils sont rémunérés. On nomme services environnementaux les interventions humaines qui contribuent à préserver les fonctions écologiques, c'est-à-dire à maintenir voire développer les services écosystémiques. Bien que la valeur économique actuelle de la filière forêt-bois repose essentiellement sur la rémunération d'un seul service environnemental (la fourniture de produits ligneux), la société renforce ses attentes vis-à-vis des autres services écosystémiques rendus par les forêts sans pour autant rémunérer les forestiers qui mettent en œuvre des pratiques sylvicoles permettant la production de ces services écosystémiques. L'Évaluation Française des Écosystèmes et des Services Écosystémiques (EFESE) vise à améliorer le niveau de connaissance sur l'état des services écosystémiques, notamment forestiers, afin de mieux les prendre en compte dans les politiques publiques et les décisions privées [25]. Les pratiques sylvicoles permettant de les maintenir et valoriser pourrait ainsi passer par une rémunération appelée « Paiement pour Services Environnementaux » (PSE) [26]. Par exemple, le Label Bas-Carbone [27], mis en place en France par le Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES), est un PSE permettant de rémunérer les forestiers et les agriculteurs pour des pratiques valorisant un service environnemental ciblé : le stockage du carbone. Les contrats Natura 2000, portés par le MTES et financés par le Fond Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER), sont également des PSE permettant de rémunérer les actions de préservations des habitats et des espèces d'intérêt communautaire de la directive européenne « Habitats Faune Flore » [28]. À l'échelle régionale, des initiatives de PSE se développent comme l'outil mis en œuvre par l'association Sylv'actes [29] en région Auvergne-Rhône-Alpes rémunérant les pratiques sylvicoles favorables pour la biodiversité et le paysage.

Fournitures de services écosystémiques sociaux

La filière forêt-bois française regroupe et est indirectement liée à de nombreuses activités économiques : sylviculture et gestion forestière, fabrication d'équipements d'exploitation forestière, exploitation forestière, transformation du bois, travail du bois et fabrication de produits en bois, industrie du papier et du carton, transport et commerce de bois et de produits bois, construction à partir de bois, enseignement et recherche sur la forêt et le bois, environnement, etc. La filière forêt-bois représente en 2020 plus de 450 000 emplois [30]. Ces emplois permettent une dynamisation de l'activité et de l'économie rurale et participent de ce fait au développement des territoires ruraux et des démarches territoriales centrées sur la forêt.

La forêt est également un lieu de loisirs récréatifs, éducatifs, et sportifs essentiels au bien-être des populations. 51 % de la population métropolitaine déclare se rendre au moins une fois par mois en forêt et 87 % au moins une fois par an [31]. La surface forestière métropolitaine

moyenne par habitant est de 0,26 hectare, faisant de l'accès sécurisé des forêts au public un enjeu social majeur. Si la forêt publique est ouverte à tous les publics, la forêt privée est, elle aussi, majoritairement ouverte au public : 85 % des propriétaires regroupant 72 % de la surface forestière privée déclarent autoriser l'accès du public à leur forêt [32].

Ces services écosystémiques sociaux forestiers peuvent prendre, au sens large, un caractère marchand via les activités récréatives, éducatives, et sportives non gratuites ou nécessitant une location. Les locations du droit de chasse auraient généré à elles seules près de 108 millions d'euros en 2012 dont 63 millions d'euros en forêts publique et près de 45 millions d'euros en forêt privée [32].

Fournitures de services écosystémiques culturels

Les services écosystémiques culturels et spirituels fournis par les ressources forestières sont fondés sur les valeurs culturelles, historiques, patrimoniales, symboliques, spirituelles, esthétiques ou encore paysagères des forêts et aux activités qui y sont associées. Ils jouent un rôle important dans la perception par la population française des forêts comme « patrimoine à transmettre aux générations futures » et comme « réservoir de nature ». Ces services écosystémiques culturels et spirituels forestiers sont principalement non marchands [32].

Par la fourniture de ces nombreux produits et services écosystémiques, les ressources génétiques forestières possèdent un intérêt grandissant pour les acteurs du monde forestier et pour la société civile : de plus en plus de citoyens se mobilisent pour défendre le maintien de ces ressources dans le contexte de changements globaux. L'État français mène une politique forestière nationale visant au maintien et à la valorisation des ressources génétiques forestières, notamment par le soutien de la protection de la biodiversité, la recherche, le développement, l'innovation et l'enseignement sur les écosystèmes forestiers, et la gestion des risques pour ou par les forêts (cf. chapitre 10).

Partie 2 : État de la diversité dans les forêts et les autres terres boisées en France métropolitaine

Chapitre 2. L'état des forêts en France métropolitaine

État des forêts

Selon la FAO, « *La forêt désigne toute formation d'au moins 0,5 hectare et de largeur supérieure ou égale à 20 mètres, composée d'arbres capables d'atteindre une hauteur supérieure à 5 m à maturité in situ et dont le couvert boisé absolu total est supérieur ou égal à 10 %. Elle n'inclut pas les terrains boisés dont l'utilisation prédominante du sol est agricole ou urbaine. Les forêts « de production » sont disponibles pour la production de bois, c'est-à-dire que l'exploitation de bois n'est pas rendue impossible en raison de l'inaccessibilité physique ou de l'affectation à d'autres usages. Les terrains artificialisés sans végétation (routes forestières) sont exclus* » [6].

L'institut national de l'information géographique et forestière (IGN) est en France chargé de l'inventaire permanent des ressources forestières nationales. La France est divisée en 11 Grandes Régions ÉCOlogiques (GRECO). Chaque GRECO est un regroupement de sylvoécORégions et présente des caractéristiques bio-climatiques proches pour la production forestière. Une SylvoÉCOrégion (SER) correspond à une zone géographique suffisamment vaste à l'intérieur de laquelle la combinaison des valeurs prises par les facteurs déterminant la production forestière ou la répartition des habitats forestiers est originale. Il existe 86 SER en France métropolitaine, plus 5 SER d'alluvions récentes [33].

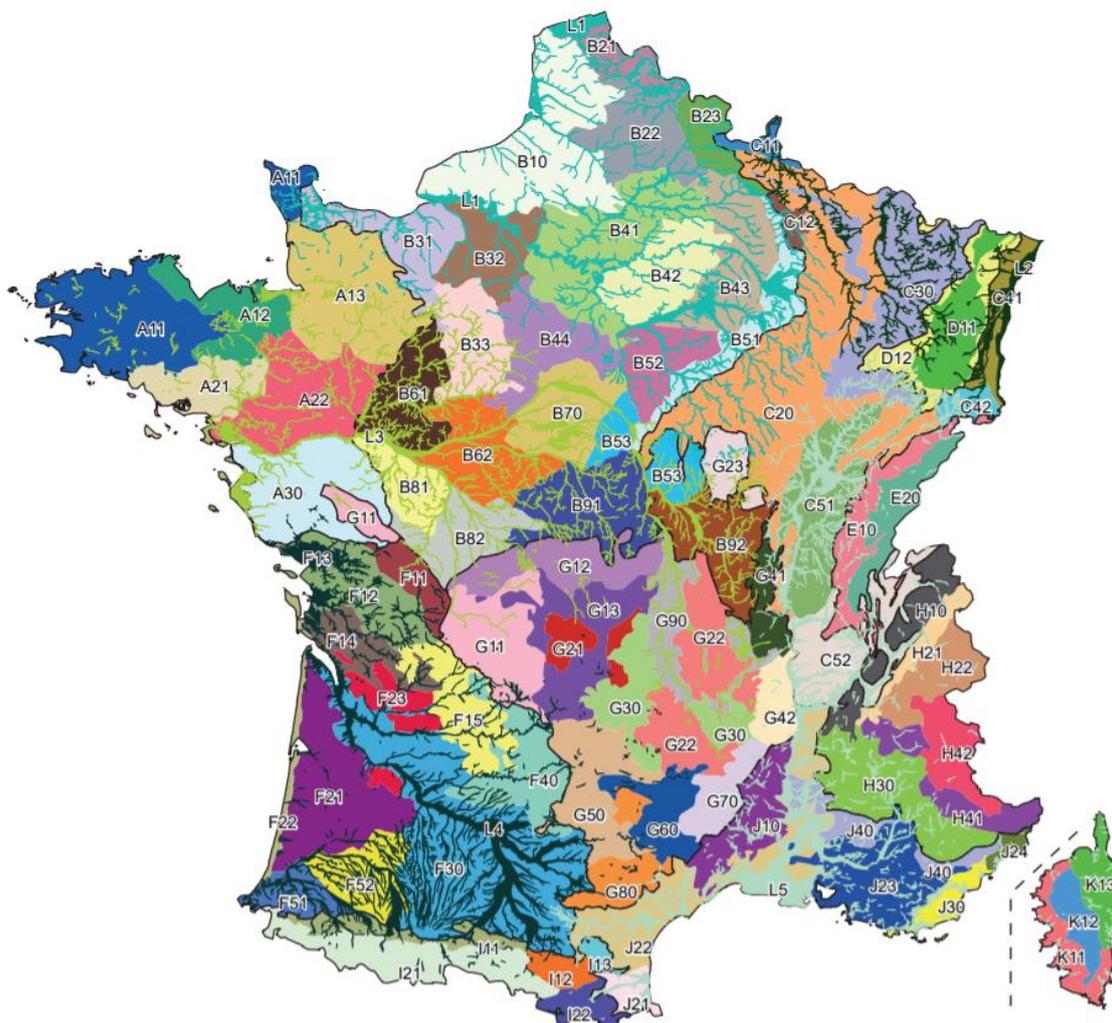


Figure 1 : Les silvoécórégions (SER)

Source : Carte IGN [33]

La forêt française métropolitaine est une forêt tempérée et recouvre 31 % du territoire soit 16,8 millions d’hectares. La France se place ainsi comme quatrième pays le plus boisé d’Europe derrière la Suède, la Finlande, et l’Espagne. Seulement 2 % de la forêt n’est pas disponible pour la production (forêts dans lesquelles des restrictions juridiques ou des restrictions découlant d’autres décisions politiques excluent totalement ou limitent considérablement la production de bois) [34]. En considérant les autres obstacles à l’exploitation (forêts situées sur des terrains inaccessibles pour l’exploitation, forêts dont la productivité matérielle ou la qualité du bois est trop faible et/ou dont les coûts d’abattage et de transport sont trop élevés pour justifier des coupes, etc.), jusqu’à 11 % de la forêt française métropolitaine n’est pas disponible pour la production [35].

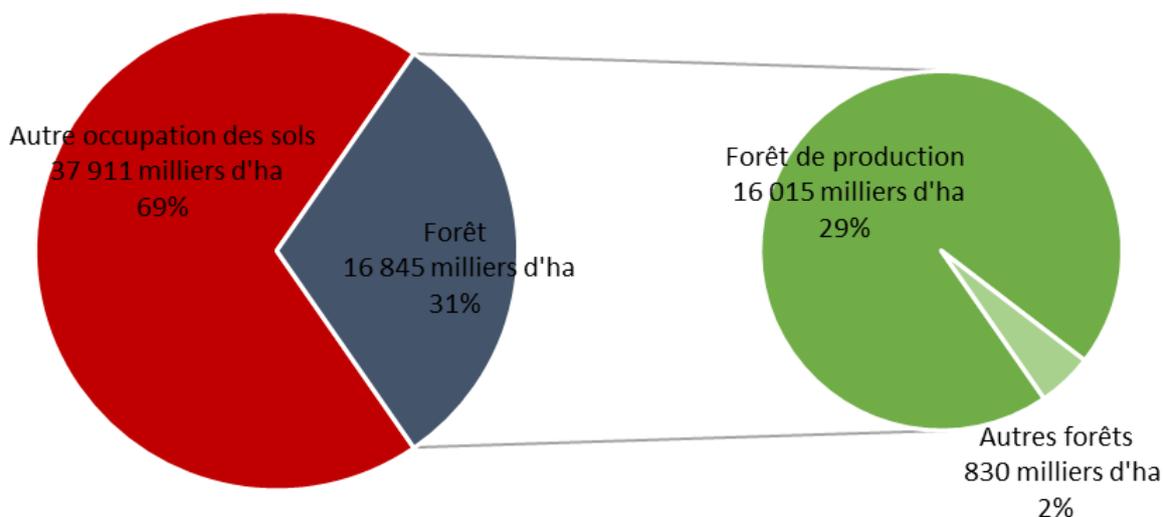


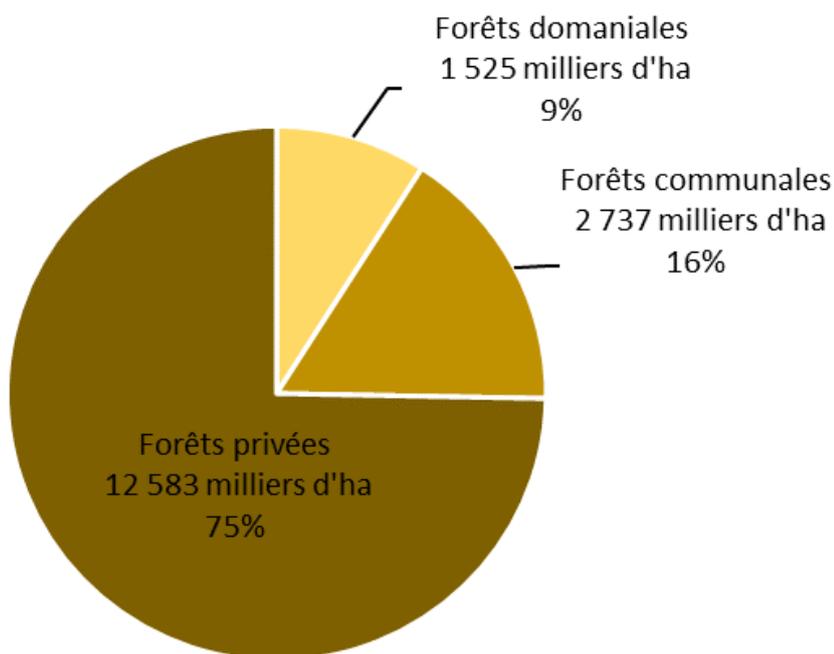
Figure 2 : Surface des forêts sur le territoire métropolitain

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017

75 % de la forêt est de propriété privée et 25 % est publique, dont 9 % de forêts domaniales (appartenant à l'État français) et 16 % de forêts communales (propriétés des communes) [34].

Figure 3 : Surface des forêts métropolitaines par catégorie de propriété

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017



Les feuillus dominent 66 % des peuplements forestiers métropolitains soit plus de 10 millions d'hectares de forêt de production [34].

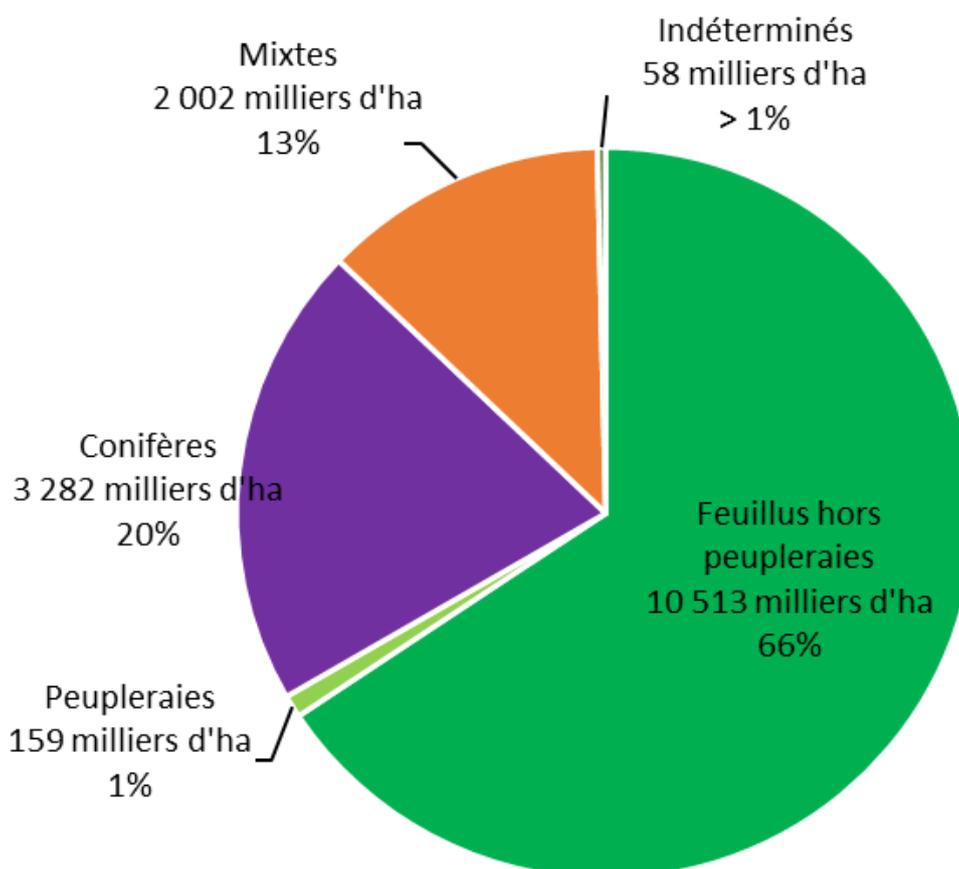


Figure 4 : Surface forestière métropolitaine par type de peuplement* en forêt de production

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017

* Peuplement de feuillus, conifères ou mixtes : peuplement dans lequel les essences retenues pour le calcul de la composition sont pour 75 % du couvert des essences feuillues, conifères ou mixtes (feuillus et conifères en mélange dont aucun n'atteint les 75 % de couvert), par définition les peupleraies sont toujours feuillues.

Les feuillus sont surtout présents en plaine ou à moyennes altitudes tandis que les conifères sont principalement présents en montagne et dans les plantations récentes de l'Ouest, en particulier dans le massif landais. Les peuplements mixtes sont principalement situés en montagne. Les peuplements comprennent en moyenne 6 espèces d'arbres par placette d'inventaire (700 m²) bien que cette moyenne varie entre régions [36].

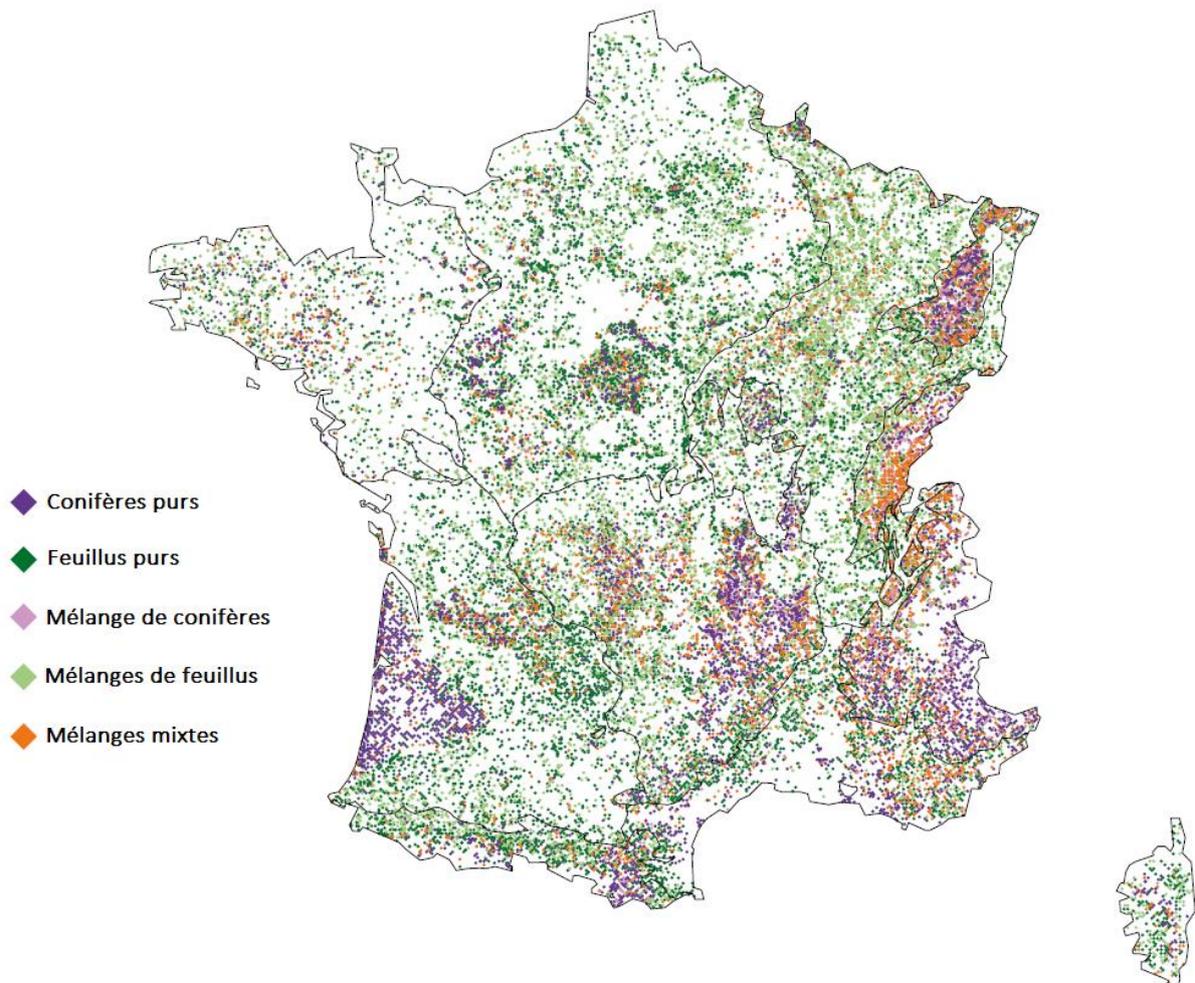


Figure 5 : Répartition de la composition des peuplements* en forêt métropolitaine

Source : Carte IGN [36]

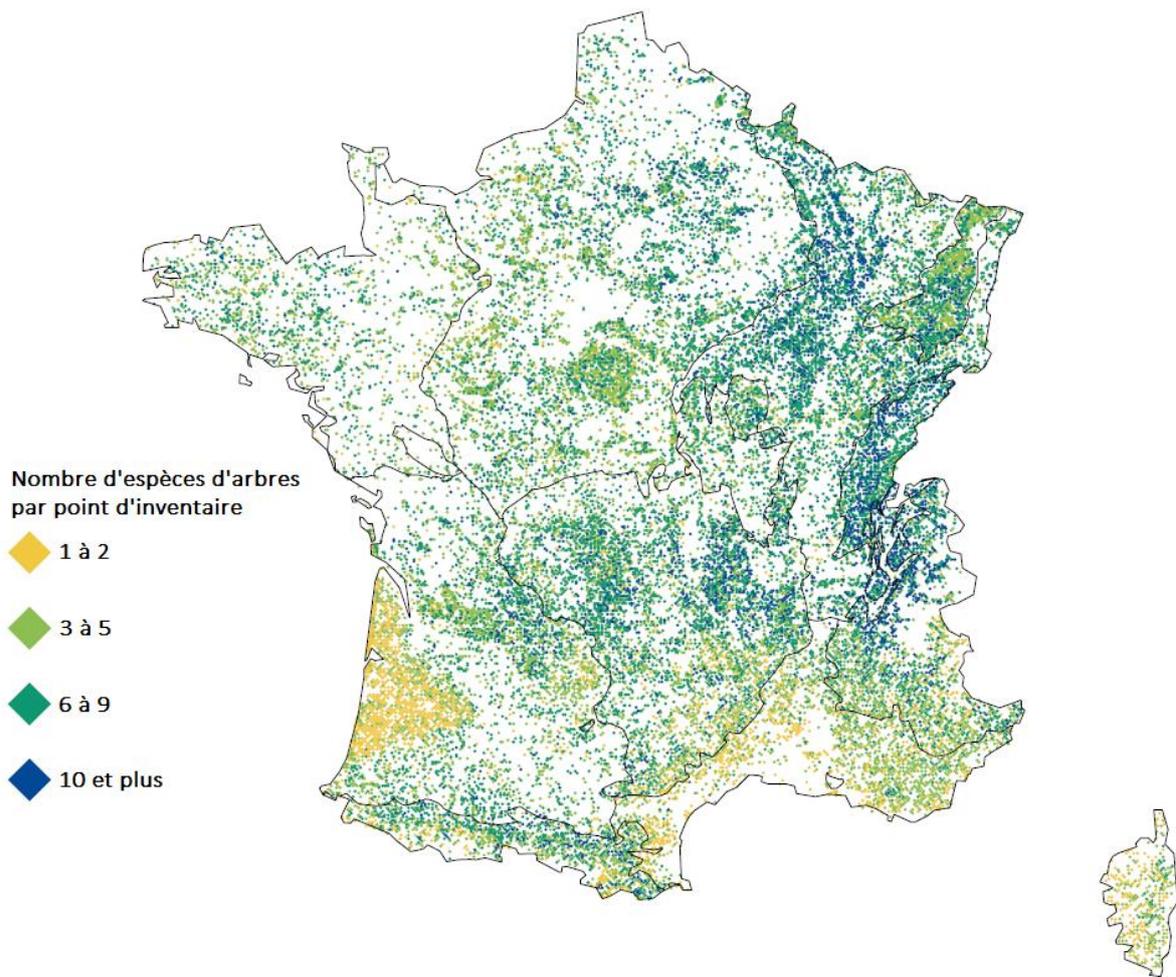


Figure 6 : Répartition de la diversité des peuplements* en forêt métropolitaine

Source : Carte IGN [36]

Les chênes pédonculé (*Quercus robur*), sessile (*Quercus petraea*), pubescent (*Quercus pubescens*), le hêtre commun (*Fagus sylvatica*), puis les pins maritime (*Pinus pinaster*) et sylvestre (*Pinus sylvestris*) sont les essences principales de la majeure partie des peuplements en forêt métropolitaine [34].

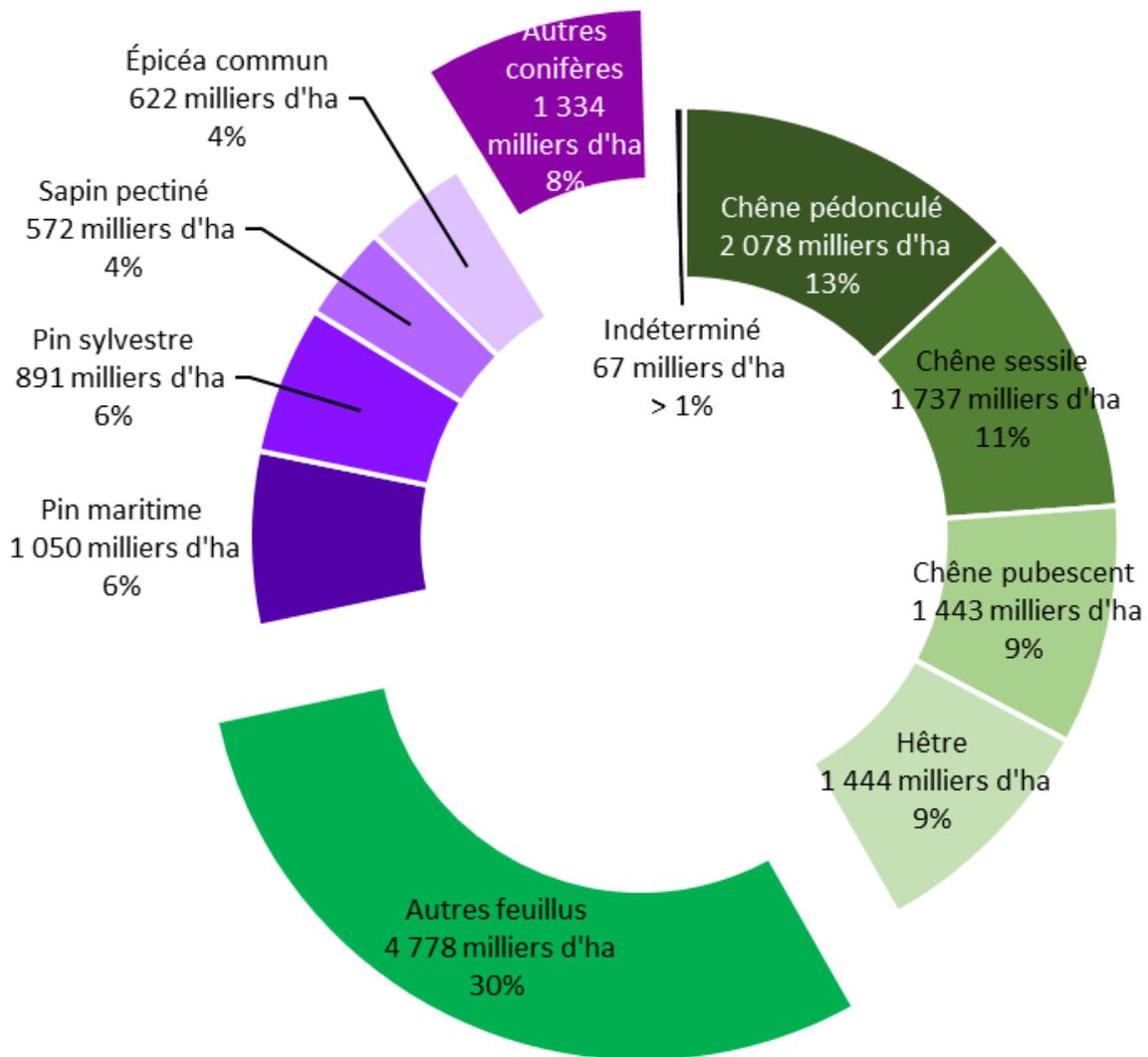


Figure 7 : Surface forestière métropolitaine par essence principale

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017

Le volume de bois sur pied en forêt métropolitaine est en moyenne de 174 m³/ha. Cette moyenne est plus élevée en forêt publique, avec un volume moyen de 198 m³/ha, qu'en forêt privée, avec un volume moyen de 166 m³/ha. Le volume total de bois sur pied en forêt métropolitaine s'élève à 2,8 milliards de mètres cubes dont 64 % d'essences feuillues. Les chênes (*Quercus spp.*) représentent 44 % du volume des feuillus tandis que l'épicéa commun (*Picea abies*) et le sapin pectiné (*Abies alba*) représentent 43 % du volume des conifères [37].

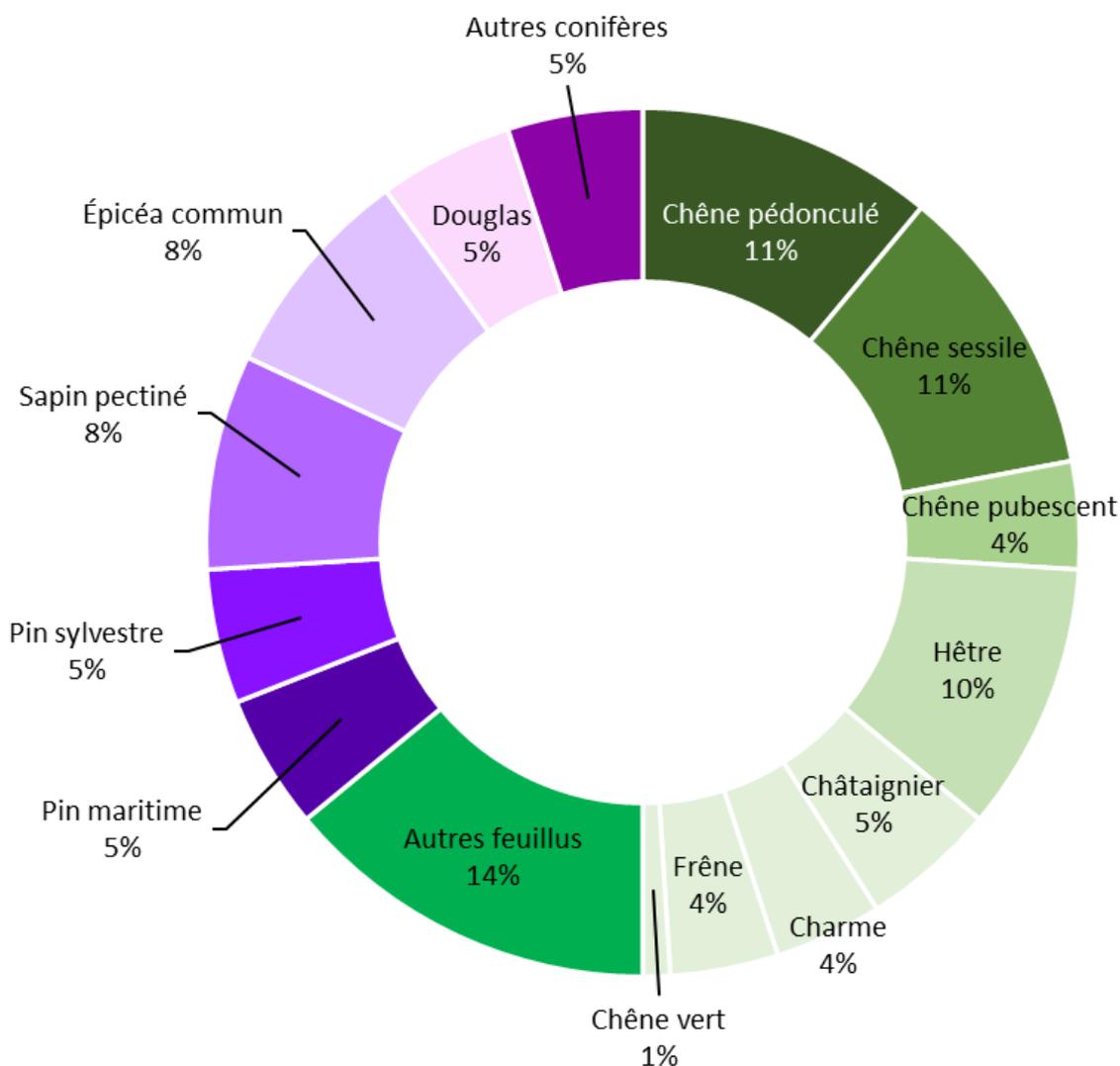


Figure 8 : Répartition du volume de bois vivant sur pied en forêt métropolitaine par essence

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017

Facteurs de changements affectant les forêts et leurs ressources génétiques forestières

Le taux de boisement varie selon les régions et départements, allant de 12 % pour la région Pays de la Loire à 62 % pour la région Corse. La moitié sud et la partie est de la France regroupent une grande partie des forêts métropolitaines. Ces variations sont dues à de nombreux facteurs écologiques (relief, richesse des sols) ainsi qu'historiques, économiques et sociaux (catégorie de propriétés, prégnance de l'agriculture) [34].

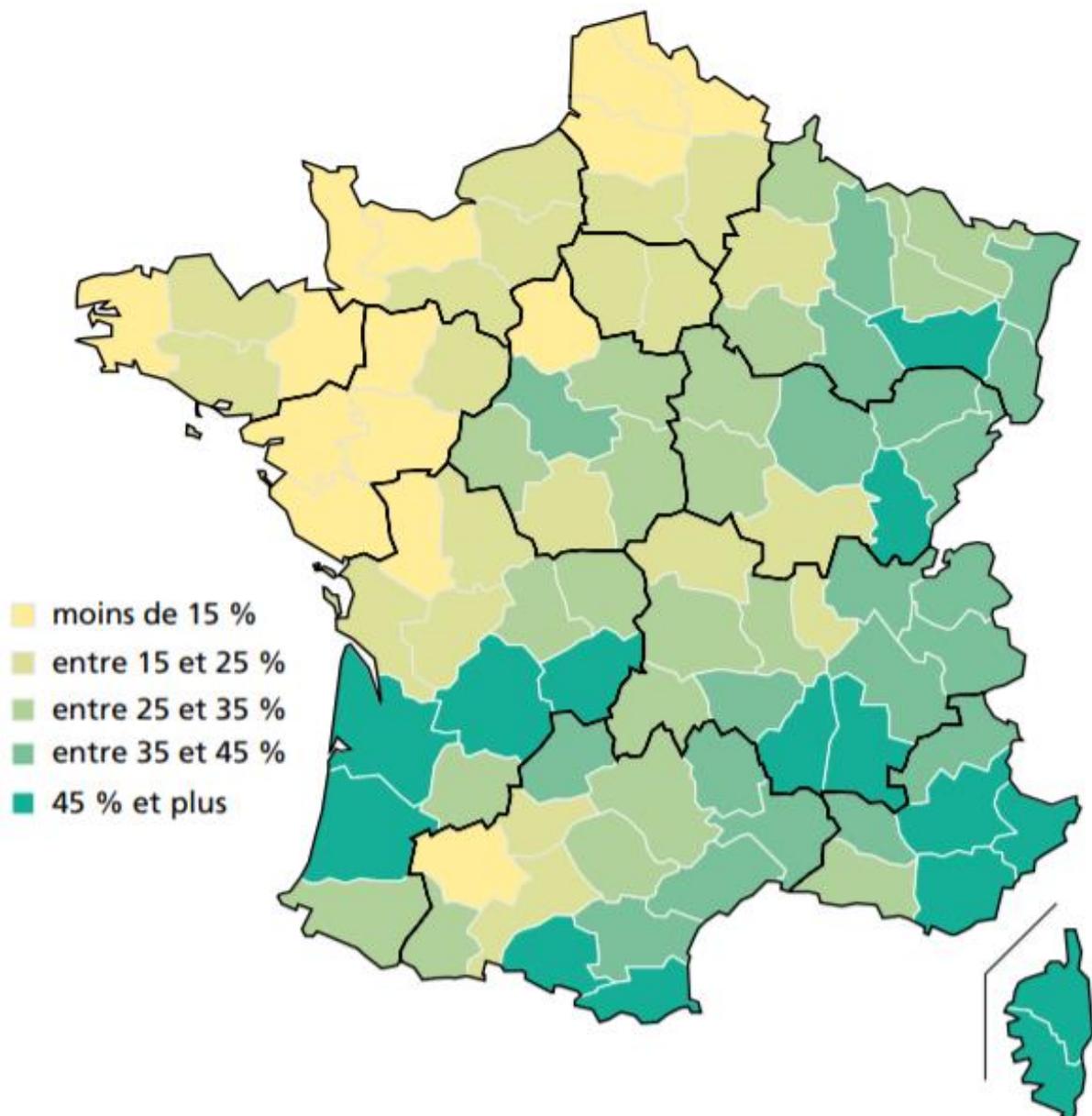


Figure 9 : Répartition du taux de boisement en France métropolitaine

Source : Carte IGN : Campagnes 2008-2012 [37]

La superficie forestière augmente tous les ans : en 1986 la forêt française métropolitaine recouvrait 26 % du territoire soit 14,2 millions d'hectares. Cet accroissement dure depuis plus de 150 ans et est notamment dû à la déprise agricole (colonisation par la forêt des espaces délaissés par l'agriculture au cours de la révolution industrielle), à l'abandon à cette même période de l'utilisation intensive du bois de combustion, à des efforts de reboisement dirigés par l'État en particulier dans les zones montagneuses et à une gestion publique collective importante dans les zones très agricoles (nord-ouest de la France) ou soumises à la pression urbaine (Île-de-France, Nord-Pas-de-Calais) où les derniers massifs forestiers sont principalement des forêts domaniales dont la protection est forte. La part de forêt publique et privée reste stable au cours du temps [34].

Figure 10 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts métropolitaines entre 2006 et 2017

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National

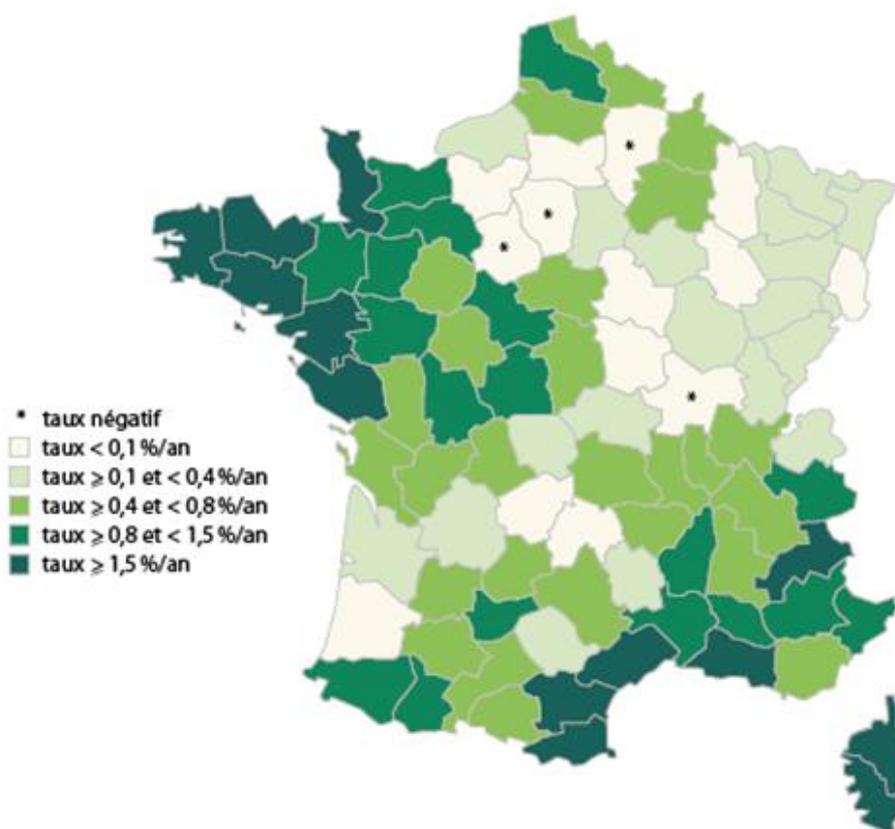
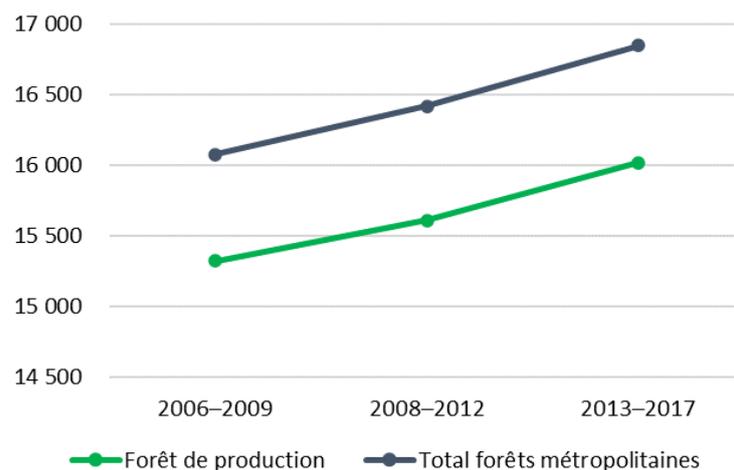


Figure 11 : Taux d'évolution de la superficie forestière par département métropolitain entre 1986 et 2015

Source : Carte IGN [34]

Le volume de bois sur pied augmente chaque année, du fait d'une production biologique en bois supérieure aux prélèvements et à la mortalité annuelle. Entre les périodes 2005–2012 et 2009–2017 en forêt de production, le taux moyen de mortalité est passé de 9 % à 12 % de la production biologique brute (notamment en raison de la hausse des épisodes consécutifs de canicules et de sécheresses profitant aux ravageurs, des gelées tardives, ainsi que des impacts des problèmes sanitaires comme l'encre du châtaignier ou la chalarose du frêne) [38] et le taux moyen de prélèvements est passé de 50 % à 60 % de la production biologique nette (la production biologique nette correspond à la production biologique brute dont la mortalité a été déduite). Malgré une légère augmentation le taux de prélèvements reste modéré, ce qui peut s'expliquer en partie par les difficultés d'accès ou la relative jeunesse de certaines forêts, mais également par le morcellement des forêts privées dont la petite taille et le nombre important de propriétaires ne facilitent pas la gestion.

Ces taux varient entre les catégories de propriétés avec une mortalité plus élevée dans les forêts privées, étant de 13 % en 2009–2017 contre moins de 10 % dans les forêts publiques sur la même période, et avec des prélèvements plus élevés dans les forêts domaniales : 79 % en 2009–2017 contre moins de 60 % dans les autres forêts publiques et les forêts privées sur la même période [34].

Le volume de bois sur pied varie également entre les régions, allant de moyennes supérieures à 200 m³/ha dans les régions de l'Est de la France à des moyennes inférieures à 150 m³/ha dans les régions du Sud en raison des conditions de milieu moins favorables à la productivité forestière en zone méditerranéenne et aux tempêtes subies par le Sud-Ouest mais aussi aux modes de gestion et aux catégories de propriétés forestières [39].

En 2008-2016, le taux moyen de mortalité était légèrement plus élevé (13 %) pour les feuillus que pour les conifères (10 %) notamment en raison de problèmes sanitaires du châtaignier (*Castanea sativa*), touché par l'encre du châtaignier, et du frêne (*Fraxinus excelsior*), touché par la chalarose (*Chalara fraxinea*). Le taux moyen de prélèvements est plus faible pour les feuillus (50 %) que pour les conifères (73 %). Ce taux moyen de prélèvements varie entre les essences, particulièrement au sein des feuillus avec par exemple 58 % pour le hêtre commun (*Fagus sylvatica*) et 26 % pour le chêne pubescent (*Quercus pubescens*) [39].

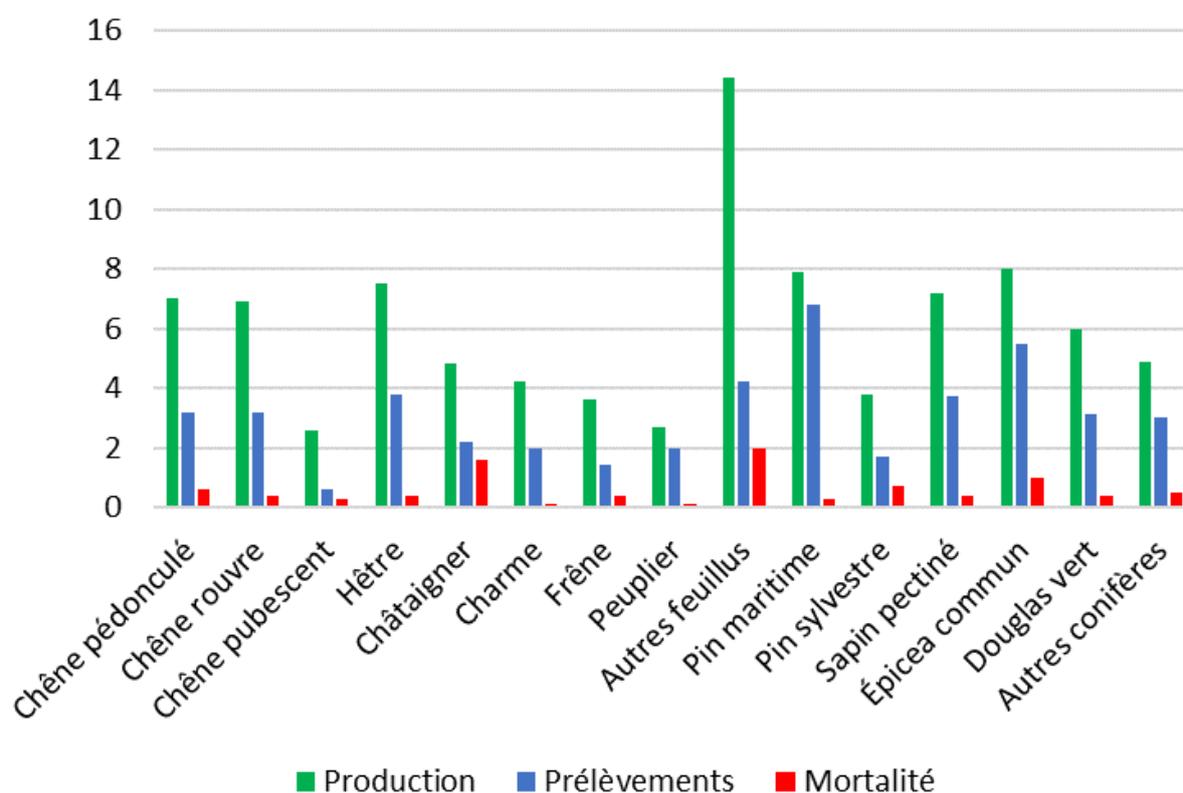


Figure 12 : Bilan des flux (Mm³/an) par essence en France métropolitaine sur la période 2008–2016

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : La production annuelle en volume 2018

La superficie des peuplements à essence principale feuillue, moins prélevés car moins valorisés, augmente ces dernières années. Concernant les chênes vert et pubescent (*Quercus ilex* et *pubescens*), caractéristiques des régions du sud, la croissance de leur superficie forestière pourrait être due à la déprise agricole qui libère des sols superficiels et contraignants auxquels ces essences sont adaptées, précisément dans le Sud de la France, et au changement climatique. La superficie des peuplements à essence principale résineuse reste sensiblement stable ces dernières années [34].

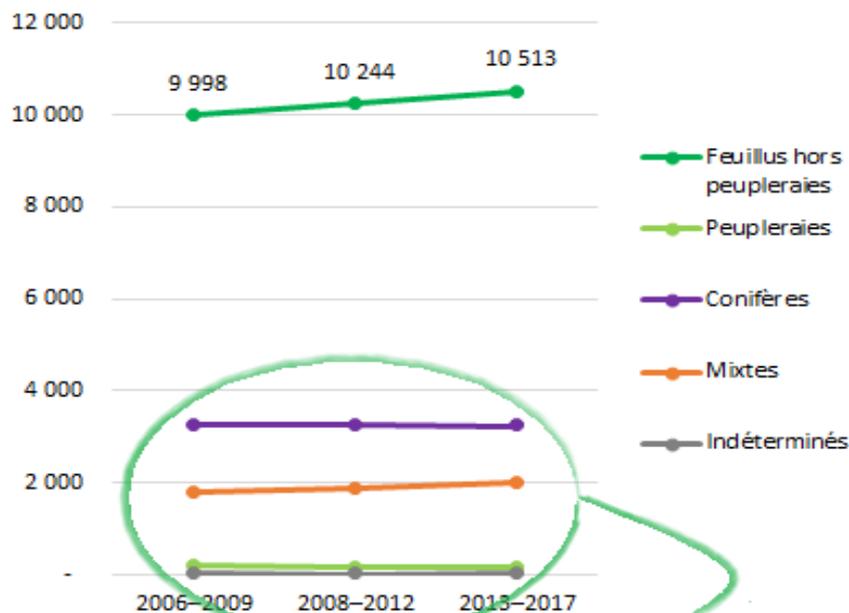
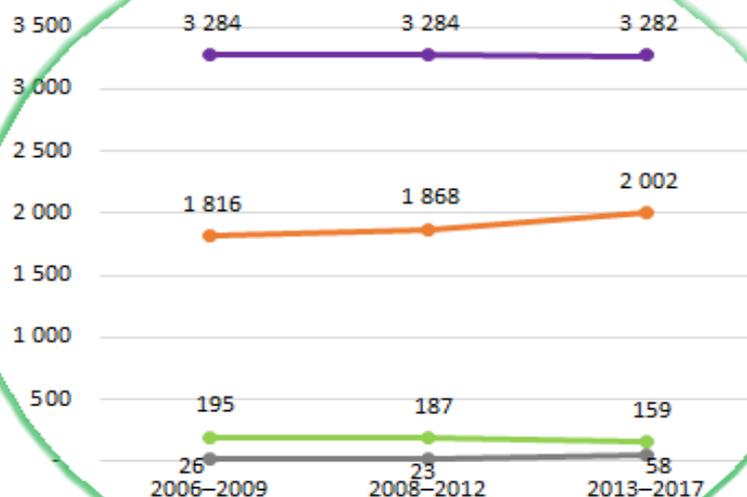


Figure 13 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts métropolitaines de production par type de peuplement*

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National



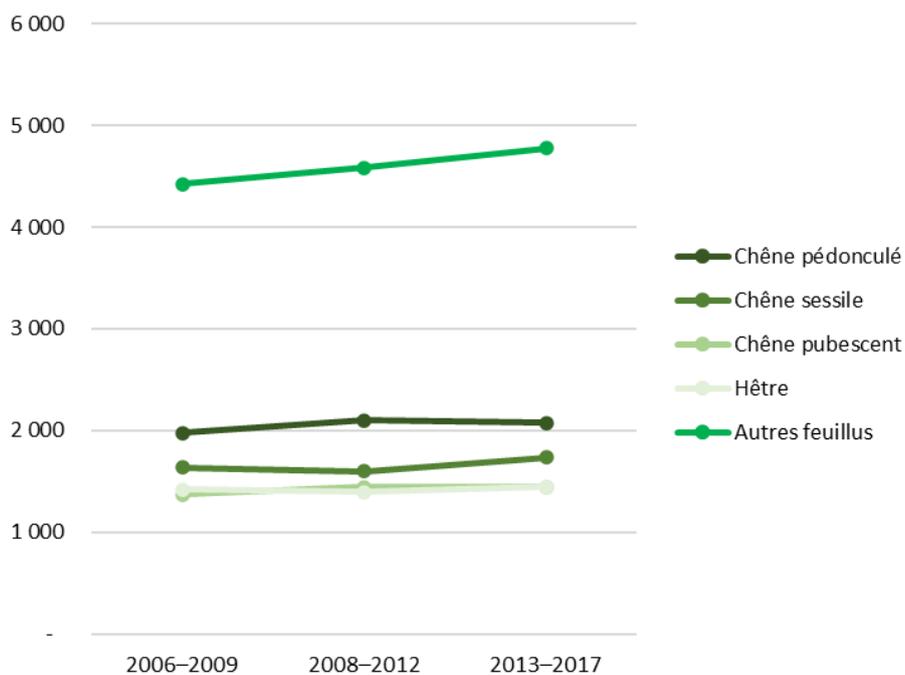


Figure 14 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts de métropolitaines par essence principale de feuillu

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National

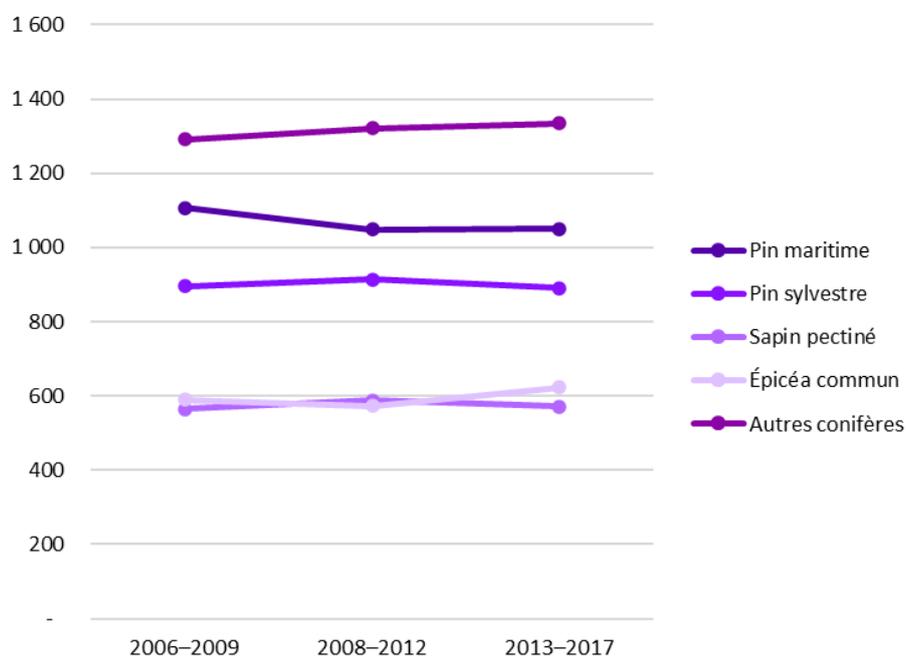


Figure 15 : Évolution de la surface (milliers d'ha) des forêts de métropolitaines par essence principale de conifère

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National

Si les prélèvements influent sur l'évolution de la ressource en bois en forêt, de nombreux autres facteurs naturels et anthropogéniques sont à l'origine du changement à court et à long terme des forêts métropolitaines et de leurs ressources génétiques. Les facteurs de dépérissement abiotiques (épisodes de sécheresse ou de canicules, gelées tardives, augmentation des températures, etc.) et biologiques (insectes ravageurs, pathogènes, etc.) des peuplements forestiers et leurs conséquences sur les ressources génétiques forestières sont propres à chaque essence (cf. chapitre 4). L'intensité, la fréquence et l'évolution des dépérissements varient selon les conditions d'habitat locales comme la ressource en eau disponible dans les sols ou la compétition avec d'autres essences. Ainsi, les facteurs prédisposant au dépérissement et au non-renouvellement des peuplements sont principalement l'inadéquation stationnelle, l'abandon de la gestion, le vieillissement et la difficulté de régénération [40]. Souvent en interaction, ces menaces biologiques et abiotiques représentent des facteurs aggravant du dépérissement (accumulation de perturbations) : de nombreux insectes, parasites et autres pathogènes opportunistes ne s'installent par exemple qu'après une perturbation abiotique. De même, une perturbation abiotique aura un impact plus important sur un arbre affaibli. En participant à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des perturbations abiotiques et en favorisant le développement de certains ravageurs biologiques, le changement climatique joue un rôle majeur sur la santé des peuplements. D'autres perturbations telles que les pollutions atmosphériques, les dégâts d'exploitation ou les dégâts causés par les petits mammifères ou le grand gibier, et le développement d'espèces invasives peuvent occasionnellement affecter certains peuplements. Les populations de grands ongulés ont fortement augmenté ces dernières années, plaçant certains massifs forestiers en déséquilibre sylvo-cynégétique [15]. Les populations de grands ongulés peuvent causer de forts dégâts aux jeunes plants forestiers et compromettre de ce fait le renouvellement des peuplements et la sylviculture de certaines essences les plus appétentes. Cette contrainte intervient dans un contexte où le renouvellement des forêts est un enjeu majeur pour la lutte contre le changement climatique (nécessité de stockage du carbone), et l'adaptation des forêts au changement climatique pour plus de résilience face aux crises sanitaires (scolytes) ou sécheresses à répétition.

L'âge de la strate dominante est inférieur à 60 ans pour près de la moitié des peuplements forestier en France métropolitaine. Cette proportion varie néanmoins entre les régions, selon les essences, et la sylviculture. Les régions de l'Ouest disposent des peuplements les plus jeunes et en particulier la Nouvelle-Aquitaine dont près d'un tiers du couvert forestier a moins de 20 ans du fait des nombreuses plantations faisant suite aux tempêtes de 1999 (Martin) et 2009 (Klaus) et de la sylviculture particulière à courte rotation du pin maritime (*Pinus pinaster*). De façon générale, les peuplements dominants de pin maritime (*Pinus pinaster*) et de Douglas (*Pseudotsuga menziesii*), introduit en France à partir des années 1960, sont à 85 % des peuplements de moins de 60 ans du fait de leur plantation récente mais également de leur croissance rapide et de leur jeune âge de renouvellement (entre 40 et 80 ans). Les régions du Nord-Est disposent des peuplements les plus âgés avec près d'un tiers du couvert forestier dépassant les 100 ans. Les peuplements dominants de chênes sessile et pédonculé (*Quercus*

petraea et *robur*), de hêtre (*Fagus sylvatica*) et de sapin pectiné (*Abies alba*) sont pour plus d'un tiers des peuplements de plus de 100 ans du fait de leur croissance lente. Au niveau national, 21 % des peuplements dominants ont plus de 100 ans [36].

La sous-exploitation des forêts françaises métropolitaines, le vieillissement de certains massifs ainsi que la vulnérabilité des ressources génétiques forestières face aux changements globaux sont moteurs de la définition des objectifs de la politique nationale forestière de gestion, de renouvellement et de conservation des forêts inscrite dans le Programme National de la Forêt et du Bois (PNFB) 2016–2026 [41] : maintenir et renforcer la politique de prévention et de lutte contre les risques, restaurer l'équilibre sylvo-cynégétique ; diminuer les incertitudes liées au changement climatique ; dynamiser la gestion forestière ; connaître, préserver et valoriser la biodiversité ; mieux connaître les services rendus par le fonctionnement des écosystèmes forestiers. Les attentes de la société vis-à-vis des forêts et des ressources génétiques forestières et de leurs valeurs (cf. chapitre 1) sont également un facteur de changement.

La gestion durable des forêts vise à optimiser la résilience des forêts face aux perturbations et au climat changeant pour garantir le maintien de forêts en bonne santé et la valorisation des services rendus par les ressources génétiques forestières. La gestion durable permet par exemple d'encourager la croissance des essences intolérantes à la concurrence, de diminuer la propagation de pathogènes et de parasites, et d'anticiper les possibles dépérissements des peuplements à risques (inadéquation des stations actuelles et des possibles stations futures dans le cadre du changement climatique). Ces mesures de gestion sont encadrées par la politique forestière nationale décrite dans le chapitre 10.

Chapitre 3. L'état des autres terres boisées en France métropolitaine

Selon la FAO, « Les autres terres boisées désignent toutes les terres n'entrant pas dans la catégorie « forêt » dont le couvert absolu des végétaux ligneux est supérieur ou égal à 10 % ou dont le taux de recouvrement des arbres seuls est compris entre 5 % et 10 % sur une surface supérieure ou égale à 0,5 hectare et une largeur supérieure ou égale à 20 m. Les terres respectant ces critères mais utilisées à des fins agricoles sont exclues des « autres terres boisées » [6].

Les autres terres boisées ne représentent que 2 % du territoire métropolitain et n'ont que peu évolué sur les 10 dernières années [34].

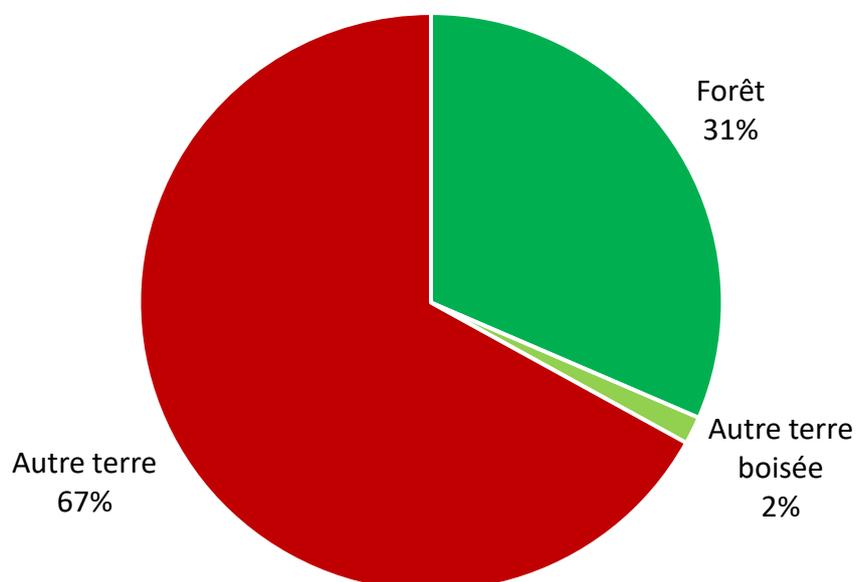


Figure 16 : Répartition de la surface des forêts et autres terres boisées sur le territoire métropolitain

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017

Chapitre 4. L'état de la diversité entre les espèces d'arbres et d'autres plantes ligneuses en France métropolitaine

L'inventaire des ressources génétiques forestières

Tableau 2 : Liste des ressources génétiques forestières indigènes et non-indigènes en France métropolitaine

Source : Liste établie à partir de L'inventaire national des ressources génétiques forestières (2018) disponible sur le site du MAA et des données de l'Inventaire Forestier National

I : Indigène ; NI : Non-Indigène

| Nom latin | Nom commun | Classification | Statut en France métropolitaine |
|--------------------------------------|---------------------------|----------------|---------------------------------|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | Conifère | I |
| <i>Juniperus communis</i> | Genévrier commun | Conifère | I |
| <i>Juniperus oxycedrus</i> | Genévrier oxycèdre | Conifère | I |
| <i>Juniperus thurifera</i> | Genévrier thurifère | Conifère | I |
| <i>Larix decidua</i> | Mélèze d'Europe | Conifère | I |
| <i>Picea abies</i> | Épicéa commun | Conifère | I |
| <i>Pinus cembra</i> | Pin cembro | Conifère | I |
| <i>Pinus halepensis</i> | Pin d'Alep | Conifère | I |
| <i>Pinus mugo</i> | Pin mugo | Conifère | I |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | Conifère | I |
| <i>Pinus nigra var. corsicana</i> | Pin laricio de Corse | Conifère | I |
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | Conifère | I |
| <i>Pinus pinea</i> | Pin parasol ou pin pignon | Conifère | I |
| <i>Pinus sylvestris</i> | Pin sylvestre | Conifère | I |
| <i>Pinus uncinata</i> | Pin à crochets | Conifère | I |
| <i>Taxus baccata</i> | If commun | Conifère | I |
| <i>Acer campestre</i> | Érable champêtre | Feuille | I |
| <i>Acer monspessulanum</i> | Érable de Montpellier | Feuille | I |
| <i>Acer opalus</i> | Érable a feuilles d'obier | Feuille | I |
| <i>Acer platanooides</i> | Érable plane | Feuille | I |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> | Érable sycomore | Feuille | I |
| <i>Alnus cordata</i> | Aulne de Corse | Feuille | I |
| <i>Alnus glutinosa</i> | Aulne glutineux | Feuille | I |
| <i>Alnus incana</i> | Aulne blanc | Feuille | I |
| <i>Arbutus unedo</i> | Arbousier | Feuille | I |
| <i>Betula pendula</i> | Bouleau verruqueux | Feuille | I |
| <i>Betula pubescens</i> | Bouleau pubescent | Feuille | I |
| <i>Carpinus betulus</i> | Charme | Feuille | I |
| <i>Castanea sativa</i> | Châtaignier | Feuille | I |
| <i>Cornus mas</i> | Cornouiller mâle | Feuille | I |

| Nom latin | Nom commun | Classification | Statut en France métropolitaine |
|--------------------------------------|-------------------------------|----------------|---------------------------------|
| <i>Crataegus monogyna</i> | Aubépine monogyne | Feuille | I |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | Feuille | I |
| <i>Fraxinus angustifolia</i> | Frêne oxyphylle | Feuille | I |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | Feuille | I |
| <i>Fraxinus ornus</i> | Frêne à fleurs | Feuille | I |
| <i>Ilex aquifolium</i> | Houx | Feuille | I |
| <i>Laburnum anagyroides</i> | Cytise aubour | Feuille | I |
| <i>Malus sylvestris</i> | Pommier sauvage | Feuille | I |
| <i>Olea europaea var. sylvestris</i> | Olivier d'Europe | Feuille | I |
| <i>Ostrya carpinifolia</i> | Charme houblon | Feuille | I |
| <i>Populus alba</i> | Peuplier blanc | Feuille | I |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | Feuille | I |
| <i>Populus tremula</i> | Tremble | Feuille | I |
| <i>Populus x canescens</i> | Peuplier grisard | Feuille | I |
| <i>Prunus avium</i> | Merisier | Feuille | I |
| <i>Prunus brigantina</i> | Prunier de Briançon | Feuille | I |
| <i>Prunus lusitanica</i> | Laurier du Portugal | Feuille | I |
| <i>Prunus padus</i> | Cerisier à grappes | Feuille | I |
| <i>Pyrus amygdaliformis</i> | Poirier à feuille d'amandier | Feuille | I |
| <i>Pyrus pyraeaster</i> | Poirier commun | Feuille | I |
| <i>Quercus cerris</i> | Chêne chevelu | Feuille | I |
| <i>Quercus faginea</i> | Chêne faginé | Feuille | I |
| <i>Quercus ilex</i> | Chêne vert | Feuille | I |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile ou chêne rouvre | Feuille | I |
| <i>Quercus pubescens</i> | Chêne pubescent | Feuille | I |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | Feuille | I |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | Feuille | I |
| <i>Quercus suber</i> | Chêne liège | Feuille | I |
| <i>Salix alba</i> | Saule blanc | Feuille | I |
| <i>Salix caprea</i> | Saule marsault | Feuille | I |
| <i>Salix daphnoides</i> | Saule faux daphné | Feuille | I |
| <i>Salix fragilis</i> | Saule cassant | Feuille | I |
| <i>Salix pentandra</i> | Saule à cinq étamines | Feuille | I |
| <i>Salix viminalis</i> | Saule des vanniers | Feuille | I |
| <i>Sambucus nigra</i> | Sureau noir | Feuille | I |
| <i>Sorbus aria</i> | Alisier blanc | Feuille | I |
| <i>Sorbus aucuparia</i> | Sorbier des oiseleurs | Feuille | I |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | Feuille | I |
| <i>Sorbus latifolia</i> | Alisier de Fontainebleau | Feuille | I |
| <i>Sorbus mougeotii</i> | Alisier de Mougeot | Feuille | I |
| <i>Sorbus torminalis</i> | Alisier torminal | Feuille | I |
| <i>Tamarix gallica</i> | Tamaris de France | Feuille | I |
| <i>Tilia cordata</i> | Tilleul à petites feuilles | Feuille | I |

| Nom latin | Nom commun | Classification | Statut en France métropolitaine |
|---|---|----------------|---------------------------------|
| <i>Tilia platyphyllos</i> | Tilleul à grandes feuilles | Feuillu | I |
| <i>Ulmus glabra</i> | Orme de montagne | Feuillu | I |
| <i>Ulmus laevis</i> | Orme lisse | Feuillu | I |
| <i>Ulmus minor</i> | Orme champêtre | Feuillu | I |
| <i>Abies bornmuelleriana</i> | Sapin de Bornmuller ou sapin de la mer noire | Conifère | NI |
| <i>Abies cephalonica</i> | Sapin de Céphalonie | Conifère | NI |
| <i>Abies cilicica</i> | Sapin de Cilicie | Conifère | NI |
| <i>Abies concolor</i> | Sapin du Colorado | Conifère | NI |
| <i>Abies grandis</i> | Sapin de Vancouver | Conifère | NI |
| <i>Abies nordmanniana</i> | Sapin de Nordmann | Conifère | NI |
| <i>Abies pinsapo</i> | Sapin d'Andalousie ou sapin pinsapo ou sapin d'Espagne | Conifère | NI |
| <i>Abies procera</i> | Sapin noble | Conifère | NI |
| <i>Cedrus atlantica</i> | Cèdre de l'Atlas | Conifère | NI |
| <i>Cedrus brevifolia</i> | Cèdre de Chypre | Conifère | NI |
| <i>Cedrus deodara</i> | Cèdre de l'Himalaya | Conifère | NI |
| <i>Cedrus libani</i> | Cèdre du Liban | Conifère | NI |
| <i>Chamaecyparis lawsoniana</i> | Cyprès de Lawson | Conifère | NI |
| <i>Cryptomeria japonica</i> | Cryptomeria du japon ou cèdre du Japon | Conifère | NI |
| <i>Cupressus arizonica</i> | Cyprès de l'Arizona | Conifère | NI |
| <i>Cupressus macrocarpa</i> | Cyprès de Lambert | Conifère | NI |
| <i>Cupressus sempervirens</i> | Cyprès d'Italie ou cyprès de provence ou cyprès toujours vert | Conifère | NI |
| <i>Larix kaempferi</i> | Mélèze du Japon | Conifère | NI |
| <i>Larix x marschlinsii</i> (Anciennement <i>Larix x eurolepis</i>) | Mélèze hybride ou mélèze de Dunkeld | Conifère | NI |
| <i>Picea sitchensis</i> | Épicea de Sitka | Conifère | NI |
| <i>Pinus brutia</i> | Pin de Calabre ou pin brutia | Conifère | NI |
| <i>Pinus contorta</i> | Pin de Murray ou pin tordu | Conifère | NI |
| <i>Pinus nigra</i> | Pin noir d'Autriche | Conifère | NI |
| <i>Pinus nigra var. calabrica</i> | Pin laricio de Calabre | Conifère | NI |
| <i>Pinus radiata</i> | Pin de Monterey | Conifère | NI |
| <i>Pinus strobus</i> | Pin Weymouth | Conifère | NI |
| <i>Pinus taeda</i> | Pin à l'encens et hybrides | Conifère | NI |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglas ou Douglas vert | Conifère | NI |
| <i>Sequoia sempervirens</i> | Séquoia toujours vert | Conifère | NI |
| <i>Sequoiadendron giganteum</i> | Séquoia géant | Conifère | NI |
| <i>Taxodium distichum</i> | Cyprès chauve | Conifère | NI |
| <i>Thuja plicata</i> | Thuya géant | Conifère | NI |
| <i>Tsuga heterophylla</i> | Tsuga hétérophylle | Conifère | NI |
| <i>Acacia dealbata</i> | Mimosa | Feuillu | NI |
| <i>Acer negundo</i> | Érable negundo | Feuillu | NI |
| <i>Aesculus hippocastanum</i> | Marronnier d'Inde | Feuillu | NI |

| Nom latin | Nom commun | Classification | Statut en France métropolitaine |
|--------------------------------|--|----------------|---------------------------------|
| <i>Ailanthus altissima</i> | Ailante | Feuille | NI |
| <i>Celtis australis</i> | Micocoulier | Feuille | NI |
| <i>Eucalyptus sp.</i> | Eucalyptus (genre) | Feuille | NI |
| <i>Juglans nigra</i> | Noyer noir | Feuille | NI |
| <i>Juglans regia</i> | Noyer commun | Feuille | NI |
| <i>Liquidambar styraciflua</i> | Liquidambar | Feuille | NI |
| <i>Liriodendron tulipifera</i> | Tulipier de Virginie | Feuille | NI |
| <i>Platanus hybrida</i> | Platane ou platane à feuilles d'érable | Feuille | NI |
| <i>Platanus orientalis</i> | Platane d'Orient | Feuille | NI |
| <i>Populus sp.</i> | Peuplier autre cultivé | Feuille | NI |
| <i>Prunus serotina</i> | Cerisier tardif | Feuille | NI |
| <i>Quercus palustris</i> | Chêne des marais | Feuille | NI |
| <i>Quercus rubra</i> | Chêne rouge | Feuille | NI |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> | Robinier faux acacia | Feuille | NI |
| <i>Tilia tomentosa</i> | Tilleul Argenté | Feuille | NI |

L'inventaire et le suivi de la diversité entre les espèces d'arbres et d'autres plantes ligneuses sont assurés par :

- L'Inventaire Forestier National (IFN) [42] défini comme « l'inventaire permanent des ressources forestières nationales indépendamment de toute question de propriété » [43] : cet inventaire est assuré par l'Institut National de l'information Géographique et forestière (IGN) [44] sous la tutelle des ministres en charge de l'écologie et du développement durable (MTES) et des forêts (MAA). Cet inventaire est disponible en libre accès : <https://inventaire-forestier.ign.fr/>.
- L'Inventaire National du Patrimoine Naturel (INPN) [45] défini comme « l'inventaire des richesses écologiques, faunistiques, floristiques, géologiques, minéralogiques et paléontologiques pour l'ensemble du territoire national terrestre, fluvial et marin » [46], notamment associé au suivi des listes rouges de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN) d'espèces menacées : la conception, l'animation et l'évaluation de cet inventaire est assuré par l'État et la responsabilité scientifique est assurée par Le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN). Cet inventaire est disponible en libre accès : <https://inpn.mnhn.fr/>.
- Les inventaires floristiques de la Fédération des Conservatoires Botaniques Nationaux (FCBN) [47].
- La surveillance sanitaire des forêts françaises de métropole qui consiste en une veille sylvo-sanitaire, une surveillance des organismes réglementés et émergents, et un suivi spécifique des organismes causant la majorité des dégâts sanitaires : cette surveillance est assurée par le Département de la Santé des Forêts (DSF) depuis 1989 sous la coordination du MAA [48]. Le Comité National de la Gestion des Risques en Forêt

(CNGRF) est également impliqué dans l'assurance de la forêt privée contre les risques sanitaires, climatologiques, météorologiques ou liés à l'incendie [49]. Toutes les informations relatives à la santé des forêts (ressources, publications, bilans annuels, etc.) sont disponibles en libre accès : <https://agriculture.gouv.fr/la-sante-des-forets>.

- Le réseau des Unités Conservatoires (UC) des ressources génétiques forestières, piloté par la Commission des Ressources Génétiques Forestières (CRGF) [50].

Ces dispositifs permettent la collecte de données standardisées pour l'inventaire des ressources nationales, la gestion durable des forêts, l'identification de priorités d'actions, de maintien et de conservation des RGF et pour la synthèse et la diffusion d'informations.

128 essences d'arbres et autres plantes ligneuses considérées comme ressources génétiques forestières constituent la diversité interspécifique des RGF du territoire métropolitain [51]. Sur ces 128 essences, 17 sont considérées comme menacées et 32 sont protégées.

Par rapport au précédent rapport de 2014, qui dénombrait 137 espèces d'arbres forestiers en France métropolitaine, les espèces non autochtones rares et non différenciées dans la base d'espèces utilisée pour réaliser l'inventaire forestier ne sont pas comptabilisées dans cet inventaire.

Tableau 3 : Liste des ressources génétiques forestières en France métropolitaine menacées et protégées

Source : Tableau réalisé à partir des données de l'Inventaire National du Patrimoine Naturel [45]

NT : Quasi menacée (espèce proche du seuil des espèces menacées ou qui pourrait être menacée si des mesures de conservation spécifiques n'étaient pas prises) ; VU : Vulnérable ; EN : En danger ; CR : En danger critique

| Nom latin | Nom commun | Catégorie Liste rouge en France | Espèce protégée en France par Arrêté | Protection et réglementation départementale (1) ou réglementation départementale de la cueillette (2) |
|--------------------------------------|--------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|--|
| <i>Ilex aquifolium</i> | Houx | | | (1) : Alpes-Maritimes ; Isère ; Loire ; Drôme (2) : Jura ; Alpes-de-Haute-Provence ; Haute-Corse |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | NT | | |
| <i>Pinus mugo</i> | Pin mugo | NT | X | |
| <i>Prunus lusitanica</i> | Laurier du Portugal | VU | X | |
| <i>Sorbus latifolia</i> | Alisier de Fontainebleau | | X | |
| <i>Taxus baccata</i> | If commun | | | (1) : Alpes-Maritimes ; Drôme ; Morbihan (2) : Alpes-de-Haute-Provence ; Corse-du-Sud ; Haute-Corse |

| Nom latin | Nom commun | Catégorie Liste rouge en région | Espèce protégée en région par Arrêté | Espèce déterminante ZNIEFF |
|--------------------------------------|---------------------------|---|--------------------------------------|---|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | | | Midi-Pyrénées |
| <i>Acer monspessulanum</i> | Érable de Montpellier | CR : Centre NT : Bourgogne | Bourgogne | Aquitaine ; Bourgogne ; Pays-de-la-Loire ; Rhône-Alpes |
| <i>Acer opalus</i> | Érable à feuilles d'obier | EN : Corse | | |
| <i>Acer platanooides</i> | Érable plane | | | Aquitaine |
| <i>Alnus incana</i> | Aulne blanc | VU : Bourgogne | | |
| <i>Cornus mas</i> | Cornouiller mâle | EN : Auvergne | | Alsace ; Aquitaine ; Centre ; Midi-Pyrénées ; Nord-Pas-de-Calais |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | | | Aquitaine ; Champagne-Ardenne ; Midi-Pyrénées ; Poitou-Charentes |
| <i>Fraxinus angustifolia</i> | Frêne oxyphylle | VU : Auvergne | | Champagne-Ardenne ; Haute-Normandie ; Midi-Pyrénées |
| <i>Juniperus communis</i> | Genévrier commun | NT : Nord-Pas-de-Calais | Nord-Pas-de-Calais | Nord-Pas-de-Calais |
| <i>Juniperus oxycedrus</i> | Genévrier oxycèdre | NT : Midi-Pyrénées | | Midi-Pyrénées |
| <i>Juniperus thurifera</i> | Genévrier thurifère | VU : Midi-Pyrénées | Rhône-Alpes Midi-Pyrénées | Midi-Pyrénées ; Rhône-Alpes |
| <i>Malus sylvestris</i> | Pommier sauvage | | | Haute-Normandie |
| <i>Picea abies</i> | Épicéa commun | NT : Lorraine | | |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | EN : Rhône-Alpes | | Rhône-Alpes |
| <i>Prunus lusitanica</i> | Laurier du Portugal | VU : Aquitaine | | Aquitaine |
| <i>Prunus padus</i> | Cerisier à grappes | NT : Alsace | Bourgogne | Alsace ; Aquitaine ; Bourgogne ; Champagne-Ardenne ; Limousin |
| <i>Pyrus pyraeaster</i> | Poirier commun | CR : Nord-Pas-de-Calais NT : Haute-Normandie | | Alsace ; Haute-Normandie ; Nord-Pas-de-Calais ; Picardie |
| <i>Quercus cerris</i> | Chêne chevelu | VU : Franche-Comté ; Provence-Alpes Côte d'Azur | | Champagne-Ardenne ; Franche-Comté ; Provence-Alpes-Côte-d'Azur |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | EN : Bretagne ; Limousin | | Centre ; Languedoc-Roussillon ; Limousin ; Poitou-Charentes |
| <i>Quercus suber</i> | Chêne liège | | | Midi-Pyrénées |
| <i>Salix caprea</i> | Saule marsault | NT : Corse | | Poitou-Charentes |

| Nom latin | Nom commun | Catégorie Liste rouge en région | Espèce protégée en région par Arrêté | Espèce déterminante ZNIEFF |
|--------------------------|--------------------------|---|--------------------------------------|--|
| <i>Salix daphnoides</i> | Saule faux daphné | EN : Alsace VU : Midi-Pyrénées | Midi-Pyrénées | Alsace ; Midi-Pyrénées ; Rhône-Alpes |
| <i>Salix fragilis</i> | Saule cassant | NT : Picardie | | Picardie ; Poitou-Charentes |
| <i>Salix pentandra</i> | Saule à cinq étamines | EN : Bourgogne NT : Limousin | Midi-Pyrénées Limousin | Aquitaine ; Bourgogne ; Champagne-Ardenne ; Limousin ; Midi-Pyrénées ; Rhône-Alpes |
| <i>Salix viminalis</i> | Saule des vanniers | | | Poitou-Charentes |
| <i>Sorbus aria</i> | Alisier blanc | CR : Haute-Normandie VU : Nord-Pas-de-Calais NT : Île-de-France ; Picardie ; Poitou-Charentes | | Aquitaine ; Haute-Normandie ; Île-de-France ; Nord-Pas-de-Calais ; Picardie |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | NT : Alsace | | Alsace ; Champagne-Ardenne ; Midi-Pyrénées ; Picardie |
| <i>Sorbus latifolia</i> | Alisier de Fontainebleau | | | Bourgogne ; Centre ; Champagne-Ardenne ; Île-de-France ; Haute Normandie |
| <i>Sorbus torminalis</i> | Alisier torminal | VU : Nord-Pas-de-Calais | | Alsace ; Nord-Pas-de-Calais |
| <i>Taxus baccata</i> | If commun | | | Alsace ; Lorraine ; Midi-Pyrénées ; Picardie |
| <i>Ulmus glabra</i> | Orme de montagne | VU : Poitou-Charentes NT : Corse | | Aquitaine ; Bourgogne ; Centre ; Champagne-Ardenne ; Corse ; Picardie ; Poitou-Charentes |
| <i>Ulmus laevis</i> | Orme lisse | EN : Limousin VU : Aquitaine ; Île-de-France ; Nord-Pas-de-Calais ; Poitou-Charentes NT : Alsace ; Auvergne ; Picardie ; Lorraine | | Alsace ; Aquitaine ; Auvergne ; Centre ; Champagne-Ardenne ; Franche-Comté ; Ile-de-France ; Limousin ; Midi-Pyrénées ; Nord-Pas-de-Calais ; Picardie ; Poitou-Charentes ; Rhône-Alpes |

L'évolution des populations d'arbres forestiers

Différentes menaces pèsent sur certaines essences forestières :

- Les perturbations abiotiques (épisodes de sécheresse et de canicule, gelées tardives, augmentation des températures, incendies, etc.) qui constituent déjà un risque majeur pour certaines essences méditerranéennes, et dont la fréquence ou l'intensité sont appelées à augmenter avec le changement climatique.
- Les crises sanitaires causées par les pathogènes (encre du chêne, chararose pour le frêne, graphiose pour l'orme, etc.) ou insectes ravageurs (nématodes du pin, scolytes, chenilles processionnaires, etc.).
- L'introgression de caractéristiques génétiques indésirables, ou « pollution génétique » en cas d'hybridation massive par des ressources génétiques allochtones mal contrôlées.
- Les changements de pratiques sylvicoles (traitements sylvicoles peu adaptés)
- La destruction d'habitats (disparition des ripisylve, urbanisation, etc.)

Comme précisé dans le chapitre 2, l'intensité, la fréquence et l'évolution de ces impacts varient selon les conditions locales et l'accumulation des perturbations. En participant à l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des perturbations abiotiques et en favorisant le développement de certains ravageurs biologiques, le changement climatique joue aujourd'hui un rôle majeur dans l'évolution de la diversité interspécifique mais également intraspécifique des ressources génétiques forestières.

La gestion durable et les efforts de protection, de conservation, et de renouvellement menés principalement sur les essences d'intérêts économique et écologique majeurs mais aussi sur les essences menacées, disséminées, rares ou en disparition, influencent également les diversités interspécifique et intraspécifique des ressources génétiques forestières. Dans le cadre du Programme national de la forêt et du bois (PNFB) [41], des mesures sont prévues afin de protéger au mieux les ressources génétiques forestières des dangers sanitaires et accroître la résilience des forêts. Cette ambition passe par une augmentation qualitative et quantitative des informations collectées (télédétection satellitaire, aérienne ou via drones, techniques de piégeage d'insectes ou des spores, techniques moléculaires d'identification des pathogènes et des ravageurs, techniques d'analyse des données sanitaires, etc.) ainsi qu'une concentration des informations de terrain (dispositif permanent d'inventaire forestier, placettes de recherche et de développement, observatoires régionaux, et dispositifs standardisés de suivi national de la biodiversité) suivie d'un partage de l'information pour « bien évaluer les dangers, leur impact, développer et promouvoir des techniques de gestion et de détection des évolutions ».

Pour chaque essence réglementée par le code forestier (cf. Tableau 11) le MAA, en collaboration avec l'Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'Environnement (INRAE), met à disposition sur son site (<https://agriculture.gouv.fr/graines->

[et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres](#)) une fiche conseil décrivant l'aire naturelle, la répartition en France métropolitaine, l'autécologie, et la sensibilité aux maladies et ravageurs de l'essence ainsi que les effets spécifiques supposés du changement climatique sur les boisements [52]. Les informations fournies par ces fiches sont régulièrement actualisées par INRAE à l'aide des connaissances scientifiques et sylvicoles sur les ressources génétiques forestières. Au niveau européen, EUFORGEN (programme européen des ressources génétiques forestières) publie également des cartes de répartition des essences ainsi que des guides techniques pour la conservation génétique et l'utilisation de plus de 40 essences d'arbres forestiers [53].

Tableau 4 : Répartition, tendances et facteurs d'évolution des populations d'essences françaises métropolitaines

Source : Enquête réalisée auprès d'experts [54]

| Nom latin | Nom commun | Répartition en France métropolitaine | Tendance d'évolution du nombre de populations en France métropolitaine | Facteurs d'évolution du nombre de populations |
|--------------------------------------|----------------------|--------------------------------------|--|--|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | Répondue | Stable | Mortalité : sécheresse ; scolytes et <i>Sphaeropsis sapinea</i> ; sénescence Régénération : zones d'abandon agricole |
| <i>Abies grandis</i> | Sapin de Vancouver | Rare | Diminution | Dépérissements consécutifs à une sensibilité naturelle de l'espèce au stress hydrique et à une sylviculture souvent non adaptée (révolutions trop longues) |
| <i>Abies procera</i> | Sapin noble | Rare | Stable | |
| <i>Cryptomeria japonica</i> | Cryptomeria du japon | Rare | Stable | |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | Répondue | Stable | |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | Répondue | Diminution | Chalarose (<i>Chalara fraxinea</i>) |
| <i>Juglans regia</i> | Noyer commun | Localisée | Diminution | Abattage et disparition des vieux arbres |
| <i>Larix sp.</i> | Mélèze | Localisée | Stable | |
| <i>Picea abies</i> | Épicéa commun | Répondue | Diminution | Extension passée de l'espèce hors aire naturelle, dans des zones mal adaptées ; sécheresse ; scolytes |
| <i>Picea sitchensis</i> | Épicéa de Sitka | Localisée | | |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | Rare | Stable | |

| Nom latin | Nom commun | Répartition en France métropolitaine | Tendance d'évolution du nombre de populations en France métropolitaine | Facteurs d'évolution du nombre de populations |
|------------------------------|------------------|---|--|---|
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | Répondue | Stable | Régression : le massif des landes de Gascogne (tempêtes, urbanisme), des populations en Corse, Maures et Esterel (<i>Matsucoccus feytaudi</i> , incendies) Augmentation : extension vers les marges fraîches de l'aire (artificielle) |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | Localisée | Augmentation | Moindre pression sur la ripisylve ; prise en compte par les gestionnaires du potentiel biologique de la ripisylve |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglas | Répondue | Augmentation | Reboisement est très actif |
| <i>Quercus crenata</i> | Faux chêne-liège | 64 individus adultes restant | Diminution | Urbanisation ; coupe de bois ; incendies |
| <i>Quercus faginea</i> | Chêne faginé | Peut-être disparue du territoire national, en forte régression en Espagne (640 % en 20 ans) | Diminution | Absence de protection |
| <i>Quercus ilex</i> | Chêne vert | Répondue | Stable | |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | Répondue | Stable | |
| <i>Quercus pubescens</i> | Chêne pubescent | Répondue | Augmentation | Évolution du climat favorisant son développement, en particulier dans le 1/4 sud-ouest de la France ; meilleure formation du personnel chargé des inventaires donc meilleure détection de l'espèce |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | Localisée | Diminution | Oïdium ; sylviculture intensive ; programme de bois énergie |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | Répondue | Stable | |
| <i>Quercus suber</i> | Chêne liège | Localisée | Diminution | Encre du chêne ; dynamique forestière |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | Rare | Stable | |
| <i>Thuja plicata</i> | Thuya géant | Rare | Stable | |
| <i>Ulmus spp.</i> | Ormes | Localisée | Diminution | Graphiose de l'orme (<i>Ophiostoma ulmi</i>) |

Tableau 5 : Menaces principales affectant certaines essences françaises métropolitaines

Source : Enquête réalisée auprès d'experts [54]

| Nom latin | Nom commun | Menaces abiotiques principales | Menaces biologiques principales |
|--------------------------------------|----------------------|---|--|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | Sécheresse ; canicule ; Gelées tardives en limite méridionale de son aire | Scolytes ; <i>Viscum album</i> ; <i>Sphaeropsis sapinea</i> ; attaques sporadiques de chermès (<i>Dreyfusia nordmanniana</i> , <i>Dreyfusia piceae</i>) mais quelque fois fortes sur sapinières en expositions chaudes ; hybridation avec les sapins plantés (méditerranéens ; provenances exotiques) |
| <i>Abies grandis</i> | Sapin de Vancouver | Très sensible au déficit hydrique car trop souvent cultivée sur une durée de révolution excessive (souvent > 30 ans) au regard de son extrême vigueur | Rares : armillaire et scolytes sont parfois cités au stade jeune, au-delà de 30 ans et combinés au stress hydrique scolytes et fomès sont souvent fréquents |
| <i>Abies procera</i> | Sapin noble | Calcifuge ; peu tolérant à la sécheresse | |
| <i>Cryptomeria japonica</i> | Cryptomeria du japon | Sensible au froid et au déficit hydrique | Armillaire et grands ongulés |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | Sécheresse ; canicule | Campagnols |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | Gelées tardives | Chalarose (<i>Chalara fraxinea</i>) |
| <i>Juglans regia</i> | Noyer commun | Gelées d'automne | Utilisation par l'homme sans renouvellement |
| <i>Larix sp.</i> | Mélèze | Sécheresse ; canicule | Chancre du mélèze et potentiellement <i>Phytophthora ramorum</i> |
| <i>Picea abies</i> | Épicéa commun | Sécheresse ; Canicule ; Gelées tardives | Scolyte ; fomès |
| <i>Picea sitchensis</i> | Épicéa de Sitka | Sécheresse | Scolyte |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | Incendies ; faible régénération dans certaines stations | Scolytes : sténographe et hylésine ; sensible à <i>Sphaeropsis sapinea</i> (suite à grêle et sécheresse) ; sensible à l'hylobe en plantation ; attaque possible de la processionnaire du pin (surtout le pin noir Autriche) ; attaque possible des nématodes ; hybridation avec les pins noirs d'Autriche et laricio plantés abondamment |

| Nom latin | Nom commun | Menaces abiotiques principales | Menaces biologiques principales |
|--|--------------------|---|--|
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | Sécheresse ; incendies ; tempêtes | Ravageurs : nématode du pin (<i>Bursaphelenchus xylophilus</i>) en cas d'introduction ; <i>Matsucoccus feytaudi</i> dans la partie méditerranéenne de son aire ; ravageur des cônes (<i>Leptoglossus occidentalis</i>) sur la régénération maladies : armillaire (<i>Armillaria ostoyae</i>) et surtout fomès (<i>Heterobasidion annosum</i>) dans la partie atlantique de l'aire avec des dégâts en augmentation |
| <i>Populus deltoides</i> , <i>nigra</i> , <i>trichocarpa</i> , <i>maximowiczii</i> , et leurs hybrides | Peupliers cultivés | Sécheresse ; canicule | <i>Melampsora</i> spp. ; <i>Phloeomyzus passerinii</i> |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | Menaces anthropiques ; destruction de son habitat (ripisylve) et introgression avec peuplier ornemental (cultivar <i>Populus nigra 'Italica'</i>) et peupliers cultivés hybrides interspécifiques (de type <i>Populus x euramericains</i>). | Pas de parasites majeurs ; souci avec le castor d'Europe sur certains secteurs. |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglas | Conditions extrêmes et récurrentes de sécheresse (déficit hydrique estival) et de chaleur (canicules) ; Localement gelées tardives de printemps | Généralement peu de ravageurs et peu d'impact : ravageurs fongiques ; Rhabdocline du Douglas (<i>Rhabdocline pseudotsugae</i>) ; rouille suisse du Douglas (<i>Phaeocryptopus gaeumannii</i>) ; phomopsis sur des jeunes Douglas (<i>Phacidium coniferarum</i>) ; cécidomyie des aiguilles (<i>Contarinia pseudotsugae</i>) ; etc. Ravageurs de graines : hyménoptère phytophage des graines du Douglas (<i>Megastigmus spermotrophus</i>) ; punaise américaine du pin (<i>Leptoglossus occidentalis</i>) hylobes et onglés dans jeunes plantations |
| <i>Quercus crenata</i> | Faux chêne-liège | Urbanisation ; incendies ; exploitation bois énergie | Manque de connaissances |
| <i>Quercus faginea</i> | Chêne faginé | Sylvigénèse ; sylviculture ; changement climatique | |

| Nom latin | Nom commun | Menaces abiotiques principales | Menaces biologiques principales |
|--------------------------|-----------------|---|--|
| <i>Quercus ilex</i> | Chêne vert | Sécheresse ; incendies ; traitement multiséculaire en taillis | Potentiellement flétrissement américain du chêne <i>Ceratocystis fagacearum</i> (absente du territoire national) |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | Sécheresse ; canicule ; excès eau hivernale | Potentiellement flétrissement américain du chêne <i>Ceratocystis fagacearum</i> (absente du territoire national) ; campagnol ; chenilles défoliatrices |
| <i>Quercus pubescens</i> | Chêne pubescent | Changement climatique (sécheresse) | Dépérissement et potentiellement flétrissement américain du chêne <i>Ceratocystis fagacearum</i> (absente du territoire national) |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | Tempêtes | Oïdium |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | Sécheresse | Dynamique forestière ; potentiellement flétrissement américain du chêne <i>Ceratocystis fagacearum</i> (absente du territoire national) |
| <i>Quercus suber</i> | Chêne liège | Sécheresse | Encre du chêne |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | Sécheresse ; incendies | |
| <i>Thuja plicata</i> | Thuya géant | Sensible au déficit hydrique (espèce à réserver aux régions sous influence océanique) | |
| <i>Ulmus spp.</i> | Ormes | Sécheresse | Graphiose de l'orme (<i>Ophiostoma ulmi</i>) |

Chapitre 5. L'état de la diversité au sein des espèces d'arbres et d'autres plantes ligneuses en France métropolitaine

L'inventaire des ressources génétiques forestières est principalement assuré par l'IGN (Inventaire Forestier National) et le MNHN (Inventaire National du Patrimoine Naturel) (cf. chapitre 4). Concernant la diversité intraspécifique de ces ressources, le MAA a mis en place dès 1991 une Commission des Ressources Génétiques Forestières (CRGF) travaillant sur la diversité génétique des essences d'arbres forestiers majoritairement présents sur le territoire métropolitain (chêne sessile, hêtre, sapin pectiné, épicéa commun, pin sylvestre, pin maritime, etc.) ainsi que des essences disséminées (feuillus précieux ...), rares ou menacés (pin de Salzmann, peuplier noir, orme, etc.) [50].

Travaux de recherche sur la diversité génétique des arbres forestiers

Les travaux d'évaluation de la diversité génétique des arbres forestiers sont principalement conduits par les organismes, structures de recherche, réseaux ou groupements présentés dans le Tableau 6. Pour chacune des essences réglementées par le code forestier (cf. Tableau 11), des régions de provenance les plus représentatives de la diversité intraspécifique des peuplements présents sur le territoire français métropolitain sont définies. Ce découpage territorial, obligatoire dans le cadre de la directive européenne n°1999/105/CE sur le commerce des MFR, traduit les adaptations de chaque essence au climat et au sol dans lesquels elles évoluent. La liste et les cartes des régions de provenance des essences forestières réglementées est régulièrement actualisée et disponible en libre accès sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/fournisseurs-especes-reglementees-provenances-et-materiels-de-base-forestiers>.

Tableau 6 : Organismes, infrastructures, réseaux ou groupements impliqués dans la recherche sur les ressources génétiques forestières en France métropolitaine

| Organisme, structure de recherche, réseau, ou groupement | Actions principales concernant les Ressources Génétiques Forestières (RGF) |
|--|--|
| MAA [55] | Le Ministère de l’Agriculture et de l’Alimentation (MAA) assure le pilotage et la coordination des stratégies et programmes nationaux d’inventaire, conservation, utilisation, amélioration et gestion des RGF. |
| CRGF [50] | La Commission nationale des Ressources Génétiques Forestières (CRGF) mène des actions de coordination de l’inventaire, de la caractérisation, et de la conservation des RGF. |
| INRAE (ECODIV) [56] | <p>Le département « ÉCOLOGIE et bioDIVERSITÉ des forêts, prairies et milieux d'eau douce » (ECODIV) INRAE mène des actions de recherche : en génétique des populations appliquée aux programmes de caractérisation, conservation, sélection, gestion, amélioration, évaluation et utilisation des RGF ; sur l’écologie des forêts dans le contexte des changements globaux et les capacités d’adaptation des essences forestières appliquée à l’amélioration de ces capacités d’adaptation et à l’optimisation de la production durable de bois ; sur les réponses des arbres aux facteurs abiotiques de l’environnement dans le contexte du changement climatique appliqué à l’identification des génotypes ou écotypes d’arbres plus résistants/résilients pour la gestion durable des RGF.</p> <p>Ces actions de recherche sont menées via différentes unités :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Unité Mixte de Recherche BIOdiversité GÈnes et COmmunautés (UMR BIOGECO) [57]. - Unité Mixte de Recherche BIOlogie intégrée pour la valorisation de la diversité des Arbres (UMR BIOFORA, mixte avec l’ONF) [58]. - Unité Mixte de Recherche Physique et Physiologie Intégratives de l’Arbre en environnement Fluctuant (UMR PIAF) [59]. - Unité Mixte de Recherche SILVA (UMR SILVA, avec AgroParisTech) [60]. - Unité de Recherche écologie des Forêts Méditerranéennes (URFM) [61]. - Unité Écosystèmes Forestiers de NOgent-sur-Vernisson (EFNO) [62]. - Unité Expérimentale Forêt Pierroton (UEFP) [63]. - Unité Expérimentale de Génétique et Biomasse Forestières d'Orléans (GBFOR) [64]. |
| ONF RDI – ONF Pôle PNRGF [65] | L’Office National des Forêts (ONF) s’occupe de la gestion des forêts publiques et, via son réseau Recherche Développement et Innovation (RDI) et le pôle national sur les ressources génétiques forestières (PNRGF), d’activités de recherche, développement et innovation sur la conservation, la gestion, l’amélioration et l’évaluation des RGF. |
| CNPF IDF – CNPF [66] | Le Centre National de la Propriété Forestière (CNPF) s’occupe de la gestion des forêts privées et, via son Institut pour le Développement Forestier (IDF), d’activités de recherche, développement et innovation sur la conservation, la gestion, l’amélioration et l’évaluation des RGF. |
| FCBA [67] | L’institut technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement (FCBA) travaille sur l’information scientifique et technique appliquée à l’amélioration des fonctions de production des forêts. |

De nombreux projets de recherche sur la diversité intraspécifique des ressources génétiques forestières ont déjà été réalisés en France et beaucoup d'autres sont en cours. Leur répartition au sein de multiples organismes de recherche, les partenariats avec les nombreux acteurs nationaux et européens, et leur grande variété de financements souvent mixtes rendent leur recensement complexe. Ces travaux visent principalement à inventorier et caractériser la diversité génétique au sein de ces espèces (histoire postglaciaire des populations, processus de colonisation et processus de croissance, conséquences de l'histoire récente des forêts sur la structuration génétique des espèces) puis à évaluer leurs capacités d'adaptation aux stress abiotiques (principalement thermiques et hydriques) et biologiques notamment dans le cadre du changement climatique. Ces recherches sont menées dans un but d'amélioration de la caractérisation, la conservation, l'utilisation, la sélection, l'évaluation et la gestion durable des ressources génétiques forestières. De ce fait, les résultats de ces projets sont, pour la grande majorité, diffusés par les chercheurs, et portés à connaissances par des publications pour les gestionnaires, experts forestiers, propriétaires, etc. L'ensemble des mesures d'évaluation et d'analyse de la diversité génétique des espèces forestières contribuent également à la définition de stratégies de conservation et de gestion des RGF par les pouvoirs publics [50] et à la mise à jour des fiches « Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction » [52].

Tableau 7 : Caractérisations, évaluation et suivi de la diversité génétique réalisées pour certaines essences d'arbres forestières en France métropolitaine

Source : Enquête réalisée auprès d'experts [54]

| Nom latin | Nom commun | Caractères morphologiques étudiés | Caractères d'adaptation et de production évalués | Caractérisation moléculaire réalisée | Séquençage du génome réalisé | Tests de descendance installés | Tests de provenance installés | Suivi de la diversité génétique mis en place | Autre(s) |
|-----------------------------|----------------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|---------------|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | |
| <i>Abies grandis</i> | Sapin de Vancouver | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | |
| <i>Abies procera</i> | Sapin noble | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | |
| <i>Cryptomeria japonica</i> | Cryptomeria du japon | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | Tests clonaux |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | ✓ | ✓ | ✓ | En cours | ✓ | ✓ | ✓ | |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | | ✓ | | | ✓ | ✓ | | |

| Nom latin | Nom commun | Caractères morphologiques étudiés | Caractères d'adaptation et de production évalués | Caractérisation moléculaire réalisée | Séquençage du génome réalisé | Tests de descendance installés | Tests de provenance installés | Suivi de la diversité génétique mis en place | Autre(s) |
|--------------------------------------|-----------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|--|
| <i>Juglans regia</i> | Noyer commun | ✓ | ✓ | | | | ✓ | | |
| <i>Larix sp.</i> | Mélèze | ✓ | ✓ | | | ✓ | ✓ | ✓ | |
| <i>Picea abies</i> | Épicéa commun | ✓ | | | | ✓ | ✓ | | |
| <i>Picea sitchensis</i> | Épicéa de Sitka | | | | | | ✓ | | |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ Très incomplets | ✓ | Transcriptome du génome réalisé ; sauvegarde en collection greffée d'arbres âgés de plus de 140 ans, réputés autochtones ; Collection en cours de génotypage |
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | ✓ | | |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | | ✓ | |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglas | ✓ | ✓ | | | ✓ | | ✓ | Tests multi-locaux d'évaluation des variétés améliorées de vergers à graines |
| <i>Quercus crenata</i> | Faux châneliège | ✓ | | ✓ | | | | | |

| Nom latin | Nom commun | Caractères morphologiques étudiés | Caractères d'adaptation et de production évalués | Caractérisation moléculaire réalisée | Séquençage du génome réalisé | Tests de descendance installés | Tests de provenance installés | Suivi de la diversité génétique mis en place | Autre(s) |
|--------------------------|-----------------|-----------------------------------|--|--------------------------------------|------------------------------|--------------------------------|-------------------------------|--|---------------------------|
| <i>Quercus faginea</i> | Chêne faginé | | | ✓ | | | | | |
| <i>Quercus ilex</i> | Chêne vert | | | ✓ | | | | | |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | |
| <i>Quercus pubescens</i> | Chêne pubescent | ✓ | | | | | | | |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | ✓ | | ✓ | | | | | |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | ✓ | | ✓ | ✓ | | | ✓ | Qualité et chimie du bois |
| <i>Quercus suber</i> | Chêne liège | | | ✓ | | | | | |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | | | ✓ | | | ✓ | | |
| <i>Thuja plicata</i> | Thuya géant | ✓ | ✓ | | | | | | Tests clonaux |
| <i>Ulmus spp.</i> | Ormes | ✓ | ✓ | ✓ | | | ✓ | | |

Avancements et perspectives de la recherche sur la diversité génétique des arbres forestiers

Le renforcement de la recherche sur l'évaluation des capacités d'adaptation des ressources génétiques forestières face au changement climatique, de l'évolution des niches climatiques de leurs populations, et de leur potentiel appauvrissement est l'une des mesures phares du Deuxième Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC-2) 2018 – 2022 [68] : « Les connaissances utiles à l'adaptation au changement climatique seront renforcées par les établissements d'enseignement supérieur et de recherche et d'autres opérateurs de l'État tels que l'ONF, le CNPF, l'IDF, FCBA, l'IGN, sous l'impulsion du MAA afin de réaliser, en coopération avec le MTES, des études prospectives territorialisées pour les horizons 2050 et 2100 sur les ressources forestières dans un contexte de changement climatique. ». De même, les priorités identifiées dans le PNFB [41] en matière de recherche concernent l'acquisition et la mise à disposition de connaissances et d'outils permettant d'éclairer les choix de gestion sylvicole. Ces priorités se traduiront notamment par : « Le développement de plusieurs modèles sylvicoles intégrant une variété de scénarios climatiques ; La mise en place d'expérimentations prenant en compte la diversité de la forêt française ; L'entretien, le suivi et la valorisation des

tests d'évaluation mis en place ; L'évaluation des potentialités des ressources génétiques forestières indigènes via le renforcement de la recherche sur la diversité intraspécifique des essences ligneuses ; La poursuite de la stratégie de conservation in situ et ex situ ; L'approfondissement des connaissances sur l'autécologie des essences forestières dans leur aire de répartition actuelle ; Le suivi des espaces forestiers en libre évolution et de la sélection naturelle de souches mieux adaptées aux conditions nouvelles ; La mise en place de partenariats de recherche avec les pays méditerranéens autour de la conservation, de la sélection et du transfert des ressources génétiques, ainsi que de la gestion des peuplements soumis à de fortes modifications de leur environnement climatique ; L'amélioration du transfert des résultats d'observation et de recherche entre chercheurs, propriétaires et gestionnaires notamment via le RMT AFORCE et l'actualisation des fiches « Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction ». » [41].

Tableau 8 : Méthodes et technologies actuelles et émergentes utilisées pour l'évaluation, l'analyse, et le suivi de la diversité génétique pour certaines essences d'arbres forestiers en France métropolitaine

Source : Enquête réalisée auprès d'experts [54]

| Nom latin | Nom commun | Méthodes et technologies pour l'évaluation, l'analyse, et le suivi de la diversité génétique | Principales avancées des 5 dernières années |
|---------------------------|---------------|---|---|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | Microsatellites chloroplastiques et nucléaires ; barcoding ; SNP (par la méthode de SPET genotyping) | Analyse de la diversité génétique des Pyrénées ; séquençage incomplet du génome ; mise en évidence de marqueurs moléculaires de l'adaptation au froid |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | Nouveaux marqueurs | Populations marginales ; flux de gènes ; utilisation de l'eau ; démographie |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | Puce SNP de génotypage haute densité en cours de développement avec inclusion de <i>F. angustifolia</i> (tout aussi menacé et s'hybridant spontanément avec <i>F. excelsior</i>) | Découverte d'un système d'incompatibilité pollinique à 2 groupes chez <i>F. excelsior</i> ; quantification de l'héritabilité de la sensibilité à la chalarose au houppier et au collet |
| <i>Juglans regia</i> | Noyer commun | | Caractérisation moléculaire des 175 individus de la collection nationale de travail <i>ex situ</i> des ressources génétiques |
| <i>Larix sp.</i> | Mélèze | Microsatellites ; SNP | Différenciation possible des populations alpines et Centre européenne ; meilleure connaissance de la diversité de plasticité phénotypique (gradient alpin) ; meilleure connaissance au niveau spécifique de la plasticité |
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | SNP | Nouvel échantillonnage et analyse SNP (grand nombre de marqueurs) dans le cadre du projet GENTREE |

| Nom latin | Nom commun | Méthodes et technologies pour l'évaluation, l'analyse, et le suivi de la diversité génétique | Principales avancées des 5 dernières années |
|--|------------------|---|---|
| <i>Pinus nigra</i> <i>subsp.</i> <i>salzmannii</i> | Pin de Salzmann | Microsatellites chloroplastiques et nucléaires ; barcoding ; SNP (par la méthode de SPET genotyping) | Reconstitution de l'histoire évolutive des populations dans un contexte européen ; séquençage du transcriptome ; comparaison des croissances radiales entre provenances et sous espèces de pin noir |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | SNP ; séquençage du génome | Développement de marqueurs SNP ; séquençage du génome ; estimation introgression par peupliers cultivés ; connaissance sur reproduction sexuée et lien avec dynamique morphosédimentaire de la rivière |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglas | Nouvelle puce de génotypage (50K SNPs) en cours acquisition, à utiliser à partir de 2020–2021, pour suivre la diversité au sein de la population d'amélioration | Analyse d'un vaste réseau de test de provenances/descendances donnant accès à une diversité de paramètres génétiques de la population de base du programme d'amélioration du Douglas en France ; démonstration de l'intérêt de populations de Californie pour une utilisation en reboisement en secteur méditerranéen |
| <i>Quercus crenata</i> | Faux chêne-liège | Microsatellites | Taxonomie ; inventaire de tous les individus en France et en Italie |
| <i>Quercus faginea</i> | Chêne faginé | Microsatellites | Hybridation avec le chêne sessile et le pédonculé |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | Nouveaux marqueurs | Taxonomie ; flux de gènes ; mécanismes d'évolution du génome ; adaptation |
| <i>Quercus pubescens</i> | Chêne pubescent | Nouveaux marqueurs | Position taxonomique et histoire évolutive |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | Nouveaux marqueurs | Taxonomie ; histoire évolutive |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | Nouveaux marqueurs | Séquençage du génome ; annotation du génome ; histoire évolutive |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | | Sauvetage de la collection de Bellegarde et sa duplication à Cadarache ; génotypage de la collection de ressources génétiques |
| <i>Thuja plicata</i> | Thuya géant | | Bilan des tests clonaux plantés par INRAE dans 5 sites |

Partie 3 : État de la conservation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

Lors de la première conférence ministérielle pour la protection des forêts en Europe (Forest Europe) en 1990, les États européens se sont engagés à mettre en place une politique de conservation des ressources génétiques forestières par la résolution S2 « Conservation des Ressources Génétiques Forestières ». Cet engagement a pu être réaffirmé lors des conférences Forest Europe en 1993 par la résolution H2 « Lignes directrices générales pour la conservation de la biodiversité des forêts européennes », en 2003 par la résolution V4 « Conserver et améliorer la diversité biologique des forêts en Europe », et en 2015 par la résolution M2 « Protection des forêts dans un environnement changeant » [69].

De plus, les activités de conservation des ressources génétiques forestières concordent avec les engagements internationaux définis lors de la Convention sur la Diversité Biologique (CBD) de Rio de Janeiro en 1992 [70] renouvelés au sommet de Rio 2012, la stratégie biodiversité de l'Union Européenne (UE) à l'horizon 2020 établie en 2011 [71], le plan d'action mondial pour la conservation, l'utilisation durable et le développement des ressources génétiques forestières, adopté lors de la conférence de la FAO en juin 2013 [72], et l'adoption de la motion « Intégrer la diversité génétique forestière autochtone aux objectifs de conservation des aires protégées » au congrès mondial de la nature de l'UICN en septembre 2016 [1]. Ces activités de conservation des RGF concordent, au niveau national, avec les objectifs de la SNB 2011 – 2020 [73] et du PNACC-2 2018 – 2022 [68], et s'inscrivent dans les objectifs du PNFB 2016 – 2026 [41]. Enfin, la France reconnaît d'intérêt général « La conservation des ressources génétiques et de la biodiversité forestières » dans la Loi n°2014-1170 du 13 octobre 2014 (LAAAF : Loi d'Avenir pour l'Agriculture, l'Alimentation et la Forêt) [19] et dans l'article L 112-1 du code forestier [20].

La France est membre du programme de coopération paneuropéen pour la conservation et la gestion durable des ressources génétiques forestières EUFORGEN [74] depuis sa création en 1994 suite à la première conférence Forest Europe. Ce réseau regroupant une trentaine de pays membres définit des méthodologies et une stratégie commune de conservation des RGF sur plus d'une centaine d'essences. Plus précisément, EUFORGEN permet : la coordination des stratégies nationales de conservation des RGF sur le continent et l'harmonisation des pratiques mises en œuvre ; l'élaboration de stratégies de conservation des RGF coordonnées au niveau européen ; le partage de savoir-faire, d'outils et méthodes en appui aux politiques nationales (cartes d'aires de distribution à dire d'experts, guides pratiques pour la conservation des RGF, critères minimums, indicateurs, etc.) ; le développement et la gestion d'un système d'information standardisé sur la conservation et la production d'indicateurs aux échelles nationale et continentale initié dans le projet EUFGIS (système d'information européen sur les ressources génétiques forestières) [75] ; le partage d'expertise trans-

domaine avec les réseaux européens de conservation des ressources génétiques de plantes cultivées et ressources génétiques animales initié dans le projet GenRes Bridge ; enfin la contribution à des projets de recherche ou de développement d'outils européens portant sur conservation des RGF (EUFGIS [75], EVOLTREE [76], GENTREE [77], et bientôt FORGENIUS) en servant de réseau entre la communauté de conservation des RGF et la communauté scientifique. Dans un contexte d'accélération du changement climatique, poursuivre les travaux de conservation des ressources génétiques forestières est une priorité. La continuité internationale des aires de répartition des espèces végétales nécessite en outre de définir les stratégies de conservation à l'échelle européenne en supplément des stratégies nationales, afin de définir des unités conservatoires pertinentes et complémentaires, à l'échelle du continent. EUFORGEN permet la coordination nécessaire pour le réseau paneuropéen autour de cette stratégie.

Suite à la première conférence Forest Europe, le MAA a mis en place en 1991 une politique nationale de conservation des RGF formalisée par la création de la Commission des ressources génétiques forestières (CRGF) [50]. La CRGF coordonne principalement des travaux d'inventaire, de caractérisation de la diversité génétique, et de caractérisation des capacités d'adaptation aux stress thermiques et hydriques, et de conservation des ressources génétiques d'intérêt forestier, écologique et des essences disséminées, rares ou en disparition. Le Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation se repose sur les travaux et avis de la CRGF afin de mettre en place la stratégie nationale de conservation des ressources génétiques forestières. La CRGF s'appuie sur les compétences d'experts issus de nombreux organismes scientifiques et de gestion ou associations tels que INRAE, l'ONF, l'IDF-CNPF, FCBA, l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), les Conservatoires Botaniques Nationaux, France-Nature-Environnement et l'UICN. Des stratégies nationales par essences forestières sont définies par la CRGF pour *Abies alba* (sapin pectiné), *Fagus sylvatica* (hêtre), *Juglans regia* (noyer commun), *Picea abies* (épicéa commun), *Pinus nigra subsp. salzmannii* (pin de Salzmann), *Pinus pinaster* (pin maritime), *Pinus sylvestris* (pin sylvestre), *Populus nigra* (peuplier noir), *Prunus avium* (merisier), *Quercus petraea* (chêne sessile), *Sorbus domestica* (cormier), *Ulmus glabra* (orme de montagne), *Ulmus laevis* (orme lisse), *Ulmus minor* (orme champêtre).

La stratégie nationale de conservation des RGF utilise trois dispositifs de conservation complémentaires :

1. Le réseau national des unités conservatoires (UC) *in situ* ;
2. Le réseau national des collections *ex situ* ;
3. Le dispositif des unités de conservation dynamique *ex situ* ;

Ces 3 dispositifs ne sont utilisés que pour un nombre limité d'espèces prioritaires, intégrées à un programme national de conservation des RGF pour leur intérêt (commercial, écologique, biotechnologique, etc.) et/ou pour leur conservation lorsque leur diversité génétique est sujette à des menaces.

Un quatrième dispositif est en cours de développement afin d'élargir le spectre d'unités de conservation et d'essences concernées :

4. Le dispositif des peuplements forestiers d'intérêt pour les RGF (PfiG) ;

La conservation des RGF passe également par la prise en compte des considérations génétiques dans les pratiques de gestion, d'aménagement (cf. chapitre 10) et dans la réglementation (cf. chapitre 11).

Chapitre 6. Conservation *in situ* des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

L'approche de conservation *in situ* dite « dynamique » consiste à laisser agir la sélection naturelle dans des peuplements d'intérêt pour la conservation de la diversité génétique d'une ou plusieurs essences forestières. Ces peuplements constituent des unités conservatoires (UC) dont le maintien doit être garanti sur le long terme. Ces UC sont soumises à une charte de gestion adaptée à chaque UC : les modes de gestion peuvent être variés mais doivent tous respecter la charte de conservation comprenant les prérequis minima à respecter pour satisfaire les objectifs de conservation des ressources génétiques et la définition des clauses spécifiques éventuelles liées au contexte local. En signant la charte, propriétaire et gestionnaire s'engagent à ce que leur gestion respecte ces critères et que la conservation des ressources génétiques soit explicitement mentionnée comme objectif dans les documents de gestion (cf. chapitre 10).

L'approche *in situ* est, en France métropolitaine, le dispositif utilisé en priorité. Elle permet de favoriser les processus évolutifs en permettant aux peuplements de s'adapter au mieux au changement de leur environnement.

La définition des dispositifs *in situ* est encadrée par l'arrêté ministériel du 5 mai 2008 relatif aux conditions d'inscription sur le registre national de matériels de base destinés à la conservation *in situ* de ressources génétiques forestières d'intérêt national. La liste des accessions inscrites sur ce registre national est régulièrement actualisée, à raison de deux fois par an [50]. Ces deux documents sont disponibles sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/la-politique-nationale-de-conservation-des-ressources-genetiques-forestieres>.

État des lieux de la conservation *in situ* des ressources génétiques forestières

Tableau 9 : Nombre et surface des UC RGF *in situ* en France métropolitaine en 2014 et 2020
Source : [78]

| Nom Latin | Nom commun | Nombre d'UC <i>in situ</i> en 2014 | Surface (en ha) des UC <i>in situ</i> en 2014 | Nombre d'UC <i>in situ</i> en 2020 | Surface (en ha) des UC <i>in situ</i> en 2020 |
|--------------------------------------|------------------|------------------------------------|---|------------------------------------|---|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | 21 | 2 938 | 23 | 3 613 |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | 28 | 3 427 | 28 | 4 088 |
| <i>Picea abies</i> | Epicéa commun | 15 | 3 388 | 15 | 3 581 |
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | 4 | 985 | 4 | 985 |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | | | 1 | 86 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | Pin sylvestre | | | 4 | 587 |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | 3 | 515 | 5 | 1 398 |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | 20 | 2 293 | 20 | 2 619 |
| <i>Ulmus glabra</i> | Orme de montagne | | | 1 | 2 085 |
| <i>Ulmus laevis</i> | Orme lisse | 2 | 119 | 2 | 770 |
| Total | | 93 | 13 665 | 103 | 19 812 |

La surface d'UC RGF *in situ* a augmenté de près de 45 % entre 2014 et 2020. 4 UC pour *Pinus sylvestris* (pin sylvestre), 2 UC pour *Abies alba* (sapin pectiné), 2 UC pour *Populus nigra* (peuplier noir), 1 UC pour *Ulmus glabra* (orme de montagne) particulièrement menacé par la graphiose, et 1 UC pour *Pinus nigra subsp. salzmannii* (pin de Salzmann) ont notamment été classées sur cette période. Une constitution de réseau pour le frêne (*Fraxinus excelsior*) est actuellement en discussion.

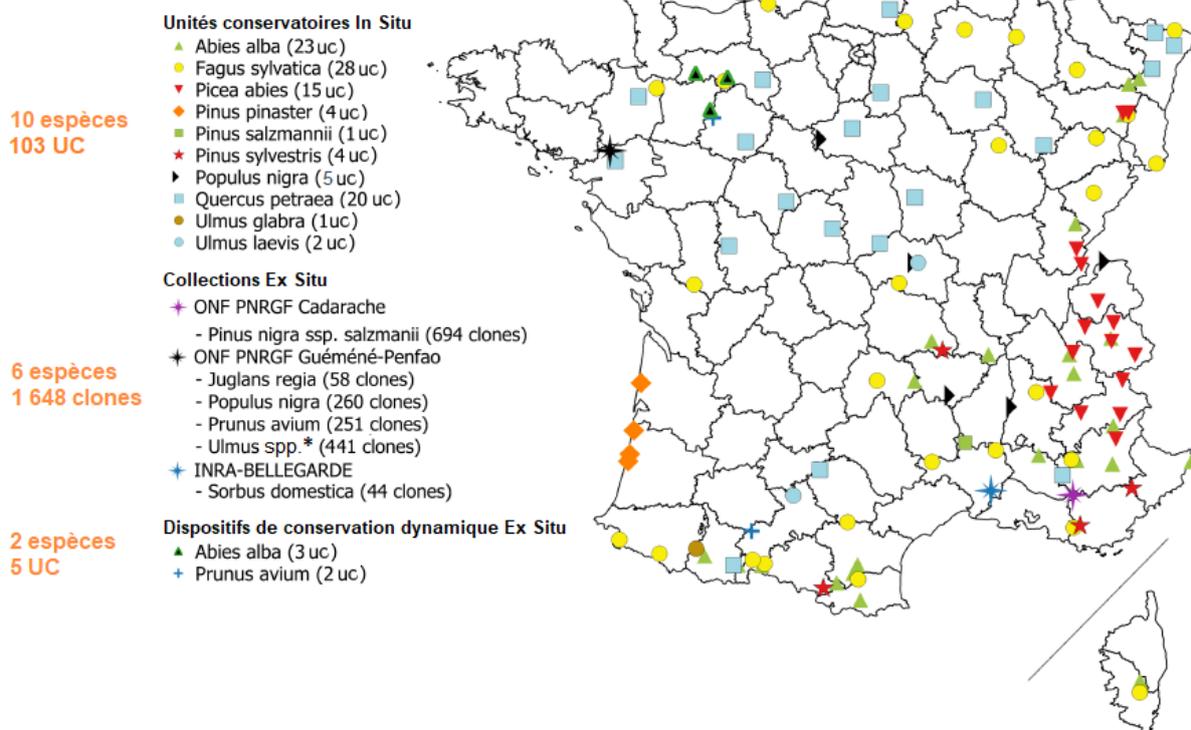


Figure 17 : Carte des dispositifs de conservation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

Source : Carte produite par A. Desgroux, C. Joyeau, C. Bastianelli, F. Lefèvre (CRGF, 2020)

* *Ulmus glabra* (29 clones), *Ulmus glabra x minor* (36 clones), *Ulmus laevis* (100 clones), *Ulmus minor* (205 clones), *Ulmus minor x glabra* (71 clones)

Approches utilisées pour la conservation *in situ* des ressources génétiques forestières

Pour chaque espèce, les réseaux d'UC *in situ* sont constitués d'un échantillon de populations représentant l'essentiel de la variabilité génétique de l'espèce concernée sur le territoire national. Ces populations sont définies en s'appuyant sur les informations écologiques, pédoclimatiques et/ou génétiques disponibles, ainsi que des populations marginales porteuses d'adaptations particulières. L'approche *in situ* permet de garantir l'évolution de cette variabilité dans le temps permettant aux peuplements de s'adapter à l'évolution de leur milieu. Chaque réseau spécifique national est coordonné par un animateur (par exemple un gestionnaire ONF dans le cadre des Missions d'Intérêt Général (MIG) pilotées par le Pôle National des Ressources Génétiques Forestières (PNRGF)) qui assure le relais entre la CRGF et les acteurs opérationnels de terrain, et dispose d'un référent scientifique (par exemple expert INRAE) qui intervient par ses conseils auprès de l'animateur et de la CRGF.

Conformément aux exigences d'EUFORGEN [79], chaque UC doit avoir « un statut désigné de zone de conservation des gènes des arbres forestiers au niveau national » et disposer d'un « plan de gestion dans lequel la conservation génétique des arbres forestiers est reconnue comme un objectif de gestion majeur et dans lequel une ou plusieurs espèces d'arbres ont été reconnues comme espèces d'arbres cibles pour la conservation génétique ». Ce plan de gestion doit notamment énoncer quelles espèces cibles constituent l'UC et leur attribuer l'un des objectifs de conservation suivant : (1) Maintenir la diversité génétique dans les grandes populations d'arbres ; (2) Conserver des caractères adaptatifs et/ou phénotypiques spécifiques ou d'autres caractères dans des populations d'arbres marginales ou dispersées ; (3) Conserver les espèces d'arbres rares ou en voie de disparition dont les populations ne comptent qu'un petit nombre d'individus restants. Ce plan de gestion doit respecter les objectifs de la charte de gestion des UC qui permettent de définir une sylviculture adaptée et d'assurer une conservation dynamique et durable des ressources génétiques de l'UC, il est signé par les propriétaires forestiers de l'UC, les gestionnaires forestiers de l'UC, et la CRGF. Le Modèle de charte de gestion des unités conservatoires de ressources génétiques *in situ* et la Note de service ONF du 16 décembre 2011 sur la Gestion des ressources génétiques dans les forêts publiques sont disponible sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/la-politique-nationale-de-conservation-des-ressources-genetiques-forestieres>. Selon cette charte, chaque UC *in situ* doit :

- Être pour chaque espèce cible reconnue dans son plan de gestion, constituée d'individus autochtones.
- Être constituée d'un noyau de conservation entouré d'une zone tampon et être d'une surface suffisamment grande et de forme aussi compacte que possible pour que le noyau de conservation soit protégé de la contamination pollinique provenant de populations voisines non indigènes ou apparentées et susceptibles de l'hybrider.
- Être constituée d'un nombre d'individus reproducteurs suffisant au sein du noyau pour permettre une conservation de la diversité génétique du peuplement de génération en génération. Pour chacun des trois types d'objectifs de conservation présentés ci-dessus, trois nombres minimums d'individus reproducteurs ont été définis : (1) Minimum 500 arbres reproducteurs lorsque l'objectif est de conserver la diversité génétique en formation de peuplements ; (2) Minimum 50 arbres reproducteurs lorsque l'objectif est de conserver des caractères adaptatifs et/ou phénotypiques particuliers de populations marginales généralement de petite taille ; (3) Minimum 15 arbres reproducteurs non apparentés lorsque l'objectif est de conserver les populations restantes d'espèces rares ou menacées d'extinction. Si l'UC a plusieurs espèces cibles, chaque espèce cible doit avoir la taille de population minimale appropriée à son objectif de conservation.
- Être gérée dans un but de maintien et d'amélioration du potentiel évolutif à long terme des populations d'arbres cibles. Des mesures de gestion et des techniques sylvicoles y sont activement appliquées, selon les besoins, pour maintenir un habitat adéquat et

pour favoriser les processus génétiques qui maintiennent la viabilité à long terme des populations cibles.

- Être suivie via des visites régulières permettant de s'assurer que l'UC remplit toujours sa fonction et n'est ni endommagée ni détruite.
- Être évaluée de manière complète, notamment sur le succès de la régénération des espèces cibles et la taille de leurs populations, par le biais d'inventaires systématiques sur le terrain menés tous les 5 ou 10 ans.
- Être coordonnée par un animateur désigné par la CRGF chargé d'informer le gestionnaire de chaque UC des acquis de la recherche intéressant la conservation des ressources génétiques des espèces cible (en liaison avec un référent scientifique), d'identifier avec le gestionnaire et le propriétaire d'éventuelles difficultés dans la mise en œuvre de charte de gestion, de rendre compte à la CRGF de l'évolution et de la gestion du réseau conservatoire dont il a la charge.

Au-delà des actions coordonnées par la CRGF, certaines aires protégées juridiquement (tout ou en partie forestière) constituent également des lieux de conservation *in situ* des RGF. Ces aires contiennent certaines UC (*Populus nigra*, *Ulmus laevis*, *Ulmus glabra*). Les aires protégées réglementaires à protection forte (réserves biologiques [80], réserves naturelles, zones de cœurs des parcs nationaux, arrêtés préfectoraux de protection de biotope et réserves nationales de chasse et de faune sauvage) couvrent 1,8 % de la surface forestière métropolitaine (hors parc national de forêts créé à l'Automne 2019, aire d'adhésion des parcs nationaux, et parcs naturels régionaux), soit 321 294 ha.

À la suite de la publication du rapport de la Plateforme Intergouvernementale Scientifique et Politique sur la Biodiversité et les Services Écosystémiques (IPBES) de mai 2019 [81], le président de la République a annoncé sa volonté de porter à 30 % (dont un tiers en forte protection) la part des aires marines et terrestres protégées sur l'ensemble des territoires français. En octobre 2019, le MTES engage l'élaboration de la nouvelle stratégie nationale des aires marines et terrestres protégées 2020-2030 [82]. Concernant les forêts, cette stratégie définit les objectifs suivants à atteindre pour 2022 : mettre sous protection forte de 250 000 ha de forêts (180 000 ha en Guyane et 70 000 ha en métropole) avec 10 % de forêts domaniales sous protection forte ; créer ou étendre 20 réserves naturelles nationales en métropole ; définir l'aire d'adhésion du parc national de forêts ; accompagner la création de 4 nouveaux parcs naturels régionaux.

Les autres aires protégées par acquisition foncière ou par voie contractuelle (sites Natura 2000, terrains acquis par les conservatoires d'espaces naturels ou par le conservatoire du littoral) couvrent 18,6 % de la surface forestière métropolitaine, soit plus de 3,3 millions d'hectares (99,98 % de ces 3,3 millions d'hectares étant couverts par les sites Natura 2000). Natura 2000 est un réseau d'espaces naturels, à l'échelle européenne, visant à « protéger un certain nombre d'habitats et d'espèces représentatifs de la biodiversité européenne » [83]. Chaque site Natura 2000 fait l'objet d'un document d'objectif veillant à la conservation et, le cas échéant, le rétablissement des habitats naturels et des espèces qui ont justifié la création

du site Natura 2000 et avec lequel les documents d'aménagement forestiers doivent être compatibles.

La conservation *in situ* des RGF est également assurée par les politiques de gestion durable (cf. chapitre 10).

Défis et perspectives de la conservation *in situ* des ressources génétiques forestières

La conservation *in situ* des RGF est confrontée à de nombreux défis :

- La limite de connaissances sur la diversité génétique ou la dynamique des peuplements nécessaire à la mise en place de réseaux de conservations *in situ*. Un travail est actuellement mené sur la définition d'indicateurs indirects pertinents (indicateur 4.6 de Forest Europe [84]), l'adaptation de la stratégie aux informations disponibles pour l'espèce considérée, et l'acquisition de données (projets GENTREE [77] puis FORGENIUS en 2021).
- Le risque d'hybridation par du matériel exotique planté aux alentours des populations indigènes présentes dans les UC. La structure des UC comprenant une zone tampon et la gestion de la régénération permettent de prévenir et réduire ce risque.
- Le risque d'érosion génétique dans le cas de petites populations soumises à la dérive génétique. Le critère de la charte des UC définissant les effectifs minimums d'individus requis en fonction de l'objectif visé permet de prévenir ce risque.
- Les catastrophes naturelles (tempêtes, incendies, perturbations biotiques, ...).
- Les problèmes de régénération naturelle.
- Le caractère majoritairement privé de la forêt métropolitaine (75 %, cf. chapitre 2) partagée entre 3.5 millions de propriétaires.
- La limitation des moyens humains et financiers, préjudiciable pour le suivi des UC.

Les priorités et perspectives identifiées pour améliorer la conservation *in situ* des RGF sont les suivantes :

- Maintenir la recherche publique française et européenne sur la diversité génétique forestière à un haut niveau de financement et de ressources humaines pour améliorer, étendre et préciser la connaissance sur l'adaptation au changement climatique et ses multiples conséquences directes et indirectes.
- Établir un guide pratique de la conservation des ressources génétiques : ce travail est actuellement en cours d'élaboration au sein de la CRGF et permettra d'établir les conditions de création de nouvelles UC. Ce guide définira en particulier les modalités de suivi des UC, un dispositif d'alerte et une liste de possibles actions de sauvegarde ;
- Intensifier le suivi des UC les plus vulnérables face au changement climatique et préparer une gestion adaptée pour leur conservation, voire prévoir de possibles UC de remplacement afin de garantir durablement les réseaux de conservation.

- Définir des stratégies de conservation à adopter en cas de crise sanitaire pour anticiper d'éventuelles crises à venir.
- Élargir le réseau national de conservation *in situ* par la conservation d'UC locales spécifiques pour des espèces ne faisant pas l'objet d'un programme de conservation de la diversité génétique à l'échelle nationale.
- Définir des indicateurs opérationnels de suivi de l'efficacité de la conservation des RGF : la révision de l'indicateur Forest Europe 4.6 [84] sur la conservation et l'utilisation des ressources génétiques forestières en 2020 permet la standardisation et la coordination de la prise de données, son calcul et son reportage grâce aux données standardisées des systèmes d'information EUFGIS [75] d'EUFORGEN, FOREMATIS (système d'information européen sur les matériels forestiers de reproduction) [85] du centre commun de recherche de la commission européenne (JRC), et GlobalTreeSearch (système d'information sur les espèces d'arbres) [86] de « Botanic Gardens Conservation International » (BGCI). L'indicateur révisé est composé de quatre sous-indicateurs : Conservation dynamique (*in situ* et *ex situ*) des populations d'espèces indigènes ; Conservation dynamique (*ex situ*) des populations d'espèces non indigènes ayant évolué localement ; Conservation statique *ex situ* ; Production de matériel forestier de reproduction. Les trois premiers sous-indicateurs concernent la conservation des RGF, des critères quantitatifs permettent d'évaluer l'effort de conservation, la diversité génétique mise en conservation, tant interspécifique qu'intraspécifique, la robustesse du réseau de conservation mis en œuvre. Le quatrième sous-indicateur traite de gestion durable, des critères quantitatifs visent à évaluer la diversité génétique potentiellement disponible pour l'utilisation.
- Concilier les UC et les réseaux d'aires protégées : depuis l'adoption en 2016 de la motion pour « Intégrer la diversité génétique forestière aux objectifs de conservation des aires protégées » au congrès mondial de la nature de l'UICN de Hawaï [1], la CRGF a travaillé sur la possible labellisation des UC en aires protégées de type IV UICN [87]. Cette labellisation permettrait de conférer un statut officiel aux UC RGF et de mettre en valeur leur dimension de « conservation de la nature » ce qui transmettrait un message fort sur l'importance des RGF dans le cadre de la conservation des forêts.
- Maintenir une participation active dans les réseaux de conservation internationaux tels que EUFORGEN : La France a ainsi renouvelé son engagement au programme EUFORGEN en pour sa phase VI (2020 – 2024).

Chapitre 7. Conservation *ex situ* des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

La définition des dispositifs *ex situ* est encadrée par l'arrêté ministériel du 5 mai 2008 relatif aux conditions d'inscription sur le registre national de matériels de base destinés à la conservation *ex situ* de ressources génétiques forestières d'intérêt national. La liste des accessions inscrites sur ce registre national est régulièrement actualisée, à raison de deux fois par an [50]. Ces deux documents sont disponibles sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/la-politique-nationale-de-conservation-des-ressources-genetiques-forestieres>.

État des lieux de la conservation *ex situ* des ressources génétiques forestières

Tableau 10 : Nombre et surface des dispositifs de conservation dynamique *ex situ* et nombre de clones* en collections nationale *ex situ* en France métropolitaine en 2014 et 2020

Source : [88]

* Les clones inscrits au Registre et conservés dans les Collections nationales sont un sous-ensemble représentatif des collections privées (INRAE, IDF) dont elles sont issues.

: Nombre ; S : Surface ; plantations conservatoires : dispositifs de conservation dynamique *ex situ*

| Nom Latin | Nom commun | # plantations conservatoires 2020 | S (ha) plantations conservatoires 2020 | # clones en collections nationales en 2014 | # clones en collections nationales en 2020 |
|---|------------------|-----------------------------------|--|--|--|
| <i>Abies alba</i> | Sapin Pectiné | 3 | 24 | | |
| <i>Juglans regia</i> | Noyer commun | | | 58 | 58 |
| <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i> | Pin de Salzman | | | 549 | 694 |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | | | 260 | 260 |
| <i>Prunus avium</i> | Merisier | 2 | 4 | 251 | 251 |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | | | 44 | 44 |
| <i>Ulmus glabra</i> | Orme de montagne | | | 30 | 29 |
| <i>Ulmus laevis</i> | Orme lisse | | | 98 | 100 |
| <i>Ulmus minor</i> | Orme champêtre | | | 183 | 205 |
| <i>Ulmus minor-glabra</i> | Orme hybride | | | 106 | 107 |
| Total | | 5 | 28 | 1579 | 1748 |

Sur la période 2014– 2020, la collection de *Pinus nigra subsp. salzmannii* (pin de Salzmann) a été complétée par l'ajout de plus d'une centaine de clones et la collection d'*Ulmus spp.* (Ormes) a été enrichie de quelques clones provenant en particulier du sud-est.

Voir Figure 17 : Carte des dispositifs de conservation des RGF en France métropolitaine.

Approches utilisées pour la conservation *ex situ* des ressources génétiques forestières

La conservation *ex situ* vient compléter ou remplacer la conservation *in situ* d'une espèce lorsque ce mode de conservation n'est plus adapté à la biologie de l'espèce (par exemple pour des espèces très disséminées comme le cormier, ou des espèces pionnières de milieux perturbés dont la dynamique démographique *in situ* n'est pas toujours active, comme le peuplier noir) ou que la ressource est gravement menacée *in situ*, comme l'orme champêtre (cf. chapitre 4). Deux approches principales, aux enjeux et aux acteurs différents, sont utilisées pour la conservation des RGF *ex situ* :

1. L'approche de conservation *ex situ* « statique » via le réseau national des collections *ex situ* de l'espèce. Cette approche consiste à conserver un échantillon représentatif de la diversité génétique de l'espèce et/ou des ressources génétiques d'intérêt par la collection de matériel vivant reproductible (arbres, graines, matériel *in vitro*) en milieu naturel, la caractérisation de ce matériel, et sa conservation en champ ou en laboratoire. Cette approche est principalement utilisée lorsque le maintien de populations suffisamment larges est rendu difficile par les crises sanitaires, la destruction de l'habitat, etc.
2. L'approche de conservation *ex situ* « dynamique » via le dispositif des unités de conservation dynamique *ex situ*. Cette approche consiste à mettre en place des plantations *ex situ* de matériel génétique diversifié dans le but de créer, par reproduction, une nouvelle population adaptée localement. C'est en quelque sorte une forme de verger de conservation de la diversité génétique.

Chaque dispositif de conservation *ex situ* est coordonné par un animateur qui assure le relais entre la CRGF et les acteurs opérationnels de terrain, et dispose d'un référent scientifique qui intervient par ses conseils auprès de l'animateur et de la CRGF. La CRGF s'appuie, en plus des animateurs et des référents scientifiques, sur certains organismes comme : INRAE, le CNPF, l'IDF, AgroParisTech, l'ONF, FCBA, et des associations locales qui participent à la collecte des clones, ou encore le Pôle National des Ressources Génétiques Forestières (PNRGF) de l'ONF est ses pépinières de Guéméné-Penfao et de Cadarache.

Conformément aux exigences d'EUFORGEN, chaque collection nationale doit être :

- Constituée d'individus autochtones et non issus d'hybridations.
- Caractérisée (caractérisation phénotypique et/ou moléculaire des individus).

- Complétée et rééquilibrée au cours de temps en fonction des résultats de la recherche pour associer le plus petit nombre de clones conservés au maximum de diversité génétique conservée, c'est ce qui constitue le noyau de la collection.

Au-delà des actions coordonnées par la CRGF, les arboretums français constituent également des lieux de conservation *ex situ* des RGF. Les 150 arboretums gérés par l'ONF sont divisés en trois catégories : arboretums pédagogiques qui contiennent beaucoup d'essences et sont ouverts au grand public ; arboretums conservatoires qui contiennent des essences ou provenances rares ou en voie de disparition dans leur aire naturelle ; arboretums scientifiques qui contiennent de nouvelles espèces représentées par un nombre important d'individus afin de collecter de nombreuses informations (comportement vis-à-vis du milieu, potentialité de croissance, utilisation forestière, sensibilité aux attaques parasitaires, etc.) et d'évaluer la capacité d'adaptation de ces nouvelles espèces dans des conditions différentes de celles de leur aire d'origine dans le but d'offrir de nouvelles variétés performantes pour le reboisement, particulièrement dans le cadre du changement climatique [89]. La gestion de l'arboretum national des Barres est actuellement conduite par l'ONF dans le cadre d'une MIG pilotée par le PNRGF sous financement de l'État. INRAE et AgroParisTech participent au rassemblement du matériel végétal, à l'installation et au suivi scientifique des arboretums gérés par l'ONF. D'autres arboretums sont également gérés par INRAE, par exemple les arboretums d'élimination du sud-est de la France [90], ainsi que par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN), par exemple l'arboretum de Versailles-Chèvreloup [91], ou par d'autres organismes, par exemple les arboretums du Réseau INFrastructure de recherche pour le suivi et l'adaptation des FORêts au Changement climatiqUE (REINFFORCE) [92].

De plus, les plantations conservatoires de provenance authentifiée, les collections liées aux programmes d'amélioration gérés par INRAE (cf. chapitre 9), ainsi que les réseaux expérimentaux génétiques (cf. chapitre 9 et chapitre 10), participent à la conservation *ex situ* de nombreuses essences d'arbres forestiers et sont constituées de centaines d'individus souvent représentatifs de tout ou partie des aires naturelles de ces essences.

Défis et perspectives de la conservation *ex situ* des ressources génétiques forestières

La conservation *ex situ* des RGF est confrontée à de nombreux défis :

- Les limites de connaissances sur la diversité génétique nécessaire à la mise en place de collections *ex situ*.
- Le vieillissement rapide de collections de matériel végétal conservées en champ qui nécessitent un entretien annuel et un renouvellement décennal.
- La limitation des moyens humains et financiers, notamment préjudiciable pour les prospections et la mise en place des collections qui demandent un travail long, nécessitant parfois des dizaines d'années de prospection pour rassembler un

échantillon représentatif de la diversité génétique des espèces et pour le maintien des collections qui demandent un entretien annuel.

Les priorités et perspectives identifiées pour améliorer la conservation *ex situ* des RGF sont les suivantes :

- Poursuivre et finaliser la caractérisation des collections existantes.
- Identifier les espèces et populations vulnérables au changement climatique afin d'assurer la mise en place de leur conservation.
- Établir une méthodologie de constitution de noyaux de collections *ex situ*.
- Établir des recommandations pour les projets de plantations conservatoires *ex situ*.
- Intensifier la recherche et les efforts sur les méthodes plus pérennes de conservation (cryoconservation de bourgeons, collections sous forme de banques de graines).

Partie 4 : État de l'utilisation, de la mise en valeur et de la gestion des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

Chapitre 8. État de l'utilisation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

Les ressources génétiques forestières représentent l'ensemble du patrimoine génétique des arbres forestiers, et sont un levier majeur pour l'adaptation des espèces aux conditions pédoclimatiques actuelles et futures. Les RGF sont renouvelées par régénération naturelle ou par utilisation de Matériels Forestier de Reproduction (MFR) pertinemment sélectionnés pour le reboisement et la sylviculture des forêts. Ce renouvellement vise à assurer la résilience des forêts, aujourd'hui menacées par les effets du changement climatique, tout en assurant la productivité des arbres forestiers. En particulier, en France métropolitaine, la réussite des plantations forestières pour les boisements, reboisements ou enrichissements de peuplements, est conditionnée, entre autres facteurs, par l'utilisation de MFR adaptés aux sites de plantation, de bonne qualité génétique et phénotypique, et possédant une diversité génétique suffisante pour assurer résistance aux aléas climatiques et sanitaires ainsi qu'une adaptation au contexte climatique changeant.

Cadre réglementaire de l'utilisation des ressources génétiques forestières

Au niveau international, le système de l'Organisation de Coopération et de Développement Économiques (OCDE) pour la certification des matériels forestiers de reproduction destinés au commerce international établit un système de certification des MFR pour faciliter l'échange de ces derniers entre et au sein des États-membres de l'UE ainsi que des autres pays membres de l'OCDE : pays d'Amérique du Nord, Turquie, Norvège, Suisse, Serbie, plusieurs pays africains [93].

Au niveau européen, la directive n°1999/105/CE [94] en vigueur depuis 2003 dans l'UE stipule que pour les essences inscrites dans son annexe 1, seuls les MFR conformes à la réglementation sont autorisés à la commercialisation. L'objectif de cette directive est d'établir une chaîne de traçabilité réglementaire permettant de garantir aux sylviculteurs ou reboiseurs la provenance des MFR commercialisés à des fins forestières mais aussi de fournir des informations sur le niveau de connaissance actuel des qualités génétiques et phénotypiques de ces MFR. Une décision du Conseil du 16 décembre 2008 [95] renseigne l'équivalence réglementaire de la directive européenne n°1999/105/CE avec des pays de l'OCDE et une

décision de la Commission du 23 décembre 2008 [96] autorise les équivalences réglementaires avec des pays membres ni de l'UE ni de l'OCDE.

Au niveau national, la directive n°1999/105/CE a été transposée en 2001 dans le code forestier (Livre I Titre V Chapitre III de la partie législative du code forestier « Ressources génétiques forestières et matériels forestiers de reproduction » et Livre I titre V chapitre III de la partie réglementaire du code forestier « Commercialisation des matériels forestiers de reproduction »), par décret (décret n°2003-971 du 10 octobre 2003 relatif à la commercialisation des MFR et modifiant le code forestier), et par arrêtés [97].

Code forestier – Article L 153-1 : Extrait [98]

« Sont soumis au présent chapitre les matériels de reproduction des essences forestières produits pour la commercialisation ou commercialisés en tant que plants ou parties de plantes destinés à des fins forestières ou en tant que semences, à l'exception des matériels dont il est prouvé qu'ils sont destinés à l'exportation ou à la réexportation vers des pays tiers. Lors de la création ou du renouvellement de bois et de forêts par la plantation de matériels de reproduction commercialisés appartenant à des espèces réglementées par le présent code, seuls des matériels forestiers produits et commercialisés dans le respect du présent chapitre peuvent être utilisés. Il en est de même pour toute plantation susceptible d'avoir un impact sur les ressources génétiques des arbres forestiers. »

Transcription de la réglementation européenne en droit français

Toute la réglementation concernant la commercialisation des MFR en France et à l'échelle européenne et internationale est recensée sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-reglementation-contrôle-et-certification>.

Les régions de provenance sont inventoriées pour chaque espèce réglementée. Une région de provenance pour une espèce donnée est définie selon la directive européenne n°1999/105/CE comme « une zone géographique régie par des conditions écologiques suffisamment uniformes dans lesquelles des peuplements ou des sources de graines présentent des caractéristiques phénotypiques ou génétiques similaires » [94]. En France métropolitaine, INRAE a établi, dans le cadre de sa mission d'appui technique aux politiques publiques du MAA, les régions de provenance pour les 67 essences réglementées à partir des connaissances scientifiques et sylvicoles disponibles sur l'espèce et des critères climatiques, géologiques, pédologiques et écologiques du territoire métropolitain. Chaque région de provenance est désignée par une appellation officielle et par un code en six caractères officialisés dans un arrêté ministériel (exemple : AAL101 – *Abies alba*, sapin pectiné, Normandie)

Le MAA met également à jour régulièrement le registre des matériels de base (sources de graines, peuplements, vergers à graines, clones et pieds-mères pour le bouturage)

susceptibles d’être récoltés en vue de la commercialisation de MFR (graines, plants, boutures, etc.). Conformément à la directive européenne n°1999/105/CE, les matériels de base sont répartis en 4 catégories commerciales (identifiée, sélectionnée, qualifiée, et testée) définissant le niveau de connaissance disponible sur un matériel [99]. En France métropolitaine, la récolte de MFR n’est autorisée que sur les matériels de base inscrits au registre national, la section « Arbres forestiers » du Comité Technique Permanent de la Sélection (CTPS) arbres forestiers valide l’inscription des matériels de base au registre, ensuite inscrits sur le registre par arrêtés ministériels.

La liste et les cartes des régions de provenance des espèces forestières réglementées, le registre national des matériels de base, ainsi que la liste des entreprises exerçant le commerce des MFR sur le territoire français sont mis à jour régulièrement et accessibles sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/fournisseurs-especes-reglementees-provenances-et-materiels-de-base-forestiers>. Au niveau européen, il existe un registre en ligne des matériels de base de l’Union européenne, FOREMATIS [85].

Les Programmes Régionaux de la Forêt et du Bois (PRFB) [41] prévoient, parmi leurs objectifs, « une actualisation des arrêtés régionaux relatifs aux MFR éligibles aux aides de l’État au regard des risques liés au changement climatique » afin d’encourager auprès des sylviculteurs et reboiseurs l’utilisation préventive de MFR adaptés pour mieux répondre à ces risques.

Essences réglementées par le code forestier

Actuellement 67 essences d’intérêt sylvicole sont réglementées pour le commerce en France métropolitaine.

Tableau 11 : Liste des essences d’intérêt sylvicole réglementées pour le commerce en France métropolitaine

Source : [100]

* Cf. chapitre 9

| Nom botanique | Nom commun | Catégories des matériels de base disponibles en France * |
|--------------------------------------|--|--|
| <i>Abies alba</i> Mill. | Sapin pectiné | Sélectionnée |
| <i>Abies bornmuelleriana</i> Mattf. | Sapin de Bornmuller, sapin de la mer Noire | Qualifiée |
| <i>Abies cephalonica</i> Loud. | Sapin de Céphalonie | Identifiée Qualifiée |
| <i>Abies grandis</i> Lindl. | Sapin de Vancouver | Identifiée |
| <i>Abies pinsapo</i> Boiss. | Sapin pinsapo | Identifiée |
| <i>Acer campestre</i> L. | Érable champêtre | Identifiée |
| <i>Acer platanoides</i> L. | Érable plane | Identifiée |
| <i>Acer pseudoplatanus</i> L. | Érable sycomore | Identifiée (Provenance APS 400 « Massif Central ») Sélectionnée |
| <i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby. | Aulne à feuilles en cœur | Identifiée |
| <i>Alnus glutinosa</i> Gaertn. | Aulne glutineux | Identifiée |

| Nom botanique | Nom commun | Catégories des matériels de base disponibles en France * |
|--|-------------------------|---|
| <i>Alnus incana</i> Moench. | Aulne blanc | Identifiée |
| <i>Betula pendula</i> Roth | Bouleau verruqueux | Identifiée |
| <i>Betula pubescens</i> Ehrh. | Bouleau pubescent | Identifiée |
| <i>Carpinus betulus</i> L. | Charme | Identifiée |
| <i>Castanea sativa</i> Mill. | Châtaignier | Identifiée (Provenance CSA 800 « Corse ») Sélectionnée |
| <i>Cedrus atlantica</i> Carr. | Cèdre de l'Atlas | Sélectionnée Testée |
| <i>Cedrus libani</i> A.Richard | Cèdre du Liban | - |
| <i>Eucalyptus globulus</i> Labill. | Gommier bleu | Identifiée |
| <i>Eucalyptus gunnii</i> Hook.f | Gommier à cidre | Identifiée |
| <i>Eucalyptus gunnii x dalrympleana</i> | Eucalyptus Gundal | Testée |
| <i>Eucalyptus nitens</i> | Eucalyptus nitens | |
| <i>Fagus sylvatica</i> L. | Hêtre | Sélectionnée |
| <i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl. | Frêne oxyphylle | Identifiée |
| <i>Fraxinus excelsior</i> L. | Frêne commun | Identifiée (Provenance FEX 400 « Massif Central ») Sélectionnée Qualifiée |
| <i>Juglans major x regia</i> L. | Noyer hybride | Identifiée Qualifiée |
| <i>Juglans nigra</i> L. | Noyer noir d'Amérique | Identifiée |
| <i>Juglans nigra x regia</i> L. | Noyer hybride | Identifiée Qualifiée |
| <i>Juglans regia</i> L. | Noyer royal | Identifiée |
| <i>Larix decidua</i> Mill. | Mélèze d'Europe | Sélectionnée Qualifiée |
| <i>Larix kaempferi</i> Carr. | Mélèze du Japon | - |
| <i>Larix sibirica</i> Ledeb. | Mélèze de Sibérie | - |
| <i>Larix x marschlinsii</i> Henry (Anciennement <i>Larix x eurolepis</i>) | Mélèze hybride | Qualifiée Testée |
| <i>Malus sylvestris</i> Mill. | Pommier sauvage | Identifiée |
| <i>Picea abies</i> Karst. | Épicéa commun | Sélectionnée Qualifiée |
| <i>Picea sitchensis</i> Carr. | Épicéa de Sitka | Sélectionnée |
| <i>Pinus brutia</i> Ten. | Pin brutia | - |
| <i>Pinus canariensis</i> C.Smith | Pin des Canaries | - |
| <i>Pinus cembra</i> L. | Pin cembro | Identifiée |
| <i>Pinus contorta</i> Loud. | Pin tordu | - |
| <i>Pinus halepensis</i> Mill. | Pin d'Alep | Sélectionnée |
| <i>Pinus leucodermis</i> Antoine | Pin de Bosnie | - |
| <i>Pinus nigra</i> Arn. ssp <i>nigra</i> | Pin noir d'Autriche | Sélectionnée |
| <i>Pinus nigra</i> Arn. ssp <i>salzmannii</i> (Dunal) Franco | Pin de Salzmann | Sélectionnée |
| <i>Pinus nigra</i> var. <i>calabrica</i> (J.W.Loudon) Hyl. | Pin laricio de Calabre | Qualifiée |
| <i>Pinus nigra</i> var. <i>corsicana</i> (J.W.Loudon) Hyl. | Pin laricio de Corse | Sélectionnée Qualifiée Testée |
| <i>Pinus pinaster</i> Ait | Pin maritime | Identifiée Sélectionnée Qualifiée |
| <i>Pinus pinea</i> L. | Pin pignon, pin parasol | Identifiée Sélectionnée |
| <i>Pinus radiata</i> D.Don | Pin de Monterey | Identifiée |
| <i>Pinus sylvestris</i> L. | Pin sylvestre | Sélectionnée Qualifiée |
| <i>Pinus taeda</i> L. | Pin à encens | Sélectionnée Qualifiée |

| Nom botanique | Nom commun | Catégories des matériels de base disponibles en France * |
|---|--------------------------------------|--|
| <i>Populus nigra</i> L. | Peuplier noir | Qualifiée (mélanges clonaux) |
| <i>Populus</i> ssp. | Cultivars hybrides du genre peuplier | Testée |
| <i>Populus tremula</i> L. | Tremble | Identifiée |
| <i>Prunus avium</i> L. | Merisier | Identifiée Sélectionnée Qualifiée Testée |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> (Mirb.) Franco | Douglas vert | Sélectionnée Qualifiée Testée |
| <i>Quercus cerris</i> L. | Chêne chevelu | Identifiée |
| <i>Quercus ilex</i> L. | Chêne vert | Identifiée |
| <i>Quercus petraea</i> Liebl. | Chêne sessile | Sélectionnée |
| <i>Quercus pubescens</i> Willd. | Chêne pubescent | Identifiée |
| <i>Quercus robur</i> L. | Chêne pédonculé | Sélectionnée |
| <i>Quercus rubra</i> L. | Chêne rouge | Sélectionnée |
| <i>Quercus suber</i> L. | Chêne liège | Identifiée Sélectionnée |
| <i>Robinia pseudoacacia</i> L. | Robinier faux-acacia | Identifiée |
| <i>Sorbus domestica</i> L. | Cormier | Identifiée Qualifiée |
| <i>Sorbus torminalis</i> L. | Alisier torminal | Identifiée |
| <i>Tilia cordata</i> Mill. | Tilleul à petites feuilles | Identifiée |
| <i>Tilia platyphyllos</i> Scop | Tilleul à grandes feuilles | Identifiée |

Traçabilité des matériels forestiers de reproduction

La chaîne de traçabilité réglementaire mise en place par la directive n°1999/105/CE [94] est assurée pour chaque MFR par :

- Une déclaration d'activité dans le domaine du commerce des MFR obligatoire de tous les fournisseurs de MFR (marchands grainiers, pépiniéristes, reboiseurs, etc.) auprès des services régionaux de l'État (préfet de région).
- Une certification officielle avec délivrance d'un certificat-maître possédant un numéro unique du lot de graines à chaque récolte.
- Une tenue permanente par tous les fournisseurs de MFR de fichiers de suivi permettant de remonter au certificat-maître.
- L'établissement d'un document du fournisseur à chaque étape de commercialisation comportant le numéro du certificat-maître, le pays, la catégorie réglementaire, la région de provenance (pour les catégories identifiée et sélectionnée) ou le nom du matériel de base dont sont issus les MFR (pour les catégories qualifiée et testée).

Les récoltes de MFR en catégories testée, qualifiée, et sélectionnée sont contrôlées de façon exhaustive et les récoltes de MFR en catégories identifiée sont contrôlées à hauteur de 5 % des récoltes. Le manuel de procédure relatif à la certification et au contrôle des MFR, principalement assurés et par les agents en charge des RGF au sein des Directions Régionales de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt (DRAFF) en forêt privée et par les agents de l'ONF en forêt publique, est publié par le MAA (instruction technique). Une application informatique (CHLOE) permet d'enregistrer et suivre la certification des récoltes et le contrôle

du commerce des MFR. Cette application enregistre l'ensemble des fournisseurs de MFR sur le territoire français, les matériels de base admis au registre national et l'ensemble des certificats-maîtres délivrés lors des récoltes ou de l'importation de MFR en provenance de pays tiers. L'importation de MFR d'essences réglementées en provenance de pays tiers nécessite d'obtenir une déclaration d'importation auprès du service compétent au MAA. En matière phytosanitaire, les parasites de quarantaine du secteur forestier sont définis dans le cadre de la directive européenne n°2000/29/CE [101].

Conseils d'utilisation des matériels forestiers de reproduction et conditions d'éligibilité aux aides de l'État

Au niveau européen, EUFORGEN a publié des guides techniques pour la conservation génétique et l'utilisation de plus de 40 espèces d'arbres forestiers : <http://www.euforgen.org/publications/technical-guidelines/>. Au niveau national, le MAA met à disposition des sylviculteurs et de reboiseurs un guide « réussir sa plantation forestière » ainsi que des fiches conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières pour les espèces réglementées dont la réalisation technique est confiée à INRAE : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres>.

Ces fiches contiennent notamment :

- La description des caractéristiques de l'espèce : aire naturelle, répartition en France métropolitaine, autécologie de l'essence, sensibilité aux maladies et ravageurs, effets supposés du changement climatique sur les boisements.
- La description des matériels de base d'où sont issus les MFR : régions de provenance, nombre des peuplements ou vergers à graines, etc.
- Les conseils d'utilisation des MFR : matériels conseillés et autres matériels utilisables par grandes régions écologiques (GRECO) et sylvoécotones (SER) [33] (considérant le changement climatique, l'autécologie, les menaces sanitaires et les enjeux de conservation), carte des zones conseillées ou déconseillées d'utilisation des MFR, etc.

Les informations et recommandations fournies par ces fiches sont régulièrement actualisées par INRAE à l'aide des connaissances scientifiques et sylvicoles sur les ressources génétiques forestières (par consultation des experts scientifiques et techniques de chaque espèce). Cette révision continue s'inscrit notamment dans les objectifs du PNFB [41] et du PNACC-2 [68]. Les effets supposés du changement climatique sur les boisements ainsi qu'une précision sur les provenances adaptées à une démarche d'anticipation sur le changement climatique sont progressivement ajoutées au sein des fiches pour informer les sylviculteurs et les reboiseurs sur les risques climatiques pouvant affecter les prochains cycles sylvicoles et les conseiller sur une utilisation préventive de MFR adaptés pour mieux répondre à ces risques.

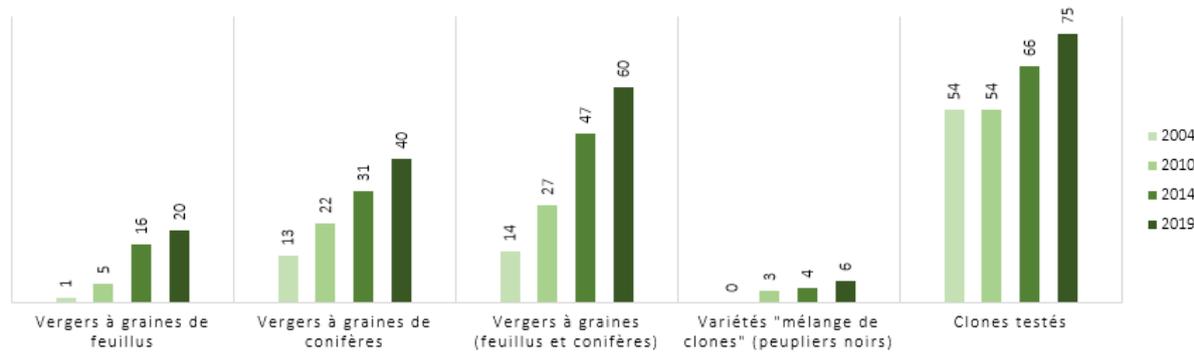
Ces fiches conseils d'utilisation servent de support pour définir les listes régionales des MFR éligibles aux aides de l'État aux investissements forestiers (arrêtés régionaux). Ces aides de

l'État consistent en de subventions ou déductions fiscales pour le boisement, le reboisement, ou l'amélioration des peuplements existants. Des arrêtés préfectoraux précisent ainsi dans chaque région les essences, provenances, densités de plantation et les normes dimensionnelles des plants des MFR éligibles aux aides de l'État. La liste des arrêtés régionaux en vigueur, relatifs aux MFR éligibles aux aides de l'État à l'investissement forestier est disponible sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/materiels-forestiers-de-reproduction-arretes-regionaux-relatifs-aux-aides-de-lEtat-investissement>.

Offre et demande de matériel forestier de reproduction

En France métropolitaine, le nombre de vergers à graines, de variétés « mélange de clone », et de clones augmente de manière continue depuis 2004, permettant aux sylviculteurs et aux reboiseurs de disposer d'un choix de plus en plus diversifié de MFR répondant à des critères de performance économique et environnementale. Entre 2014 et 2019, quatre vergers à graines de feuillus (noyer hybride) et neuf vergers à graines de conifères indigènes (pin maritime, pin sylvestre) et non indigènes (mélèze hybride, pin taeda, sapin de Céphalonie, sapin de Bornmuller) ont été homologués en catégorie qualifiée ou testée, deux mélanges de clones « Rhône Saône » et « Rhône Méditerranée » ont été ajoutés aux variétés « mélange de clones » pour le peuplier noir, et neuf clones ont été admis en catégorie testée amenant le nombre de cultivars (clones) à 3 d'eucalyptus hybride, 12 de merisier de provenance française et 60 de peuplier. Le nombre de peuplements sélectionnés est resté stable depuis 2014 grâce aux efforts de renouvellement des peuplements et de sélection de nouveaux peuplements dans des régions de provenances insuffisamment représentées ainsi que la sélection de peuplements pour une nouvelle espèce de conifère non indigène (pin de Monterey).

Évolution du nombre de vergers à graines (qualifiés ou testés), mélanges de clones (qualifiés), et clones (testés) en France métropolitaine entre 2004 et 2019



Évolution du nombre de peuplements sélectionnés ou testés en France métropolitaine entre 2004 et 2019

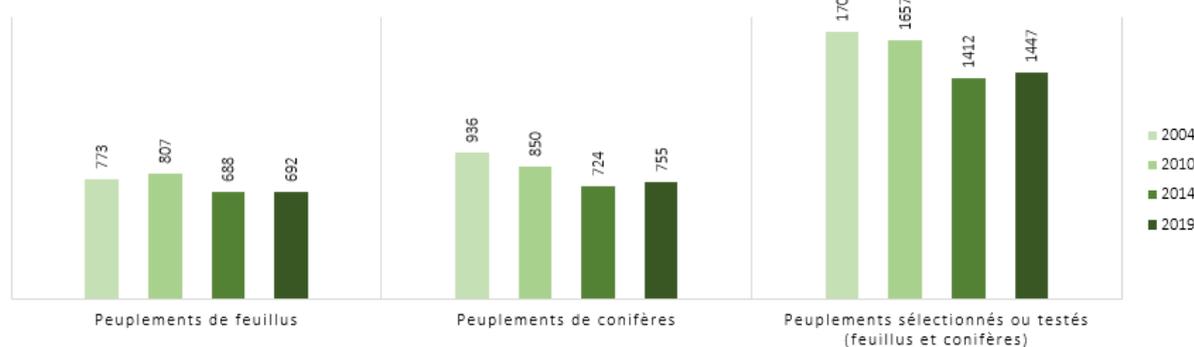


Figure 18 : Évolution de l'offre de matériel de base en France métropolitaine entre 2004 et 2019

Source : Figure réalisée à partir des données de l'Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017

Deux enquêtes statistiques, l'une sur les « Flux de graines forestières utilisés pour le reboisement », l'autre sur les « Ventes de plants forestiers sur le territoire français », sont réalisées chaque année depuis les années 1960. Les données exhaustives annuelles sont collectées par les DRAAF, synthétisées par INRAE, puis publiées par le MAA sous forme de note de service annuelle.

Les enquêtes statistiques les plus récentes montrent que :

- Le marché national des graines forestières est principalement approvisionné par les récoltes des années précédentes ayant été stockées en sécherie, et pour une faible part par les récoltes ayant été faites au cours de l'année et par les importations. Sur 1,041 milliards de graines approvisionnées en 2017 – 2018, 74 % provenaient des stocks de 2016 – 2017, 19 % des récoltes 2017 – 2018, et 6 % des importations. Les graines récoltées lors de l'année 2017 – 2018 sont principalement destinées au stockage en sécherie : l'utilisation en France et les exportations ne représentent respectivement que 34 % et 6 % des destinations de la production nationale totale tandis que 60 % sont destinés aux stocks [7].

- Le marché national des plants forestiers est principalement approvisionné par la production nationale (production des pépinières françaises), et pour une faible part par les importations. Sur 71 millions de plants vendus France métropolitaine en 2018 – 2019, 97 % provenaient de la production nationale et 3 % des importations. Les 73,7 millions de plants produits en 2018 – 2019 sont principalement destinés à cet approvisionnement du marché national : les exportations et les invendus ne représentent respectivement que 3 % et 5 % des destinations de la production nationale totale tandis que 92 % sont destinés aux ventes en France. Les exportations représentent 3,4 millions de plants sur l’année 2018 – 2019, soit une augmentation de 91 % par rapport à l’année 2017 – 2018 [8].

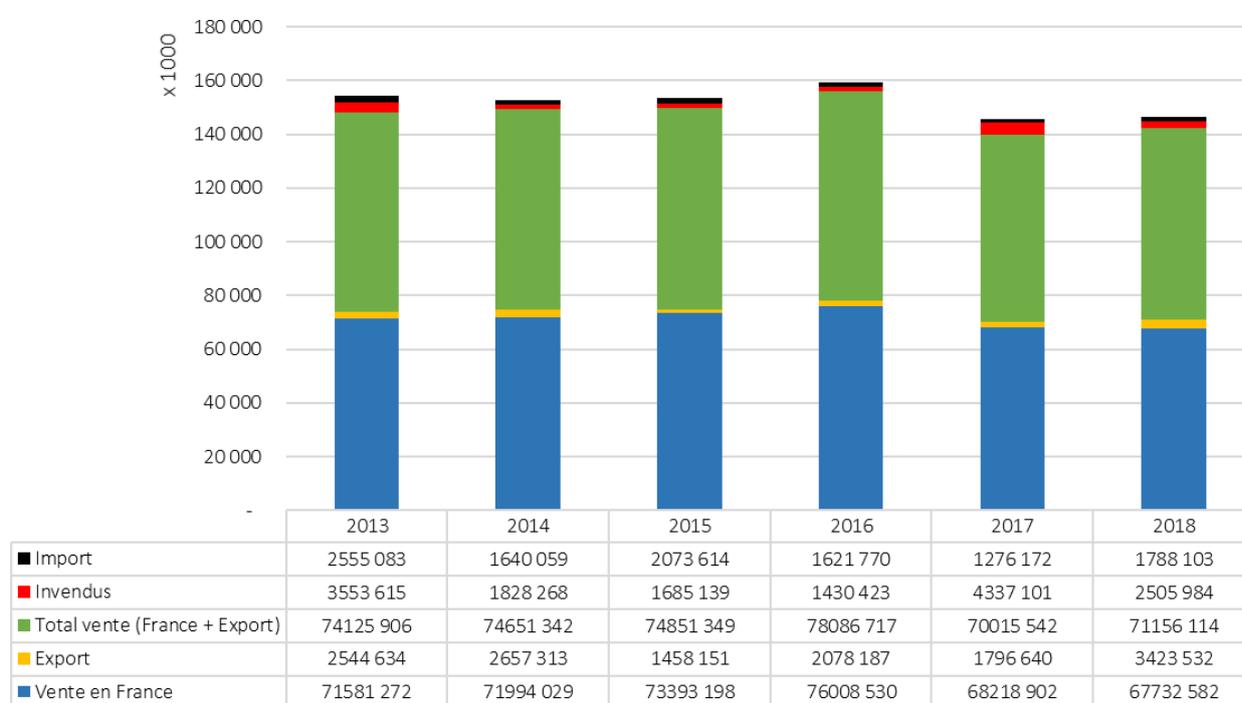


Figure 19 : Évolution des ventes en France, exports, invendus et imports en nombre de plants forestiers en France métropolitaine entre 2013 et 2018

Source : Figure réalisée à partir des données des statistiques sur la production et la vente en France de plants forestiers [102]

Défis et perspectives pour l’utilisation des ressources génétiques forestières

Dans le contexte des crises sanitaires actuelles (dépérissements observés, notamment dans le quart Nord-Est de la France, suite aux sécheresses, canicules, attaques de scolytes et autres parasites) et par anticipation des effets durables du changement climatique sur les forêts impactant fortement la production de MFR, plusieurs défis se posent :

- Identifier les MFR (essences, provenances et variétés) adaptés aux conditions pédoclimatiques actuelles et futures ainsi que les modalités de plantation adaptées. Dans le cadre des objectifs « assurer le renouvellement de la forêt » et « conjuguer atténuation et adaptation des forêts au changement climatique » du PNFB [41], les organismes de recherche et développement forestier engagent des travaux sur les espèces forestières d'intérêt dans un contexte de diversification spécifique et d'adaptation de l'offre au changement climatique et aux risques biotiques majeurs. Les travaux actuellement menés concernent notamment le Douglas, les mélèzes, les cèdres, les pins, les sapins, les épicéas, les chênes, les peupliers, le robinier, le frêne commun, etc.
- Identifier les besoins en graines et plants forestiers pour la reconstitution, le renouvellement, et l'amélioration des peuplements forestiers. Un groupe de travail du CTPS « arbres forestiers » travaille à identifier les risques de pénurie de MFR pour les années à venir, en lien avec une possible relance du reboisement en France. Des risques de pénurie ont été identifiés pour les essences suivantes : mélèzes (hybride et d'Europe), pin sylvestre, cèdre, chênes (sessile, pédonculé et pubescent), eucalyptus, et éventuellement pour le Douglas. Ces analyses permettent de déterminer les priorités en matière de soutien à la politique des vergers à graines et d'efforts particuliers de classement de peuplements porte-graines par le MAA ainsi que de gestion des stocks de graines, d'amélioration des rendements graines-plants et de la qualité des reboisements, de meilleure programmation des reboisements par les reboiseurs et sylviculteurs.

De nombreux programmes expérimentaux sont menés pour répondre à ces défis (cf. chapitres 9 et 10).

Chapitre 9. État de l'amélioration génétique et des programmes de reproduction en France métropolitaine

Les matériels forestiers de reproduction (MFR) admis au registre national des matériels de base des essences forestières (cf. chapitre 8) sont divisés en 4 catégories commerciales définissant le niveau de connaissance disponible sur le matériel [103].

- Identifiée : Sources de graines constituées par les régions de provenance de l'espèce dont la garantie d'information porte sur la provenance, mais les arbres récoltés n'ont fait l'objet d'aucune sélection.
- Sélectionnée : Peuplements dont la sélection en forêt s'est fondée sur l'appréciation des qualités extérieures des arbres pour différents critères sylvicoles.

La recherche forestière a permis, pour les essences les plus utilisées en reboisement, de développer des variétés forestières améliorées dont les performances phénotypiques pour ce qui est de la forme et la vigueur sont, dans une gamme pédoclimatique donnée, supérieures à celles des RGF de catégories identifiée et sélectionnée :

- Qualifiée : Vergers à graines dont la composition à partir de matériels sélectionnés sur tel ou tel critère est connue, mais dont la supériorité par rapport à des témoins est en cours d'évaluation.
- Testée : Peuplements, vergers à graines ou cultivars (clones) dont la supériorité du matériel de base par rapport à des témoins a été démontrée sur des critères donnés (vigueur, qualité du bois, branchaison, résistances diverses, etc.) et pour une zone d'utilisation spécifique.

Le détail des variétés admises au registre national des matériels de base des essences forestières détaillant par catégorie le type de matériel de base, la région de provenance ou l'origine des composants, la surface du peuplement ou verger, ainsi que le nombre et la nature des composants des vergers est et mis à jour régulièrement et accessible sur le site du MAA : <https://agriculture.gouv.fr/fournisseurs-especes-reglementees-provenances-et-materiels-de-base-forestiers>.

État des programmes d'amélioration et de reproduction

Depuis le début des années 1970, l'État anime et finance la constitution d'un programme de vergers à graines installés en majeure partie dans les départements du Lot et du Tarn, en vue de contribuer à l'amélioration génétique des MFR des essences forestières principalement utilisées dans le boisement et le reboisement en France métropolitaine. L'installation et la gestion des vergers existant est le fruit d'une collaboration entre INRAE (chargé de la sélection des matériels de base principalement orientée sur les espèces et régions de provenances considérées comme prioritaires par les marchands grainiers et chargé de la maîtrise d'ouvrage), l'ONF (chargé de la maîtrise d'œuvre), et le Groupement d'Intérêt Économique

(GIE) « Semences Forestières Améliorées » (SFA) constitué par l'ONF et la société VILMORIN S.A. (chargé de la gestion des vergers à graines entrés en production, la commercialisation des graines issues de ces vergers, et la diffusion ouverte des semences améliorées auprès des pépiniéristes). La gestion de ces vergers est pilotée par un Comité Technique de Coordination (CTC) composé de membres du MAA, de l'ONF, INRAE, du GIE SFA, de FCBA et du CNPF, se réunissant deux fois par an.

De nombreux programmes d'amélioration et de reproduction des arbres forestiers ont été et sont aujourd'hui conduits en France métropolitaine, notamment sur les espèces suivantes [52] :

Sapins de Bornmuller (*Abies bornmuelleriana*) et de Céphalonie (*Abies cephalonica*)

L'installation d'un réseau de tests de comparaison de provenances de sapins méditerranéens engagé par INRAE entre 1978 et 1998 a permis la sélection de 3 provenances turques pour la création d'un verger à graines de sapin de Bornmuller admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée. Les critères de sélection pour l'amélioration génétique pour le sapin de Bornmuller sont : la croissance (hauteur et diamètre) ; la tardiveté du débourrement ; l'absence de défauts de forme.

Concernant le sapin de Céphalonie, un réseau de plantations comparatives a été mis en place par INRAE depuis le début des années 1970 permettant d'étudier les potentialités d'adaptation de l'espèce en milieu méditerranéen français et de sélectionner les meilleures provenances de sapin de Céphalonie du Péloponnèse et du sud de la Grèce continentale pour la création d'un verger admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée d'une grande diversité génétique (3 646 clones). Les critères de sélection pour l'amélioration génétique pour le sapin de Céphalonie sont : la croissance (hauteur) et la tardiveté du débourrement ainsi que la stabilité des caractères d'adaptation dans le temps et dans l'espace pour les provenances du Péloponnèse et la résistance à la sécheresse pour les provenances du sud de la Grèce continentale.

Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*)

Engagé en 1971 par INRAE, un programme de comparaison de provenances françaises (installées dans les années 1860) et de l'aire naturelle a démontré, pour des critères de plasticité et de croissance en hauteur, la supériorité de trois peuplements français désormais admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie testée. Ces performances ont été confirmées par deux autres tests en région méditerranéenne. Un projet de création de verger à graines de clones de la première génération de cèdre de l'Atlas implantés en France est actuellement mené par INRAE et l'ONF, sur financements de l'État, afin de préserver et valoriser les qualités d'adaptation de ces cèdres dans des conditions difficiles. Ces qualités d'adaptation sont en effet un critère de sélection principal dans le cadre du changement climatique. Dès 2020, les descendants de cette première génération seront également valorisés via la mise en place d'un dispositif expérimental évaluant leur résistance

à des conditions de sécheresse, ce qui permettra de déterminer les meilleurs « parents » de la première génération [104].

Frêne commun (*Fraxinus excelsior*)

Bien que ne faisant pas à proprement parler l'objet d'un programme d'amélioration, un verger à graine a été admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée suite à une sélection d'arbres remarquables par le Centre Régional de la Propriété Forestière de Normandie. Les critères de sélection pour cette espèce étaient initialement son adaptation au climat (faible sensibilité aux gelées tardives) et sa vigueur. Désormais la tolérance à la chalarose (*Chalara fraxinea*) est un critère de sélection majeur.

Le projet CHALFRAX, engagé en 2014 par le CNPF en partenariat avec INRAE, le DSF, l'ONF et des gestionnaires et de représentants de la forêt privée vise à initier la constitution d'une population de frênes résistants à la chalarose [105].

Les méthodes et technologies actuelles et émergentes utilisées pour l'amélioration et la sélection de cette espèce sont principalement : les dispositifs *in situ* de comparaison de provenances/familles ; la sélection génomique en tout début de développement (1^{ère} étape : puce de génotypage haute densité) ; la sélection massale participative. Les avancées de la recherche sur cette espèce ces 5 dernières années ont porté sur la découverte d'un système d'incompatibilité pollinique à 2 groupes ainsi que la quantification de l'héritabilité de la sensibilité à la chalarose au houppier et au collet (0.40 aux deux niveaux).

Les perspectives pour renforcer l'amélioration et la sélection de cette espèce sont l'étude de l'impact de la chalarose sur la diversité génétique, l'hybridation interspécifique *F. excelsior x angustifolia*, et d'un point de vue technique la multiplication végétative de *F. excelsior* (en particulier le bouturage).

Noyers hybride (*Juglans x intermedia*)

L'amélioration génétique pour la production fruitière des noyers, conduite par INRAE, a permis la sélection de combinaisons hybrides sur des critères de vigueur, de dominance apicale, et de facilité à obtenir une forte proportion d'hybrides dans la descendance pour les espèces forestières. Dès les années 1970 et particulièrement les années 1980-90 des parcelles productrices de noix hybrides ont été installées sur l'ensemble du territoire métropolitain pour répondre à une demande suite aux actions de relance des plantations. La composition des parcelles dont la disposition favorise une pollinisation homogène a été récemment contrôlée afin de les inscrire au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée. Les critères de sélection pour cette espèce sont : la forme, la vigueur, et la tardiveté du débourrement.

Mélèze d'Europe (*Larix decidua*)

Depuis 1957, INRAE conduit un programme d'amélioration génétique du mélèze d'Europe pour les reboisements à basse et moyenne altitude en dehors de l'aire naturelle. Dans le cadre de ce programme et sous la supervision de l'Union Internationale des Organisations de Recherche Forestière (IUFRO), 70 tests de comparaison de 63 provenances de mélèze d'Europe ont été installés afin de sélectionner les meilleures provenances (sudetica et polonica) pour la mise en place des populations d'amélioration, leur évaluation et la sélection des meilleurs génotypes, et finalement la création de vergers à graines. Aujourd'hui seul un verger de provenances sudetica installé en 1984-87 est admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée depuis 2003. Ce verger est constitué de 177 clones sélectionnés sur des critères de vigueur et de forme dans des peuplements naturels tchèques et polonais ou dans des plantations comparatives en France et en Allemagne. Un second verger de provenances sudetica est en cours d'installation. Les critères de sélection pour l'amélioration génétique pour le Mélèze d'Europe sont : la croissance ; le niveau de production ; la qualité intrinsèque (propriétés bois) et extrinsèque (architecture) du tronc ; la résistance au chancre et aux agents biotiques et abiotiques les plus menaçants ; la plasticité ; la tardiveté du débourrement.

Mélèze Hybride (*Larix x marschlinsii*, anciennement *Larix x eurolepis*)

Introduit en France dans les années 1950 (notamment au sein d'un test de provenances installé en 1957), le Mélèze hybride a été sujet d'un programme d'amélioration engagé par INRAE dès 1979 dans le but de créer des variétés bénéficiant des qualités de chacune des deux espèces parentes ainsi que de l'effet d'hétérosis (vigueur hybride) impliqué par l'hybridation interspécifique. Les croisements contrôlés réalisés par INRAE dans le cadre de ce programme ont permis la création d'une première génération de plus de 700 familles d'hybrides installées au sein d'une vingtaine de dispositifs répartis dans toute la France. Ces dispositifs sont en cours d'évaluation et les premières sélections de familles des plantations les plus anciennes (15-35 ans) sont engagées.

Des efforts de production massive d'hybrides par voie générative ou végétative ont été engagés, notamment via l'utilisation de la pollinisation « supplémentaire » permettant d'obtenir des taux d'hybrides très élevés et stables dans le temps et par bouturage « bulk » à partir de matériel jeune permettant de valoriser rapidement le progrès génétique. En 1997, une stratégie d'hybridation avancée a été initiée dont l'objectif à terme sera d'obtenir des hybrides de 2^{ème} génération faciles à produire massivement et à moindre coût.

Aujourd'hui deux vergers sont admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée : un verger installé en 1978 proposant des variétés hybrides de première génération testées en France depuis 1957 et issues de sélections danoises (FH201-Lavercantière-PF), et un verger installé en 1993 proposant des variétés hybrides de deuxième génération (Les Barres F2). Ces deux variétés sont respectivement produites par

supplémentation pollinique et par pollinisation libre. Enfin, un verger est admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie testée (Rêve Vert-PF).

Les critères de sélection pour l'amélioration sur ces variétés sont : la vigueur ; la forme (architecture de la tige) ; la plasticité environnementale ; les propriétés du bois (mécaniques et durabilité naturelle). La résistance au chancre et la sensibilité à *Meria laricis* sont également évaluées.

Les méthodes et technologies actuelles et émergentes utilisées pour l'amélioration et la sélection du mélèze hybride sont principalement l'hybridation interspécifique qui, bien qu'utilisée depuis 1980 reste la voie la plus prometteuse pour la création variétale de MFR sur mesure ainsi que l'utilisation de l'approche « breeding without breeding » (identification a posteriori du pedigree par marquage moléculaire) permettant d'alléger de manière significative la création de nombreux hybrides à évaluer.

Les avancées de la recherche sur le mélèze hybride ces 5 dernières années ont porté sur la mise en évidence de la supériorité hybride *sensu stricto* et du meilleur tamponnement de l'environnement par les hybrides interspécifiques par rapport aux génotypes parent.

Les perspectives pour le renforcement de l'amélioration et de la sélection du mélèze hybride sont : la mise en œuvre de l'ensemble des matériels et outils développés ces dernières années (plus de 1000 combinaisons hybrides, modèle de prédiction SPIR de la durabilité naturelle du bois, connaissances sur le déterminisme génétique de ce caractère, etc.) pour sélectionner des MFR vigoureux à forte durabilité naturelle du bois ; la mise en œuvre de la stratégie « breeding without breeding » ; le renforcement des connaissances sur la plasticité phénotypique et son intérêt pour les MFR ; la progression dans la caractérisation phénotypique haut-débit des caractères écophysologiques liés à la résistance/tolérance à la sécheresse/température ; l'étude de la variabilité génétique de la résistance à *Phytophthora ramorum*. Enfin, des approches d'hybridation intraspécifique entre populations d'Europe centrale et alpine, complémentaires pour de nombreux caractères sont souhaitées.

Épicéa commun (*Picea abies*)

Engagé dans les années 1950 par INRAE, le programme d'amélioration génétique de l'épicéa commun vise à produire des variétés pour les reboisements à basse altitude en dehors de son aire naturelle. Le dispositif de tests de comparaison de 1100 provenances installé en 1968 sous la supervision de l'IURFO et les tests de descendance installés par INRAE ont permis de sélectionner des peuplements français, polonais, et ukrainiens pour la création de 3 vergers admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée. Les critères de sélection pour l'amélioration sur ces variétés sont : l'adaptation à la station ; la tardiveté du débournement ; la croissance ; la qualité du bois (densité, forme).

Pins laricio de Calabre (*Pinus nigra* var. *calabrica*) et de Corse (*Pinus nigra* var. *corsicana*)

Suite à des études sur la variabilité de *Pinus nigra*, le programme d'amélioration des pins laricio de Calabre et de Corse s'est mis en place dans un objectif de reboisements à basse altitude dans le Centre et l'Ouest du territoire métropolitain et à moyenne altitude dans le Sud du Massif central, sur des sols légèrement plus contraignants pour le pin laricio de Calabre. Suite à un test de comparaison de provenances et deux tests de descendance, la sélection des clones de pin laricio de Calabre ont permis en 1987 la création d'un verger admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée. Concernant le pin laricio de Corse, deux populations d'amélioration (d'origine insulaire et continentale) ont été établies par la sélection en forêt d'arbres remarquables et ont permis l'installation de leurs descendance dans deux vergers à graines admis au registre national des matériels de base des essences forestières en catégories qualifiée et testée. Les critères de sélection pour l'amélioration sur ces espèces sont : l'adaptation au milieu ; la vigueur ; la forme (branchaison, fourchaison, rectitude du fût) ; la densité du bois.

Pin maritime (*Pinus pinaster*)

Engagé dans les années 1960 par INRAE, le programme d'amélioration génétique du pin maritime est depuis 1995 géré par le Groupement d'intérêt scientifique Pin Maritime du Futur (GPMF) regroupant INRAE, FCBA et les représentants de la forêt publique et privée de Nouvelle-Aquitaine (ONF, CPFA, CRPF). Suite à une comparaison des provenances géographiques de l'aire naturelle du pin maritime, une population de base (380 arbres) d'origine landaise a été sélectionnée pour ses caractères phénotypiques puis une sélection récurrente sur cette population à chaque génération par inter-croisement des individus et sélection des meilleurs descendants dans les meilleures familles obtenues a été entreprise. Ces descendants sélectionnés ont permis la création en parallèle de vergers à graines à partir des meilleurs parents. Des croisements de pins d'origine landaise et corse ont également été réalisés afin de bénéficier de variétés disposant des qualités de ces deux origines (vigueur et la résistance au froid de l'origine landaise, bonne forme de l'origine corse).

Entre 2010 et 2015, le programme Fortius a permis d'établir une nouvelle stratégie de sélection afin d'accélérer la création de variétés améliorées [106]. Depuis 2015, le projet Pinaster vise à instaurer un calendrier d'installations progressives de vergers régulièrement renouvelés sur le long terme (2016 à 2036) pour remplacer l'alternance de longues périodes d'installation puis de production d'une même composition variétale actuellement en place. Ce programme permet ainsi un renouvellement des variétés tous les 3 ans permettant de réagir face aux aléas du changement climatique [107].

Les critères de sélection pour l'amélioration sur ces variétés sont : la croissance en volume ; la rectitude du tronc ; la faible sensibilité à la rouille courbeuse pour la variété landaise VF3 ; la résistance au froid et la faible sensibilité à la pyrale du tronc *Dioryctria* et à la cochenille *Matsucoccus* pour la variété Landes x Corse LC2. Des études visent aujourd'hui à intégrer des

critères de qualité du bois et, à plus long terme, de résistance à la sécheresse pour faire face au changement climatique et de résistance à certaines menaces biotiques (pathogènes, ravageurs).

Le Pin maritime est la seule espèce en France métropolitaine pour laquelle le programme d'amélioration a dépassé la troisième génération à l'heure actuelle : La variété VF3 (Vigueur-Forme 3^{ème} génération) est diffusée depuis 2011 tandis que les vergers VF4 sont en cours d'installation pour une entrée en production vers 2025.

Les méthodes et technologies actuelles et émergentes utilisées pour l'amélioration et la sélection de cette espèce sont principalement : l'utilisation des marqueurs moléculaires permettant de contrôler les identités et pédigrées des sélections, ce qui améliore la précision des évaluations génétiques et permet des plans de croisements plus efficaces pour le maintien de la diversité génétique dans la population d'amélioration (polymix breeding) ; l'utilisation d'outils statistiques performants permettant aujourd'hui d'exploiter l'ensemble des données accumulées sur 3 générations de sélection (évaluation Best Linear Unbiased Predictor des valeurs génétiques) et d'améliorer la précision de ces évaluations ainsi que de raccourcir les cycles de sélection (sélection forward).

Les avancées de la recherche sur cette espèce ces 5 dernières années ont porté sur : la mise en place d'une stratégie de sélection en continu (rolling front strategy) et la création d'une nouvelle variété tous les 3 ans ; la première utilisation des marqueurs moléculaires dans le programme de sélection (contrôle des identités et pédigrées).

Les perspectives pour renforcer l'amélioration et la sélection de cette espèce sont : l'étude de la résistance à la sécheresse et au nématode du pin (*Bursaphelenchus xylophilus*) ; l'identification des critères de sélection utilisables et leur mise en œuvre pour les futures variétés.

Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)

Depuis les années 1950, INRAE mène un programme d'amélioration génétique du pin sylvestre ayant pour principal objectif la production de variétés améliorées pour les reboisements en plaine dans la moitié nord de la France. Ces tests de provenances ont permis d'identifier trois populations d'intérêt (deux polonaises et une française), puis la sélection de 180 à 240 arbres parmi les plus performants de chacune de ces provenances a permis l'installation de trois vergers à graines de clones. Du matériel forestier de reproduction récolté dans deux de ces vergers a été planté dans les arboretums du changement climatique REINFFORCE [92] dans un but d'évaluation de la plasticité phénotypique et de l'adaptation de ces variétés à différents niveaux de changement climatique.

Les critères de sélection pour l'amélioration génétique de cette espèce sont : l'adaptation (aux différentes stations de plaine favorables au pin sylvestre) ; la croissance (volume) ; la forme (rectitude du fût et absence de fourchaison) ; moindre sensibilité aux menaces biotiques (pathogènes et insectes ravageurs).

Pin à l'encens (*Pinus taeda*)

À la fin des années 1970, des tests de provenances et de descendance de l'ensemble de l'aire naturelle du Pin à l'encens ont été installés par INRAE et FCBA. En 2009, un verger qualifié est mis en place à partir de 70 familles d'arbres français originaires du Nord de l'aire de l'espèce (Virginie, Caroline du Nord et Maryland) provenant de trois tests FCBA de 15 ans. En 2009, FCBA a également engagé un programme d'amélioration génétique permettant la sélection d'une centaine de clones à partir des tests de descendance de familles de première et deuxième génération de vergers américains. Les critères de sélection pour l'amélioration génétique pour cette espèce sont : la résistance aux menaces biotiques et abiotiques (en particulier au froid) ; la croissance ; la forme (rectitude du fût et faible branchaison).

Douglas (*Pseudotsuga menziesii*)

Un premier investissement, sous l'impulsion de l'État, dans les années 1970-80 regroupant INRAE et FCBA a permis la création de 8 vergers à graines inscrits au registre national des matériels de base des essences forestières en catégories qualifiée et testée, qui procurent aujourd'hui la totalité des semences nécessaires à la production nationale de plants. Le programme Douglas Avenir engagé par l'État en 2015 regroupant France Douglas ainsi que INRAE, FCBA, et l'ONF vise à proposer une base génétique suffisante et diversifiée, dimensionnée pour le long-terme, garantissant un maintien de la production en volume, une augmentation de la qualité du bois et une meilleure adaptation et résilience aux conditions extrêmes et aux utilisations du bois (essentiellement bois de structure) pour le renouvellement de ces vergers. Le programme repose sur 200 ha d'essais regroupant 1000 descendance et provenance représentatives de l'aire d'origine du Douglas. Actuellement deux populations d'amélioration, l'une pour le « cœur de l'aire » et l'autre pour des reboisements en zones plus méridionales ont été sélectionnées (330 arbres dont 130 descendance du Washington, 39 descendance de l'Oregon et 68 provenance de Californie) et multipliées (12 000 greffes). Les clones de ces populations d'amélioration (et plus tard des matériels issus de leur recombinaison) seront intégrés au sein de : 3 tests clonaux visant à proposer régulièrement du gain génétique dans les variétés et 2 parcs à clones visant à conserver et multiplier les sélections. Comme pour le pin maritime, une stratégie d'installation à date régulière (5 ans) de vergers à graines a été définie pour introduire en continu le gain génétique et adapter les variétés à l'évolution du climat. Les vergers à graines correspondant à la première tranche seront plantés en 2020 et 2021. L'enquête menée auprès de propriétaires, gestionnaires, transformateurs de bois fait apparaître des besoins pour des variétés polyvalentes, associant de bons niveaux de productivité, de forme, de qualité du bois (notamment duraminisation) et une bonne résistance aux aléas. Des variétés spécialisées pour la forme (branchaison, rectitude) et la résistance aux canicules/sécheresses sont aussi attendues [108].

Les méthodes et technologies actuelles et émergentes utilisées pour l'amélioration et la sélection de cette espèce sont principalement : les méthodologies statistiques d'évaluation

génétique multivariées avec une prise en compte des hétérogénéités macro et micro-environnementales pour réduire le biais ; les méthodologies d'évaluation de la qualité du bois sur pied, rapides et précises : résistographe, NIRs (spectrométrie proche infrarouge).

Les avancées de la recherche sur cette espèce ces 5 dernières années ont porté sur : le recensement des souhaits de la filière bois sur les priorités à donner aux différents objectifs de sélection ; la définition d'une nouvelle stratégie de mise en place et de gestion sur le long-terme de vergers à graines de Douglas ; la sélection de deux populations d'amélioration et la création de tests clonaux et d'archives clonales.

Les perspectives pour renforcer l'amélioration et la sélection de cette espèce sont : l'approfondissement des connaissances sur les caractères liés à la résilience et la tolérance au stress hydrique, à la qualité et durabilité du bois et à l'approfondissement de l'adéquation dynamique des variétés à l'évolution des zones d'utilisation sous l'effet du changement climatique. La construction d'un cadre organisationnel et institutionnel pour sécuriser le financement du programme d'amélioration du Douglas sur le long-terme et en cours.

Peupliers (*Populus ssp.*)

Depuis 2001, INRAE et FCBA ont, avec l'appui technique de l'ONF (pépinière expérimentale de Guéméné-Penfao), regroupé leurs compétences en recherche et développement sur le peuplier au sein un Groupement d'Intérêt Scientifique (GIS) « Amélioration, sélection et Protection du Peuplier » comprenant 348 ha de tests réparti dans toute la France entre 236 sites actifs [109]. Ce GIS Peuplier a pour objectif la sélection et l'inscription de nouvelles variétés au registre national des matériels de base des essences forestières pour proposer aux populteurs de nouveaux cultivars performants d'un point de vue agronomique avec une faible sensibilité aux bio-agresseurs majeurs et un fond génétique complémentaire des cultivars commercialisés actuellement. Le détail des recherches sur le peuplier peut être trouvé dans le rapport national sur les essences à croissances rapides préparé par la France pour la commission internationale du peuplier (2020). De nombreux cultivars de peuplier (principalement *Populus deltoides*, *Populus trichocarpa* et *Populus nigra* en espèces pures ou en croisements interspécifiques provenant d'Europe et d'Amérique) sont inscrites en catégorie testée sur le registre national des matériels de base des essences forestières. Les méthodes et technologies actuelles et émergentes utilisées pour l'amélioration et la sélection de ces variétés sont principalement le phénotypage haut-débit via la spectrométrie proche-infrarouge et la sélection génomique. Les avancées de la recherche sur ces variétés ces 5 dernières années ont porté sur : la sélection et l'homologation de 3 clones euraméricains issus de croisements contrôlés en 2000 et 2001 ; la réalisation d'un nouveau type de croisement (*P. trichocarpa* x *P. maximowiczii*) en 2015.

Concernant le peuplier noir (*Populus nigra*), six variétés de type « mélange clonal » représentatives de la diversité génétique des grands bassins hydrogéologiques nationaux ont été inscrites au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie qualifiée.

Les objectifs d'amélioration génétique pour les variétés de peupliers sont : la résistance sanitaire ; la forme ; la productivité ; la vigueur juvénile ; la qualité du bois [110].

Merisier (*Prunus avium*)

En 1978, le programme d'amélioration génétique du merisier engagé par INRAE a permis la sélection en forêt de 400 arbres sur des critères phénotypiques (rectitude du fût, forme de la branchaison, absence de fibre torse) puis l'installation de 310 d'entre eux dans plusieurs dispositifs expérimentaux aux conditions écologiques très variées. En 1994, 8 cultivars (55 arbres) ont été inscrits provisoirement au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie testée sur des critères de performance (croissance en hauteur et circonférence, faible sensibilité à la cylindrosporiose, rectitude, angle de branchaison) stables sur les 8 sites expérimentaux. En 2006, les données de 24 dispositifs expérimentaux (262 arbres) ont été valorisées par l'inscription définitive de 3 cultivars inscrits en 1994 ainsi que 7 nouveaux cultivars au registre national des matériels de base des essences forestières en catégorie testée sur les mêmes critères de performance ainsi que sur la finesse des branches par rapport au tronc et la faible sensibilité à la bactériose.

Autres essences

L'eucalyptus (*Eucalyptus spp.*) et le cormier (*Sorbus domestica*) ont également bénéficié de programmes d'amélioration. Un travail de sélection clonale est mené sur l'eucalyptus pour des critères de capacité d'adaptation et de résistance au froid, trois variétés hybrides clonales « gundal » issues de croisements *Eucalyptus gunnii* x *dalrympleana* sont actuellement disponibles en catégorie testée. En 1990, INRAE a lancé un programme de recherches sur l'amélioration génétique du Cormier menant à l'installation de plantations comparatives de descendances entre 1995 et 1996 dans différentes conditions de station, de densité et de contexte sylvicole dont les résultats actuels ne font pas apparaître de supériorité de croissance liée à la provenance.

Concernant le sapin de Vancouver (*Abies grandis*), l'objectif actuel est de valoriser les informations acquises dans les tests de provenances en sécurisant sous forme de plants greffés 62 individus sélectionnés sur vigueur, forme et densité du bois. Ces clones sont maintenant installés en archive clonale à Peyrat le Château et en verger à graines à la Luzette.

Concernant le sapin noble (*Abies procera*), l'objectif actuel est de réaliser un bilan à 35 ans de ses deux tests de provenances pour archiver une collection de clones « élite » à la pépinière de Peyrat le Château et mettre en place un verger à graines de clones pour sécuriser l'approvisionnement en semence d'*Abies procera* en France.

Concernant le hêtre commun (*Fagus sylvatica*), l'objectif actuel est de choisir des provenances face aux problèmes du changement climatique. Les avancées de la recherche sur ces 5 dernières années ont porté sur : l'organisation spatiale de la diversité génétique ; les flux de gènes ; la persistance de populations en situations écologiques extrêmes. Les perspectives

pour renforcer l'amélioration et la sélection de cette espèce sont actuellement la migration assistée et la connaissance sur les populations en situations extrêmes.

Concernant le chêne sessile (*Quercus petraea*), les objectifs actuels sont de définir des régions de provenances et des conseils d'utilisations, de sélectionner des peuplements portes-graines et de travailler sur la migration assistée. Concernant l'ensemble des chênes indigènes (*Quercus spp.*), le projet CONQueTh (Capacité d'Occupation du Nord par les Quercus Thermophiles) engagé en 2017 par le CNPF sous financement du MAA vise à « rechercher les liens éventuels entre l'évolution du climat et celle de la ressource en chênes sessile, pédonculé et pubescent, évaluer les impacts de techniques sylvicoles sur la croissance du chêne pubescent (*Quercus pubescens*), repérer des peuplements source de graines, organiser leur évaluation pour aider aux choix des provenances à privilégier en plantation, ainsi que créer et d'utiliser des outils pédagogiques destinés à la sensibilisation ainsi qu'à la formation d'un large public » [111].

Exemples de projets et programmes de recherche nationaux sur les ressources génétiques forestières dans le cadre du changement climatique

Le réseau GEN4X (GÉNétique FOrestière pour la Recherche et l'eXpérimentation) [112] coordonné par INRAE permet la comparaison des espèces ou de plusieurs unités génétiques d'une même espèce (provenances géographiques, familles, clones) dans des conditions environnementales variées (mais contrôlées) via un réseau de tous les types de dispositifs dits « en jardin commun ». L'un des objectifs de ce réseau est notamment la création de matériels de reboisement forestier améliorés.

Le projet ESPERENSE (RÉSeau national multiPartenaire d'Évaluation de Ressources gÉNétiques foreStièrEs pour le futur) [113], coordonné depuis 2018 par le RMT AFORCE en partenariat avec l'IDF, INRAE, FCBA et en collaboration avec l'Institut Forestier Européen (EFI) a pour objectif « l'identification des ressources génétiques les plus résilientes et l'évaluation de nouvelles ressources génétiques dans des conditions pédoclimatiques où leur comportement n'est pas connu à ce jour afin de proposer aux gestionnaires forestiers des alternatives en matière de choix d'espèces et de provenances pour faire face aux impacts possibles du changement climatique sur les peuplements existants ».

Le projet de recherche RENEssences (Réseau national d'Évaluation de Nouvelles Essences) [114] est mené par le réseau Recherche, développement et innovation (RDI) de l'ONF depuis 2016. Ce projet consiste en la création de 4 sites expérimentaux (au nord, centre et sud du territoire métropolitain) de plus de 60 essences et provenances (locales et nouvelles) afin d'évaluer leurs capacités d'adaptation génétique au changement climatique. Il se concentre notamment sur les principales essences menacées par ces changements globaux (sapin, hêtre, chêne, épicéa, etc.) ainsi que sur les essences nouvelles présentant des caractères de résistance au changement climatique. RENEssences s'appuie également sur les îlots d'avenir

[115] : Engagé en 2017 par une première introduction de 1 110 plants en forêt, les îlots d'avenir visent à compléter les données du projet RENEssences par des dispositifs de tests, en conditions forestières réelles sur tout le territoire métropolitain, des nouvelles essences et provenances. Ces tests permettront tout d'abord la sélection des arbres les plus adaptés mais également, à long terme, la récolte de graines à partir de ces individus aux qualités d'adaptation supérieures. D'ici à 2022, l'objectif est de mettre en place une centaine d'îlots d'avenir partout en France métropolitaine. Cette complémentarité entre dispositifs RENEssences et îlot d'avenir permettra de préfigurer les possibilités de migration assistée et d'introduction de nouvelles essences.

Le projet SECUR-MFR, mis en place par INRAE en partenariat avec l'ONF, FCBA, le GIE SFA, le SNPF et NIR-Industry pour la période 2017–2020 vise à la SÉCURisation de l'approvisionnement en Matériels Forestiers de Reproduction en quantité et en qualité dans un contexte de changements globaux [116].

Le projet B4EST, mené à l'échelle européenne dans le cadre des objectifs H2020 (Politique, stratégie et législation de l'UE pour atteindre les objectifs en matière d'environnement, de climat et d'énergie à l'horizon 2020) [117] et notamment en collaboration avec INRAE à l'échelle nationale, vise à améliorer la survie, la santé, la résilience et la productivité des forêts face au changement climatique tout en maintenant la diversité génétique forestière par la mise à disposition des sélectionneurs d'arbres forestiers, aux gestionnaires et propriétaires forestiers et aux décideurs politiques d'une « meilleure connaissance scientifique sur les profils d'adaptation et la productivité durable, de nouvelles stratégies adaptatives d'amélioration génétique des arbres, de géotypes d'arbres de grande valeur adaptative et économique, d'outils d'aide à la décision pour le choix et l'utilisation du matériel forestier de reproduction, des modèles de performance intégrative pour guider le déploiement de MFR, des analyses économiques des risques / bénéfiques / coûts et des recommandations politiques » [118].

D'autres projets sont décrits sur les sites respectifs INRAE, IN-SYLVA France, RMT AFORCE, ONF, etc. Ces programmes s'inscrivent dans le cadre du PNFB et notamment de son objectif « Accentuer les efforts de R&D publique sur l'amont forestier » : « L'importante base génétique des vergers à graines est garante à la fois d'une amélioration et d'un enrichissement génétique des peuplements forestiers. Leur diversité génétique constitutive renforcera le processus d'adaptation à la pression de sélection du changement climatique. La R&D finalisée, capable de réaliser des sélections rapides de variétés améliorées, notamment sur la vigueur, la forme et la résistance aux stress climatiques, sera développée sur les espèces à fort potentiels adaptés aux nouvelles conditions climatiques. Ces ressources seront ensuite multipliées dans des vergers à graines. » [41].

Transfert et diffusion de matériel génétique forestier amélioré

Le transfert de matériel génétique à des fins de recherche et développement se fait principalement au sein du territoire métropolitain, de l'Europe et du pourtour méditerranéen (*Abies bornmuelleriana*, *Abies cephalonica*, *Cedrus atlantica*, *Larix decidua*), ou avec l'Amérique (*Pinus Taeda*) à l'exception des mélèzes hybrides (*Larix x marschlinsii*, anciennement *Larix x eurolepis*) issus d'un croisement avec des mélèzes du Japon.

La diffusion des MFR améliorés suit le même processus que celui des MFR non améliorés (cf. chapitre 8). Tous les matériels de base admis au registre national des matériels de base des essences forestières peuvent être récoltés en vue de commercialisation après accord du propriétaire. En France métropolitaine, la part des ventes occupées par les 4 catégories de MFR reste stable depuis 2013 avec une forte part attribuée à la catégorie qualifiée.

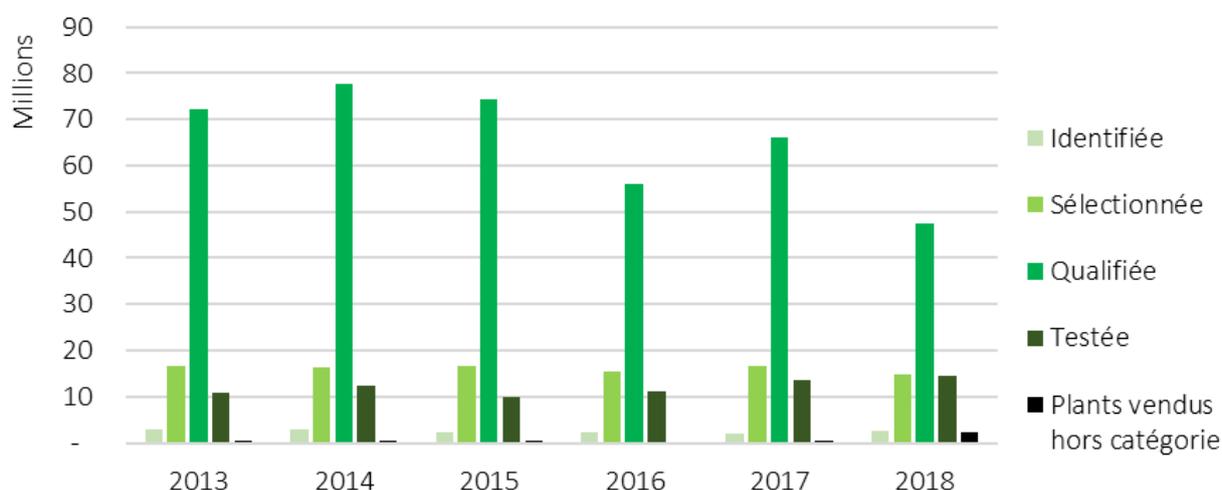


Figure 20 : Plantes forestières vendues en France métropolitaine entre 2013 et 2018 par catégorie commerciale

Source : Figure réalisée à partir des données des statistiques sur la production et la vente en France de plants forestiers [102]

Chapitre 10. Gestion des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

À travers les actes de gestion sylvicoles, le forestier gère continuellement les ressources génétiques forestières.

Gestion des ressources forestières

75 % de la forêt française métropolitaine est de propriété privée. Les 25 % restant de forêt publique sont répartis en 9 % de forêts domaniales (appartenant à l'État français) et 14 % de forêts communales (propriétés des communes) (cf. chapitre 2).

L'Office National des Forêts (ONF), établissement public à caractère industriel, est l'unique gestionnaire des forêts publiques. Le Centre National de la Propriété Forestière (CNPFF), établissement public administratif regroupant les Centres Régionaux de la Propriété Forestière (CRPF), est chargé du développement, de l'orientation et de l'amélioration de la gestion durable des forêts privées. L'ONF et le CNPFF ont pour rôle d'assurer la gestion durable multifonctionnelle des forêts sous la tutelle du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation (MAA), en charge de la filière forêt-bois (ainsi que du Ministère de la Transition Écologique et Solidaire (MTES) pour l'ONF).

Concernant la gestion des ressources génétiques forestières, la note de service ONF du 16 décembre 2011 sur la gestion des ressources génétiques dans les forêts publiques [50] précise que l'Office doit « identifier les pratiques et recommandations techniques à mettre en œuvre pour assurer une gestion durable des ressources génétiques des peuplements forestiers à l'occasion : du renouvellement des peuplements, par régénération naturelle ou par plantation, les opérations les plus susceptibles d'affecter le patrimoine génétique des peuplements étant celles liées à leur renouvellement ; des autres opérations sylvicoles ». Pour cela, la note précise le contexte dans lequel s'inscrivent ces dispositions puis rappelle les enjeux de leur prise en compte en forêt publique avant de détailler les directives et recommandations pratiques pour la gestion forestière.

L'ONF conduit également des Missions d'Intérêt Général (MIG) sous financement de l'État sur les ressources génétiques forestières, pilotées par le Pôle national des Ressources Génétiques Forestières (PNRGF). La MIG Ressources Génétiques Forestières comprend 4 volets : (1) inventaire et conservation des ressources génétiques forestières, afin de lutter contre l'érosion de la biodiversité ; (2) adaptation des forêts au changement climatique, par l'évaluation des potentiels adaptatifs des différentes espèces, provenances et autres ressources génétiques ; (3) augmentation en quantité et en qualité de l'accroissement annuel des forêts françaises grâce aux programmes nationaux d'amélioration génétique forestière ; (4) contrôle pour le MAA, en application de la réglementation sur le commerce des matériels forestiers de reproduction, de la qualité des semences forestières mises sur le marché

français. D'autres MIG sont menées par l'ONF, par exemple pour la restauration des terrains domaniaux en montagne (MIG RTM), la défense des forêts méditerranéennes contre les incendies (MIG DFCI), et la fixation des dunes domaniales littorales (MIG Dunes) ; pour les activités dans les départements d'Outre-Mer (MIG DOM), la santé des forêts (MIG DSF) ou la biodiversité (MIG biodiversité).

Politique forestière nationale et gestion des ressources génétiques forestières

Les orientations stratégiques de la politique forestière nationale sont définies, à différentes échelles :

a/ Le code forestier (articles L121-1 à L.121-6) [97], qui constitue le cadre législatif et réglementaire national. La réglementation française fait de la multifonctionnalité le principe fondamental de la politique forestière et reconnaît l'intérêt général de la conservation des ressources génétiques forestières (Code forestier : Article L 112-1 [20]).

b/ Le Programme National de la Forêt et du Bois (PNFB) 2016–2026 [41] qui établit les orientations stratégiques de la politique forestière nationale. Ces orientations sont déclinées au niveau régional par les Programmes Régionaux de la Forêt et du Bois (PRFB). Le Plan d'Action Interministériel Forêt-Bois (PAIFB) [119] de novembre 2018 fixe les actions prioritaires de la filière forêt-bois, et réaffirme les priorités du PNFB et notamment le renforcement du rôle d'atténuation des forêts dans la lutte contre le changement climatique.

D'autres plans et programmes transversaux concernent la politique forestière et de ce fait la gestion des ressources génétiques forestières, par exemples : le Deuxième Plan National d'Adaptation au Changement Climatique (PNACC-2) 2018 – 2022, la Stratégie Nationale pour la Biodiversité (SNB) 2011– 2020 [73], la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC) 2020 [3], la Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse (SNMB) [120], la Programmation Pluriannuelle de l'Énergie (PPE) [121], etc.

La Plate-forme Biodiversité pour la Forêt (PBF), créée en 2012 par le MAA dans le cadre de la SNB, veille à la bonne intégration des enjeux de biodiversité dans la politique forestière et notamment dans le PNFB [122].

Extraits du PNFB 2016–2026 et de la politique forestière concernant les ressources génétiques forestières :

« En cas de plantation, on recherchera l'introduction de matériel à base génétique large, de provenance voisine si possible, et de climat plus sec et selon les conseils des experts scientifiques issus de la recherche forestière et présents dans les établissements, et notamment réunis dans le RMT AFORCE (cf. Tableau 6).

La recherche finalisée sur les ressources génétiques forestières (inventaire, conservation, valorisation, évaluation de nouvelles espèces et provenances dans les conditions forestières françaises) sera renforcée.

Afin d'évaluer les potentialités des ressources génétiques forestières indigènes, il convient de renforcer la recherche sur la diversité intraspécifique des essences ligneuses, de poursuivre la stratégie de conservation *in situ* et *ex situ*, d'approfondir les connaissances sur l'autécologie des essences forestières dans l'aire de répartition actuelle, de permettre l'expression de la diversité génétique lors des régénérations naturelles et des plantations. Les espaces forestiers en libre évolution (aires protégées et îlots de sénescence notamment) seront l'objet d'un suivi attentif et d'une stratégie de conservation des souches naturelles et d'un suivi de la sélection naturelle de souches mieux adaptées aux conditions nouvelles, en lien avec la recherche et le développement forestiers.

En outre, dans le souci d'anticiper les évolutions à venir, il convient de se rapprocher des pays méditerranéens pour bâtir avec eux des partenariats de R&D autour de la conservation, de la sélection et du transfert des ressources génétiques, ainsi que de la gestion des peuplements soumis à de fortes modifications de leur environnement climatique.

L'importante base génétique des vergers à graines est garante à la fois d'une amélioration et d'un enrichissement génétique des peuplements forestiers. Leur diversité génétique constitutive renforcera le processus d'adaptation à la pression de sélection du changement climatique. La R&D finalisée, capable de réaliser des sélections rapides de variétés améliorées, notamment sur la vigueur, la forme et la résistance aux stress climatiques, sera développée sur les espèces à fort potentiel adaptées aux nouvelles conditions climatiques. Ces ressources seront ensuite multipliées dans des vergers à graines.

En raison des nombreuses incertitudes concernant le changement climatique, il est nécessaire de maintenir le maximum de capacités aux écosystèmes forestiers pour s'adapter. On recherchera la mise en œuvre d'une gamme de sylvicultures diversifiées. En particulier, il s'agira de préserver la diversité génétique sur le long terme pour préserver les options futures.

En parallèle des travaux de R&D, il convient d'adopter, sans attendre, des sylvicultures plus adaptatives (en tenant compte *in itinere* des résultats d'expérimentation mieux partagés) et de retenir l'introduction progressive d'essences ou de variétés adaptées aux changements constatés ou attendus, et aux différents milieux rencontrés, pour augmenter la capacité de résilience des forêts. Les choix de modes de sylviculture et d'essences diversifiées à l'échelle des massifs, à rotations plus rapides pour faire jouer au mieux la sélection naturelle lors des régénérations, et adaptés à leur aire écologique et aux écosystèmes rencontrés seront privilégiés. Des mesures de migration des espèces pourront par ailleurs être mises en œuvre, en cas de risques d'érosion des ressources génétiques. »

c/ Les Documents Régionaux d'Aménagement (DRA) pour les forêts domaniales, les Schémas Régionaux d'Aménagement (SRA) pour les forêts autres forêts publiques, et les Schémas Régionaux de Gestion Sylvicole (SRGS) pour les forêts privées, qui établissent les orientations de gestion durable à l'échelle régionale [123].

L'élaboration des documents de gestion durable (aménagement forestiers en forêts publiques, et plans simples de gestion, règlement type de gestion ou code des bonnes pratiques sylvicoles en forêts privées) nécessite au préalable un diagnostic de la forêt concernée suivi d'un choix d'objectifs de gestion adapté puis d'un programme de gestion suivant ces objectifs. Depuis 2010, l'IGN recense et met à disposition gratuitement les principales réalisations en matière de typologie des stations forestières [124].

Gérer et préserver la forêt : programmes de recherche, technologies émergentes, informations des gestionnaires

La gestion durable des forêts vise à amplifier les services rendus par les ressources génétiques forestières mais également à optimiser la résilience des forêts aux perturbations présentées au chapitre 2 pour assurer leur maintien en bonne santé.

Il existe de nombreux groupes et programmes de recherche en France sur des thématiques liées à la gestion des ressources génétiques forestières, par voies directes ou indirectes, portant sur la sylviculture, le suivi, la dynamique ou le renouvellement des peuplements, l'adaptation au changement climatique, etc. (cf. Tableau 6). Parmi les programmes ou structures traitant de ces problématiques, on peut citer :

- RENECOFOR [125] : Le Réseau National de suivi à long terme des ÉCOsystèmes FOREstiers engagé en 1992 par l'ONF réalise un suivi de l'ensemble des composantes des écosystèmes forestiers (sols, flore, peuplement forestier, conditions climatiques, etc.) et représente aujourd'hui une référence majeure du suivi environnemental des forêts, en particulier dans le cadre du changement climatique. Les données produites par ce réseau sont utilisées dans de nombreuses modélisations forestières.
- Le GIS COOP [126] : Depuis 1994, AgroParisTech, le CPFA (Centre de Productivité et d'action Forestière d'Aquitaine), FCBA, l'IDF, INRAE et l'ONF coordonnent leurs actions sous l'égide du MAA au sein du Groupement d'intérêt scientifique (GIS) « Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers » afin de recueillir et mettre en commun des données scientifiques sur la croissance des peuplements forestiers dans le but d'établir des modèles de croissance et d'outils d'aide à la gestion via l'installation de réseaux de placettes permanentes à long terme, leur suivi et leur mesure selon des protocoles standardisés couvrant au mieux toute la gamme de variabilité des conditions de croissance (climat, conditions stationnelles, sylvicultures, niveau génétique). Le GIS COOP comprend 5 groupes opérationnels gérant un réseau expérimental spécialisé : Douglas ; Pin laricio ; Pin maritime ; Chênes sessile et

pédonculé ; Forêt hétérogène (mélange d'espèces et/ou structure irrégulière). Un groupe transversal CoopEco est responsable du protocole de caractérisation écologique des dispositifs et de l'adaptation du plan d'échantillonnage des dispositifs aux conditions pédoclimatiques actuelles et futures. Une cellule technique est responsable de l'accès, la gestion et l'alimentation de la base de données ainsi que de la cohérence des données transmises par les groupes opérationnels. Le GIS COOP constitue ainsi un support de décision sylvicole pour les gestionnaires forestiers. Les programmes de recherche et de développement pour la gestion forestière du GIS COOP, actuels et passés, sont recensés sur le site du GIS COOP : <https://www6.inrae.fr/giscoop/Actions>.

- Le pôle RENFOR [127] : Le pôle d'innovation et de pédagogie « RENouvellement des peuplements FORestiers » regroupant INRAE, l'ONF, AgroParisTech et le MAA s'intéresse à l'enjeu global de renouvellement de la forêt par l'apport aux gestionnaires forestiers de connaissances et d'outils opérationnels pour l'amélioration des performances des itinéraires techniques sylvicoles.
- Le RMT AFORCE [128] : Le Réseau Mixte Technologique Adaptation des FORêts au Changement climatiqUE initié en 2007 et coordonné par le CNPF associe les acteurs de la forêt dans le but d'accélérer la diffusion des connaissances sur la vulnérabilité et l'adaptation des forêts au changement climatique. Ce RMT couvre, en participant notamment au financement de projets recensés sur son site <https://www.reseau-aforce.fr/n/projets/n:389>, la création d'outils de diagnostics pour aider la décision des politiques et gestionnaires forestiers mais aussi et surtout la diffusion des connaissances de la recherche vers les professionnels pour la fourniture de synthèses, protocoles et méthodes, guides pratiques, lieux d'échanges, formations, etc.
- Le Groupement d'Intérêt Public (GIP) ECOFOR (ÉCOsystèmes FORestiers) fondé en 1993 regroupant MAA, MTES, INRAE, CNPF, MNHN, AgroParisTech, IGN, FCBA, CNRS, IRD, CIRAD, ONF vise 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. ECOFOR développe des systèmes d'information pour la mise à disposition de données utiles aux chercheurs ou aux gestionnaires forestiers_[129].
- IN-SYLVA France [130] est un système d'information national créé en 2018 regroupant les dispositifs de recherche (sylvicoles, biogéochimiques et génétiques) de 6 partenaires (INRAE, ONF, FCBA, CIRAD, CNPF et OFB) concernant la gestion forestière pour favoriser la compréhension des effets des différentes pratiques sylvicoles et des facteurs environnementaux qui impactent les forêts et leurs ressources génétiques

dans un cadre de changement climatique. IN-SYLVA France est établi autour de 3 objectifs :

- Un objectif scientifique concentré sur (1) l'étude et la formalisation des interactions génotype/environnement/pratiques sylvicoles, (2) la conservation, gestion et valorisation des ressources génétiques forestières, (3) la compréhension des facteurs déterminants de la durabilité des forêts et de leurs services, (4) la promotion d'une vision intégrée de la sylviculture ;
- Un objectif technologique concentré sur (1) l'innovation pour l'acquisition de données haut-débit, (2) le développement d'itinéraires sylvicoles et de systèmes de production innovants, (3) le choix des espèces et l'élaboration de nouvelles variétés adaptées aux changements globaux, (4) l'intégration de la biogéochimie dans les modèles de dynamique forestière ;
- Un objectif organisationnel concentré sur (1) la coordination, le partage et le renforcement des réseaux d'expérimentations et d'acquisition de données à haut-débit, (2) le développement de l'interopérabilité des systèmes d'information distribués et la garantie de l'accès aux données, (3) une articulation avec l'Inventaire Forestier et autres infrastructures par la production d'indicateurs, (4) la mise en place d'une gouvernance adaptée pour les forêts.

Ce système d'information est précieux dans l'élaboration d'une gestion adaptative et durable des peuplements forestiers. Les programmes de recherche et de développement pour la gestion forestière sont recensés sur le site IN-SYLVA-France : <https://www6.inrae.fr/in-sylva-france/Services>.

- Les actions de recherche et développement pour la gestion forestière menées par L'ONF, par le biais de son département Recherche Développement et Innovation (RDI) [65] et le CNPF, par le biais de son Institut pour le Développement Forestier (IDF) [66] recensées sur leurs sites respectifs : <https://www.onf.fr/onf/lonf-agit/+693::les-15-projets-phares-de-lonf-en-recherche-developpement-et-innovation.html> et <https://www.cnpf.fr/n/focus-sur-quelques-programmes-en-cours/n:223>.

Aujourd'hui, l'adaptation au changement climatique est devenue la problématique centrale de ces organismes de recherche.

- Les travaux de l'institut technologique Forêt, Cellulose Bois-construction, Ameublement (FCBA) qui relaie l'information scientifique et technique dans un objectif d'amélioration des fonctions de production des forêts [67].
- La CRGF [50] réalise également des synthèses scientifiques, des publications techniques et participe au débat public afin d'informer les gestionnaires de la forêt sur les avantages, les inconvénients et les points de vigilance pour chaque mode de gestion par essence/espèces. Ces actions visent à la conservation de la diversité génétique des

arbres forestiers lors des renouvellements et sur le long terme pour maintenir les possibilités d'évolutions futures et garantir la meilleure résilience des peuplements tout en favorisant les processus évolutifs pour permettre aux peuplements de s'adapter aux changements de leur environnement.

Partie 5 : État des capacités et des politiques en France métropolitaine

Chapitre 11. Cadre institutionnel pour la conservation, l'utilisation et la mise en valeur des ressources génétiques forestières en France métropolitaine

La gestion des ressources génétiques forestières en France est multi-acteurs et transversale, les actions s'étendent de l'inventaire à l'utilisation, de la conservation à la mise en valeur.

L'État de la recherche et du développement sur les ressources génétiques forestières et ses applications sont détaillés dans le Chapitre 5 : Travaux de recherche sur la diversité génétique des arbres forestiers.

Le cadre institutionnel pour la conservation des ressources génétiques forestières, les législations et réglementations associées, les politiques publiques mises en place et leurs principaux objectifs sont abordées dans la Partie 3 : État de la conservation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine.

Le cadre institutionnel pour l'utilisation et la mise en valeur des ressources génétiques forestières, les législations et réglementations associées, les politiques publiques mises en place et leurs principaux objectifs sont abordées dans la Partie 4 : État de l'utilisation, de la mise en valeur et de la gestion des ressources génétiques forestières en France métropolitaine.

Concernant le niveau de formation et d'éducation des professionnels du milieu forestier, elle s'opère par diffusion d'informations des résultats de la recherche et du développement sur les ressources génétiques forestières auprès des gestionnaires et décisionnaires forestiers, notamment par les organismes de formations, le RMT AFORCE, le CNPF ou l'ONF, le GIP ECOFOR, les experts de la CRGF, du CTPS « arbres forestiers » et des organismes de R&D forestiers, etc. En complément des systèmes d'informations, de production et diffusion des connaissances scientifiques et de fourniture d'outils et méthodologies d'aide à la gestion, des formations destinées aux propriétaires privés et aux élus sont mises en place par le CNPF et les communes forestières respectivement. Au-delà de la transmission des connaissances, méthodes et outils pour la gestion forestière, la concertation entre les acteurs publics et propriétaires de la forêt et la co-construction des politiques forestières nationales sont un élément clef d'une gestion durable multifonctionnelle efficace et de la mise en place de stratégies d'adaptation des forêts au changement climatique.

Chapitre 12. Coopération internationale et régionale en matière de ressources génétiques forestières en France métropolitaine

Ce rapport est réalisé dans le cadre de la mise en œuvre du plan d'action mondial pour la conservation, l'utilisation durable et la valorisation des ressources génétiques forestières par la FAO.

La politique française sur les ressources génétiques forestières s'inscrit dans le respect du protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation relatif à la convention sur la diversité biologique [131].

Concernant la conservation des ressources génétiques forestières, la France participe au programme de coopération paneuropéen pour la conservation et la gestion durable des ressources génétiques forestières EUFORGEN [74] depuis sa création en 1994 (cf. chapitre 3). Dans un contexte d'accélération du changement climatique, poursuivre les travaux de conservation des ressources génétiques forestières est une priorité. La continuité internationale des aires de répartition des espèces végétales nécessite en outre de définir les stratégies de conservation à l'échelle européenne en supplément des stratégies nationales, afin de définir des unités conservatoires pertinentes et complémentaires, à l'échelle du continent. EUFORGEN permet la coordination nécessaire pour le réseau paneuropéen autour de cette stratégie.

La coopération se fait également au moyen de projets de recherche internationaux, associant les organismes de recherche et développement forestiers français (ex : B4EST, Genres Bridge, etc.) à d'autres organismes européens, dans un objectif de mutualisation des moyens, de partages des ressources et des expériences et d'échanges.

Concernant l'utilisation des RGF, les échanges commerciaux internationaux sont encadrés par les réglementations européennes (directive n°1999/105/CE) [94] et OCDE [93] (cf. chapitre 8). Des échanges de graines et plants forestiers sont réalisés dans le cadre de projets d'expérimentation, par exemple dans le cadre du projet ESPERENSE (cf. chapitre 9).

Partie 6 : Défis et opportunités en France métropolitaine

Chapitre 13. Mesure à prendre à l'avenir en France métropolitaine

Les défis et opportunités actuellement rencontrés par la R&D sur les ressources génétiques forestières et les objectifs en résultant sont détaillés dans le Chapitre 5 : Avancements et perspectives de la recherche sur la diversité génétique des arbres forestiers.

Les défis et opportunités actuellement rencontrés pour la conservation des ressources génétiques forestières et les objectifs en résultant sont détaillés dans la Partie 3 : État de la conservation des ressources génétiques forestières en France métropolitaine.

Les défis et opportunités actuellement rencontrés pour l'utilisation et la mise en valeur des ressources génétiques forestières et les objectifs en résultant sont détaillés dans la Partie 4 : État de l'utilisation, de la mise en valeur et de la gestion des ressources génétiques forestières en France métropolitaine.

Le programme national de la forêt et du bois (PNFB) donne les grandes orientations de la politique forestière française pour 2016-2026. Les mesures concernant les ressources génétiques forestières sont rappelées dans l'encadré du Chapitre 10 : Gestion des ressources génétiques forestières.

Références

- [1] UICN. Intégrer la diversité génétique forestière autochtone aux objectifs de conservation des aires protégées [En ligne]. URL : https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/resrecfiles/WCC_2016_REC_104_FR.pdf (Consulté en 2020).
- [2] GIEC. Special Report : Global Warming of 1,5°C [En ligne]. URL : <https://www.ipcc.ch/sr15/> (Consulté en 2020).
- [3] MTES. Stratégie Nationale Bas-Carbone (SNBC) [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/strategie-nationale-bas-carbone-snbc> (Consulté en 2020).
- [4] ONU. Protocole de Kyoto à la convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques [En ligne]. URL : <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/kpfrench.pdf> (Consulté en 2020).
- [5] MAA. Agreste Chiffres et Données n°2019-17 [En ligne]. URL : <https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/disaron/Chd1917/detail/> (Consulté en 2020).
- [6] FAO. Forest Resources Assessment working paper 188 [En ligne]. URL : <http://www.fao.org/3/I8661EN/i8661en.pdf> (Consulté en 2020).
- [7] INRAE (ex-IRSTEA). Résultats de l'enquête statistique « Récoltes et flux de graines forestières - Campagne 2017-2018 » [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/statistiques-annuelles-sur-les-ventes-de-graines-et-plants-forestiers> (Consulté en 2020).
- [8] INRAE (ex-IRSTEA). Résultats de l'enquête statistique sur la production et la vente en France de plants forestiers - Campagne 2017-2018 [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/statistiques-annuelles-sur-les-ventes-de-graines-et-plants-forestiers> (Consulté en 2020).
- [9] MAA. Décret n°2003-285 du 24 mars 2003 relatif à la production de sapins de Noël [En ligne]. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=LEGITEXT000005634167> (Consulté en 2020).
- [10] FranceAgriMer, Val'hor. Enquête KANTAR : L'achat de sapins pour les Fêtes de Noël 2019 - Bilan consommateurs [En ligne]. URL : <https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/64209/document/BIL-%20HOR%20Sapin%20de%20No%C3%ABl%202019.pdf?version=1> (Consulté en 2020).
- [11] *Estimations à dire d'expert de l'Institut Méditerranéen du Liège.*
- [12] *Estimations à dire d'expert de la Fédération Française des Trufficulteurs.*
- [13] ONF. Les champignons, une ressource aussi marchande [En ligne]. URL : http://www1.onf.fr/activites_nature/sommaire/decouvrir/champignons/vivre/20080425-083010-54915/@@index.html (Consulté en 2020).
- [14] Observatoire de la production de miel et de gelée royale, FranceAgriMer. Bilan de la campagne française de miel en 2018 [En ligne]. URL : <https://www.franceagrimer.fr/Actualite/Filieres/Apiculture/2019/Bilan-de-la-campagne-francaise-de-miel-en-2018> (Consulté en 2020).

- [15] ONCFS. Grands ongulés - Tableaux de chasse nationaux [En ligne]. URL : <http://www.oncfs.gouv.fr/Tableaux-de-chasse-ru599/-Grands-ongules-Tableaux-de-chasse-nationaux-news467> (Consulté en 2020).
- [16] FranceAgriMer. Prix gros gibier marché de Rungis [En ligne]. URL : <https://nm.franceagrimer.fr/prix?GIBIERS#> (Consulté en 2020).
- [17] CNPF. Progression du gibier [En ligne]. URL : <https://www.foretpriveefrancaise.com/n/progression-du-gibier/n:606> (Consulté en 2020).
- [18] ONCFS. Grands ongulés : Tableaux de chasse [En ligne]. URL : <http://www.oncfs.gouv.fr/Grands-ongules-Tableaux-de-chasse-ru248> (Consulté en 2020).
- [19] Légifrance. LOI n° 2014-1170 du 13 octobre 2014 d'avenir pour l'agriculture, l'alimentation et la forêt (1) [En ligne]. URL : https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=247996DDF6CD584ABDE7723E33EE6960.tplgfr38s_2?cidTexte=JORFTEXT000029573022 (Consulté en 2020).
- [20] Légifrance. Code Forestier : Article L112-1 [En ligne]. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?cidTexte=LEGITEXT000025244092&idArticle=LEGIARTI000025245735> (Consulté en 2020).
- [21] ONF. L'ONF en chiffres [En ligne]. URL : <https://www.onf.fr/onf/+538::lonf-en-chiffres.html> (Consulté en 2020).
- [22] INPN. Habitats de la directive "Habitats-Faune-Flore" 9330 - Forêts à *Quercus suber* [En ligne]. URL : <https://inpn.mnhn.fr/site/natura2000/habitat/9330/cahiers-habitats>.
- [23] MTES. EFESE : La séquestration de carbone par les écosystèmes en France [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Th%C3%A9ma%20-%20La%20sequestration%20de%20carbone%20par%20les%20ecosysteme.pdf> (Consulté en 2020).
- [24] ONF. Comprendre la forêt [En ligne]. URL : <https://www.onf.fr/onf/forets-et-espaces-naturels/+1f::comprendre-la-foret.html> (Consulté en 2020).
- [25] MTES. L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/evaluation-francaise-des-ecosystemes-et-des-services-ecosystemiques> (Consulté en 2020).
- [26] MTES. Les « PSE » : des rémunérations pour les services environnementaux [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/CEDD%20-%20Ref%200017.pdf> (Consulté en 2020).
- [27] MTES. Label bas-carbone : récompenser les acteurs de la lutte contre le changement climatique [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/label-bas-carbone> (Consulté en 2020).
- [28] Natura2000. Financements [En ligne]. URL : <http://www.natura2000.fr/programme-life-0> (Consulté en 2020).
- [29] Sylv'actes. Préserver le patrimoine forestier au cœur des territoires [En ligne]. URL : <https://www.sylvactes.org/> (Consulté en 2020).
- [30] MAA. Forêt - Bois [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/foret-bois> (Consulté en 2020).
- [31] ONF. *Enquête Internet sur la fréquence des visites en forêt*, 2015.

- [32] IGN. Indicateurs de Gestion Durable des forêts françaises métropolitaines - Édition 2015 [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?article929#IGD> (Consulté en 2020).
- [33] IGN. Résultats par sylvoécorégions [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique253#nb1> (Consulté en 2020).
- [34] IGN. Inventaire Forestier National : Campagnes 2013-2017 [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique250> (Consulté en 2020).
- [35] Gaëtan du Bus de Warnaffe, Sylvain Angerand. Gestion forestière et changement climatique : une nouvelle approche de la stratégie nationale d'atténuation [En ligne]. URL : <https://www.fern.org/fr/ressources/forest-management-and-climate-change-a-new-approach-to-the-french-mitigation-strategy-2078/> (Consulté en 2020).
- [36] IGN. La forêt française : état des lieux et évolutions récentes - Édition 2018 [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique250> (Consulté en 2020).
- [37] IGN. Inventaire Forestier National : Memento 2019 [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique250> (Consulté en 2020).
- [38] MAA. DSF : Bilans annuels en santé des forêts [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/bilans-annuels-en-sante-des-forets> (Consulté en 2020).
- [39] IGN. Inventaire Forestier National : La production annuelle en volume - Édition 2018 [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?article709> (Consulté en 2020).
- [40] MAA. La santé des forêts [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/la-sante-des-forets> (Consulté en 2020).
- [41] MAA. PNFB 2016-2026 [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/le-programme-national-de-la-foret-et-du-bois-2016-2026> (Consulté en 2020).
- [42] IGN. Inventaire Forestier National [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/> (Consulté en 2020).
- [43] Légifrance. Code Forestier : Article L151-1 [En ligne]. URL : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=0742295FFAD3864B3A7DB1F57CCC86E8.tplgfr38s_2?idSectionTA=LEGISCTA000025248490&cidTexte=LEGITEXT000025244092 (Consulté en 2020).
- [44] IGN. IGN [En ligne]. URL : <http://www.ign.fr/> (Consulté en 2020).
- [45] MNHN. INPN [En ligne]. URL : <https://inpn.mnhn.fr/accueil/index> (Consulté en 2020).
- [46] Légifrance. Code de l'Environnement : Article L411-1 A [En ligne]. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000033019166&cidTexte=LEGITEXT000006074220> (Consulté en 2020).
- [47] FCBN. Portail des Conservatoires Botaniques Nationaux [En ligne]. URL : www.fcbn.fr (Consulté en 2020).
- [48] MAA. Le Département de la Santé des Forêts : rôles et missions [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/le-departement-de-la-sante-des-forets-role-et-missions> (Consulté en 2020).
- [49] Légifrance. Code Forestier : Article L261- 4 [En ligne]. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000022549860&cidTexte=LEGITEXT000006071514&dateTexte=20100729> (Consulté en 2020).

- [50] MAA. La politique nationale de conservation des ressources génétiques forestières [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/la-politique-nationale-de-conservation-des-ressources-genetiques-forestieres> (Consulté en 2020).
- [51] MAA. L'inventaire national des ressources génétiques forestières [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/linventaire-national-des-ressources-genetiques-forestieres> (Consulté en 2020).
- [52] MAA, INRAE. Conseils d'utilisation des ressources génétiques forestières [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-conseils-dutilisation-des-provenances-et-varietes-forestieres> (Consulté en 2020).
- [53] EUFORGEN. Technical guidelines [En ligne]. URL : <http://www.euforgen.org/publications/technical-guidelines> (Consulté en 2020).
- [54] *Enquête auprès d'experts INRAE, CNPF, FCBA : Jean-Charles Bastien (Abies grandis, Abies procera, cryptomeria japonica, Thuja plicata), Alain Berthelot (Populus spp.), Aurore Desgroux (Ulmus spp.), Arnaud Dowkiw (Fraxinus excelsior), Alexis Ducouso (Fagus sylvatica, Quercus coccifera, Quercus coccifera ssp. calliprinos, Quercus crenata, Quercus faginea, Quercus ilex, Quercus petraea, Quercus pubescens, Quercus pyrenaica, Quercus robur, Quercus suber), Bruno Fady et Caroline Scotti-Saintagne (Abies alba, Pinus salzmannii), Sabine Girard (Juglans nigra), Rémy Gobin (Picea sitchensis, Populus spp.), Sylvie Oddou-Muratorio (Sorbus domestica), Luc Pâques (Larix sp., Picea abies), Gwenaël Philippe (Pseudotsuga menziesii), Annie Raffin (Pinus Pinaster), Leopoldo Sanchez-Rodriguez (Pseudotsuga menziesii), Marc Villar (Populus nigra).*
- [55] MAA. Forêt et industries du bois [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/foret-et-industries-du-bois> (Consulté en 2020).
- [56] INRAE. Ecology and biodiversity (ECODIV) [En ligne]. URL : <https://www.inrae.fr/en/divisions/ecodiv> (Consulté en 2020).
- [57] INRAE. UMR Biogeco [En ligne]. URL : <https://www6.bordeaux-aquitaine.inrae.fr/biogeco/UMR-Biogeco> (Consulté en 2020).
- [58] INRAE. UMR BioForA [En ligne]. URL : <https://www6.val-de-loire.inrae.fr/biofora/> (Consulté en 2020).
- [59] INRAE. UMR Piaf [En ligne]. URL : <https://www6.ara.inrae.fr/piaf/> (Consulté en 2020).
- [60] INRAE. UMR Silva [En ligne]. URL : <https://www6.nancy.inrae.fr/silva/> (Consulté en 2020).
- [61] INRAE. Écologie des Forêts Méditerranéennes (URFM) [En ligne]. URL : https://www6.paca.inrae.fr/ecologie_des_forets_mediterraneennes (Consulté en 2020).
- [62] INRAE. Les recherches du centre Val de Loire [En ligne]. URL : <https://www.inrae.fr/centres/val-de-loire/recherches-centre-val-de-loire> (Consulté en 2020).
- [63] INRAE. Unité Expérimentale Forêt Pierroton (UEFP) [En ligne]. URL : <https://www6.bordeaux-aquitaine.inrae.fr/ue-pierroton/> (Consulté en 2020).
- [64] INRAE. GBFOr [En ligne]. URL : <https://www6.val-de-loire.inrae.fr/ue-gbfor> (Consulté en 2020).
- [65] ONF. Les 15 projets phares de l'ONF en Recherche Développement et Innovation [En ligne]. URL : <https://www.onf.fr/onf/lonf-agit/+693::les-15-projets-phares-de-lonf-en-recherche-developpement-et-innovation.html> (Consulté en 2020).

- [66] CNPF. L'IDF et la R&D : Focus sur quelques programmes en cours [En ligne]. URL : <https://www.cnpf.fr/n/focus-sur-quelques-programmes-en-cours/n:223> (Consulté en 2020).
- [67] FCBA [En ligne]. URL : <https://www.fcba.fr/> (Consulté en 2020).
- [68] MTES. Adaptation de la France au changement climatique [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/adaptation-france-au-changement-climatique> (Consulté en 2020).
- [69] ForestEurope. Ministerial Conference on the Protection of Forests in Europe [En ligne]. URL : <https://foresteurope.org/> (Consulté en 2020).
- [70] ONU. Convention sur la Diversité Biologique [En ligne]. URL : <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf> (Consulté en 2020).
- [71] Commission Européenne. La stratégie biodiversité de l'UE à l'horizon 2020 [En ligne]. URL : https://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/factsheets/biodiversity_2020/2020%20Biodiversity%20Factsheet_FR.pdf (Consulté en 2020).
- [72] FAO. Plan d'Action Mondial pour la conservation, l'utilisation durable et la mise en valeur des ressources génétiques forestières [En ligne]. URL : <http://www.fao.org/3/a-i3849f.pdf> (Consulté en 2020).
- [73] MTES. Stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/strategie-nationale-biodiversite> (Consulté en 2020).
- [74] EUFORGEN. European Forerst genetic resources programme [En ligne]. URL : <http://www.euforgen.org/> (Consulté en 2020).
- [75] EUFGIS. Establishment of a European Information System on Forest Genetic Ressources [En ligne]. URL : <http://www.eufgis.org/> (Consulté en 2020).
- [76] EVOLTREE. EVOLution of TREEs as drivers of terrestrial biodiversity [En ligne]. URL : <http://www.evoltree.eu/> (Consulté en 2020).
- [77] GENTREE. Optimizing the management and sustainable use of forest genetic resources in Europe [En ligne]. URL : <http://www.gentree-h2020.eu/> (Consulté en 2020).
- [78] MAA, INRAE. La politique nationale de conservation des ressources génétiques forestières : Liste des unités conservatoires inscrites au registre national des matériels de base destinés à la conservation IN SITU de ressources génétiques forestières d'intérêt national [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/la-politique-nationale-de-conservation-des-ressources-genetiques-forestieres> (Consulté en 2020).
- [79] EUFORGEN. Pan-European minimum requirements for dynamic gene conservation units of forest trees [En ligne]. URL : http://portal.eufgis.org/fileadmin/templates/eufgis.org/documents/EUFGIS_Minimum_requirements.pdf (Consulté en 2020).
- [80] MAA. Forêt : qu'est-ce qu'une réserve biologique ? [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/foret-quest-ce-quune-reserve-biologique> (Consulté en 2020).
- [81] IPBES. Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services [En ligne]. URL : <https://ipbes.net/global-assessment> (Consulté en 2020).
- [82] MTES. Lancement de l'élaboration de la nouvelle stratégie nationale des aires marines et terrestres protégées 2020 - 2030 [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/lancement->

- lelaboration-nouvelle-strategie-nationale-des-aires-marines-et-terrestres-protgees-2020 (Consulté en 2020).
- [83] Natura2000. Site web du centre de ressources Natura 2000 [En ligne]. URL : <https://www.natura2000.fr/> (Consulté en 2020).
- [84] EUFORGEN. Dynamic conservation and utilization of forest tree genetic resources: indicators for in situ and ex situ genetic conservation and forest reproductive material [En ligne]. URL : <http://www.euforgen.org/publications/publication/dynamic-conservation-and-utilization-of-forest-tree-genetic-resources-indicators-for-in-situ/> (Consulté en 2020).
- [85] FOREMATIS. Forest Reproductive Material Information System [En ligne]. URL : <https://ec.europa.eu/forematis/> (Consulté en 2020).
- [86] BGCI. GlobalTreeSearch [En ligne]. URL : https://tools.bgci.org/global_tree_search.php (Consulté en 2020).
- [87] Cherrier O. (2018). *Reconnaissance croisée des statuts d'unité de conservation des ressources génétiques forestières et d'aire protégée*. Mémoire de deuxième année de Master, Sorbonne Université, 39 p.
- [88] MAA, INRAE. La politique nationale de conservation des ressources génétiques forestières : Liste des unités conservatoires inscrites au registre national des matériels de base destinés à la conservation EX SITU de ressources génétiques forestières d'intérêt national [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/la-politique-nationale-de-conservation-des-ressources-genetiques-forestieres> (Consulté en 2020).
- [89] ONF. Les arboretums de l'ONF, des laboratoires pour préparer la forêt de demain [En ligne]. URL : <https://www.onf.fr/onf/+39e::les-arboretums-des-forets-varoises-lhonneur.html> (Consulté en 2020).
- [90] P. Allemand et al.. Espèces exotiques utilisables pour la reconstitution du couvert végétal en région méditerranéenne. Bilan des arboretums forestiers d'élimination [En ligne]. URL : https://www.persee.fr/doc/geo_0003-4010_1991_num_100_557_21025_t1_0093_0000_2 (Consulté en 2020).
- [91] MNHN. Arboretum de Versailles-Chèvreloup [En ligne]. URL : <https://www.mnhn.fr/fr/visitez/lieux/arboretum-versailles-chevreloup> (Consulté en 2020).
- [92] REINFFORCE. Description des parcelles [En ligne]. URL : <http://www.iefc.net/newsite/sitereinfforce/arboretum-liste/> (Consulté en 2020).
- [93] OCDE. Système De L'OCDE Pour La Certification Des Matériels Forestiers de Reproduction destinés au commerce International [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/sites/minagri/files/systemeocde2014-materielsforestiersdereproduction.pdf> (Consulté en 2020).
- [94] UE. Directive 1999/105/CE concernant la commercialisation des matériels forestiers de reproduction [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-reglementation-controle-et-certification> (Consulté en 2020).
- [95] UE. Décision 2008/971/CE concernant l'équivalence des matériels forestiers de reproduction produits dans les pays tiers [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-reglementation-controle-et-certification> (Consulté en 2020).

- [96] UE. Décision 2008/989/CE autorisant les États membres à décider de l'équivalence des garanties offertes par les matériels forestiers de reproduction destinés à être importés de certains pays tiers [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-reglementation-controle-et-certification> (Consulté en 2020).
- [97] Légifrance. Code Forestier [En ligne]. URL : https://www.legifrance.gouv.fr/affichCode.do;jsessionid=190605191A321033B2A60387A1551645.tplgfr34s_2?cidTexte=LEGITEXT000025244092 (Consulté en 2020).
- [98] Légifrance. Code forestier : Article L 153-1 [En ligne]. URL : <https://www.legifrance.gouv.fr/affichCodeArticle.do?idArticle=LEGIARTI000029595654&cidTexte=LEGITEXT000025244092> (Consulté en 2020).
- [99] UE. Règlement 1597/2002/CE portant modalités d'application de la directive 1999/105/CE en ce qui concerne le modèle des listes nationales de matériels de base destinés aux matériels forestiers de reproduction [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/graines-et-plants-forestiers-reglementation-controle-et-certification> (Consulté en 2020).
- [100] MAA, INRAE. Liste des espèces forestières réglementées par le code forestier, actualisée en juillet 2020 [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/fournisseurs-especes-reglementees-provenances-et-materiels-de-base-forestiers> (Consulté en 2020).
- [101] UE. Directive 2000/29/CE concernant les mesures de protection contre l'introduction dans la Communauté d'organismes nuisibles aux végétaux ou aux produits végétaux et contre leur propagation à l'intérieur de la Communauté [En ligne]. URL : <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX%3A02000L0029-20140210> (Consulté en 2020).
- [102] MAA, INRAE. Statistiques annuelles sur les ventes de graines et plants forestiers [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/statistiques-annuelles-sur-les-ventes-de-graines-et-plants-forestiers> (Consulté en 2020).
- [103] MAA. Fournisseurs, espèces réglementées, provenances et matériels de base forestiers [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/fournisseurs-especes-reglementees-provenances-et-materiels-de-base-forestiers> (Consulté en 2020).
- [104] ONF. Un verger à graines pour améliorer la qualité génétique du cèdre de l'Atlas [En ligne]. URL : <https://www.onf.fr/onf/secheresse-et-climat/+5c7::un-verger-graines-pour-ameliorer-la-qualite-genetique-du-cedre-de-latlas.html> (Consulté en 2020).
- [105] CNPF. CHALFRAX : Gestion des frênaies françaises menacées par la chalarose [En ligne]. URL : <https://chalfrax.cnpf.fr/> (Consulté en 2020).
- [106] GPMF. Innover pour la productivité des peuplements de pin maritime [En ligne]. URL : <https://www6.bordeaux-aquitaine.inrae.fr/ue-pierroton/content/download/3347/32756/version/1/file/PLAQUETTE+GIS+2016.pdf> (Consulté en 2020).
- [107] GPMF. Innover pour adapter et soutenir la production des peuplements de pin maritime [En ligne]. URL : <https://www6.bordeaux-aquitaine.inrae.fr/ue-pierroton/content/download/3346/32753/version/1/file/PLAQUETTE+GIS+2018.pdf> (Consulté en 2020).
- [108] FranceDouglas. Le Douglas : Génétique [En ligne]. URL : <https://www.france-douglas.com/le-douglas/genetique.html> (Consulté en 2020).

- [109] IN-SYLVA-France. GIS Peuplier [En ligne]. URL : <https://www6.inrae.fr/in-sylva-france/Services/In-Situ/GIS-Peuplier> (Consulté en 2020).
- [110] CNP. La R&D sur le Peuplier [En ligne]. URL : <https://www.peupliersdefrance.org/n/la-r-d-sur-le-peuplier/n:1135> (Consulté en 2020).
- [111] CNPF. Projet CONQueTh [En ligne]. URL : <https://www.cnpf.fr/n/chene-pubescent-projet-conqueth/n:3380> (Consulté en 2020).
- [112] IN-SYLVA-France. Réseau GEN4X (réseau de GENétique FOrestière pour la Recherche et l'eXpérimentation) [En ligne]. URL : <https://www6.inrae.fr/in-sylva-france/Services/In-Situ/Reseau-GEN4X> (Consulté en 2020).
- [113] RMTAFORCE. ESPERENSE [En ligne]. URL : <https://www.reseau-aforce.fr/n/esperense/n:3657> (Consulté en 2020).
- [114] ONF. Avec le projet RENEssences, l'ONF se mobilise pour l'adaptation des forêts [En ligne]. URL : <https://www.onf.fr/onf/secheresse-et-climat/+5b1::avec-le-projet-renessences-lonf-se-mobilise-pour-ladaptation-des-forets.html> (Consulté en 2020).
- [115] ONF. Les îlots d'avenir, des plantations pour la forêt de demain en réponse aux changements climatiques [En ligne]. URL : <https://www.onf.fr/onf/secheresse-et-climat/+5b2::les-ilots-davenir-des-plantations-pour-lutter-contre-le-changement-climatique.html> (Consulté en 2020).
- [116] INRAE. SECUR-MFR [En ligne]. URL : <https://www6.val-de-loire.inrae.fr/biofora/Projets/SECUR-MFR> (Consulté en 2020).
- [117] UE. Politique, stratégie et législation de l'UE pour atteindre les objectifs en matière d'environnement, de climat et d'énergie à l'horizon 2020. [En ligne]. URL : https://ec.europa.eu/info/energy-climate-change-environment/overall-targets/2020-targets_fr (Consulté en 2020).
- [118] B4EST. B4EST : Adaptive BREEDING for Better FORESTs [En ligne]. URL : <http://b4est.eu/> (Consulté en 2020).
- [119] CNI. PAIFB [En ligne]. URL : https://www.conseil-national-industrie.gouv.fr/files_cni/files/csf/bois/plan-d-action-foret-bois-nov2018.pdf (Consulté en 2020).
- [120] MTES. Stratégie Nationale de Mobilisation de la Biomasse [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/Strat%C3%A9gie%20Nationale%20de%20Mobilisation%20de%20la%20Biomasse.pdf> (Consulté en 2020).
- [121] MTES. Programmations pluriannuelles de l'énergie [En ligne]. URL : <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/programmations-pluriannuelles-lenergie-ppe> (Consulté en 2020).
- [122] MAA. Forêt et biodiversité : La Plate-forme Biodiversité pour la Forêt [En ligne]. URL : <https://agriculture.gouv.fr/foret-et-biodiversite> (Consulté en 2020).
- [123] DRIA AF. Les ORF, SRGS, DRA et SRA [En ligne]. URL : <http://driaaf.ile-de-france.agriculture.gouv.fr/Les-ORF-SRGS-DRA-et-SRA,119> (Consulté en 2020).
- [124] IGN. La typologie des stations forestières [En ligne]. URL : <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip/spip.php?rubrique20> (Consulté en 2020).
- [125] ONF. RENECOFOR [En ligne]. URL : <http://www1.onf.fr/renecofor/> (Consulté en 2020).

- [126] INRAE. GIS Coop - Expérimentation de sylvicultures [En ligne]. URL : <https://www6.inrae.fr/giscoop/> (Consulté en 2020).
- [127] INRAE. Le pôle RENFOR [En ligne]. URL : <https://www6.inrae.fr/renfor/Le-pole-RENFOR> (Consulté en 2020).
- [128] RMTAFORCE. AFORCE - Adaptation des Forêts au Changement climatique [En ligne]. URL : <https://www.reseau-aforce.fr/> (Consulté en 2020).
- [129] G. ECOFOR. ECOFOR - Écosystèmes Forestiers [En ligne]. URL : <http://www.gip-ecofor.org/> (Consulté en 2020).
- [130] INRAE. IN-SYLVA France [En ligne]. URL : <https://www6.inrae.fr/in-sylva-france/> (Consulté en 2020).
- [131] ONU. Protocole de Nagoya sur l'accès aux ressources génétiques et le partage juste et équitable des avantages découlant de leur utilisation [En ligne]. URL : <https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-fr.pdf> (Consulté en 2020).

Annexes

Annexe 1 _ Perspectives pour la caractérisation, le suivi, la conservation, et l'utilisation des ressources génétiques forestières

Tableau 1 : Perspectives pour renforcer la recherche sur l'évaluation, la caractérisation, l'augmentation d'informations et le suivi de la diversité génétique de certaines essences forestières en France métropolitaine

Source : Enquête réalisée auprès d'experts [53]

| | | |
|--------------------------------------|----------------------|---|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | <ul style="list-style-type: none"> - Définir la structuration et l'échelle spatiale de l'adaptation locale dans le cadre des projets européens GenTree (terminé) et ForGenius (2021). - Évaluer la valeur de l'hybridation (intra et interspécifique) dans le processus d'adaptation locale. - Répondre au besoin de marqueurs de profilage génétique permettant de différencier les populations autochtones. |
| <i>Abies procera</i> | Sapin noble | <ul style="list-style-type: none"> - Renouveler des mesures dans les deux tests de provenances INRAE d'<i>Abies procera</i> qui rassemblent des populations de l'ensemble de l'aire naturelle de l'espèce. |
| <i>Cryptomeria japonica</i> | Cryptomeria du japon | <ul style="list-style-type: none"> - Évaluer les tests génétiques installés par FCBA et INRAE depuis une trentaine d'années. |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | <ul style="list-style-type: none"> - Mener un suivi à long terme de populations |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | <ul style="list-style-type: none"> - Inclure <i>F. angustifolia</i> au raisonnement. |
| <i>Larix sp.</i> | Mélèze | <ul style="list-style-type: none"> - Analyser la diversité génétique à l'échelle de l'aire naturelle (Alpes françaises) en particulier pour repérer des populations à propriétés intéressantes d'un point de vue adaptatif (en particulier dans les zones les plus sèches de l'aire, et en marge d'aire). |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre au point des marqueurs pour le profilage des lignées évolutives et la distinction des sous espèces. - Étudier l'hybridation du pin noir (Salzmann, laricio, Autriche) dans le contexte du changement climatique et des maladies émergentes afin de définir s'il s'agit d'un avantage ou d'un inconvénient. - Augmenter sa présence dans les tests de provenance. - Améliorer les connaissances sur sa caractérisation phénotypique et de croissance. - Évaluer sa rusticité et sa résistance à la maladie des bandes rouges. |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | <ul style="list-style-type: none"> - Estimer l'introgression avec <i>Populus nigra var. Italica</i> et hybrides de type euraméricains au moyen de marqueurs ADN. - Créer une collection de référence de l'espèce (500 clones représentatif de la diversité de l'espèce). |

| | | |
|------------------------------|------------------|--|
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglas | <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser un génotypage de la population élite issue de la dernière vague de sélection. - Caractériser la diversité génétique de la population d'amélioration et des verges à graines. |
| <i>Quercus coccifera</i> | Chêne kermès | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un programme sur les maquis et garrigues très dégradés et sur cette espèce. - Mettre en place un programme de recherches sur <i>Quercus coccifera</i>. |
| <i>Quercus crenata</i> | Faux chêne-liège | <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer le niveau de connaissances sur sa taxonomie, son hybridation, et son écologie. |
| <i>Quercus faginea</i> | Chêne faginé | <ul style="list-style-type: none"> - Rechercher une ou des populations restantes en France. - Mettre en place un programme de recherches spécifiques. |
| <i>Quercus ilex</i> | Chêne vert | <ul style="list-style-type: none"> - Remonter un programme génétique. - Développer de nouveaux marqueurs. - Travailler sur ses gènes d'adaptation, sa niche écologique, son écophysiologie, les mécanismes de fructification, sur la sylvigénèse, etc. |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | <ul style="list-style-type: none"> - Mener un suivi de la dynamique démographique et génétique sur le long terme. |
| <i>Quercus pubescens</i> | Chêne pubescent | <ul style="list-style-type: none"> - Travailler sur sa niche écologique, sa position dans la sylvigénèse, la cartographie de sa diversité génétique, ses caractères adaptatifs. |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | <ul style="list-style-type: none"> - Développer un programme de recherche sur les chênes thermophiles dont le tauzin avec de la génétique de l'écophysiologie, de l'écologie, de la pathologie, etc. |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | <ul style="list-style-type: none"> - Travailler sur sa variabilité génétique en test de provenances, la vulnérabilité de l'espèce, la dynamique des dépérissements, la sylvigénèse, les caractères adaptatifs en particulier ceux concernant les adaptations aux climats et au statut de pionnier |
| <i>Quercus suber</i> | Chêne liège | <ul style="list-style-type: none"> - Relancer un programme de recherches. |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | <ul style="list-style-type: none"> - Caractériser les caractères adaptatifs |

Tableau 2 : Perspectives pour renforcer la conservation de certaines essences forestières en France métropolitaine

Source : Enquête réalisée auprès d'experts [53]

* Les essences marquées d'un * ne sont pas soumises à des programmes de conservation encadrés par la CRGF

| | | |
|-------------------|---------------|---|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | <ul style="list-style-type: none"> - Valoriser les données génétiques acquises sur le réseau des UC et identifier les éventuels manques. - Intensifier la recherche sur l'identification de marqueurs et la mise au point d'un kit de profilage génétique. - Mettre au point des indicateurs de risques abiotiques, d'effondrement génétique (consanguinité, taille efficace) et d'hybridation. Cette priorité fait l'objet des projets ForGenius et G-Maps. - Mettre en place des tests de provenances sur la base des UC <i>in situ</i> du réseau national. - Stocker les graines récoltées. |
|-------------------|---------------|---|

| | | |
|--|-----------------------------|--|
| <i>Abies procera</i> * | Sapin noble* | <ul style="list-style-type: none"> - Sélectionner des individus « élite » dans les tests de provenances (actuellement âgés de 35 ans) au sein des populations ayant fait la preuve de leur supériorité. |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur le fonctionnement des populations marginales et sur l'organisation de la diversité génétique. |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur l'impact de la chalarose sur la diversité génétique. - Intensifier la recherche sur l'hybridation interspécifique <i>Fraxinus excelsior</i> x <i>Fraxinus angustifolia</i>. - Intensifier la recherche sur les techniques de multiplication végétative (en particulier bouturage). - Relancer la recherche en génétique des population, phylogénie, etc. - Initier des études en peuplements naturels. |
| <i>Juglans nigra</i> * <i>Juglans regia</i> | Noyer noir* Noyer commun | <ul style="list-style-type: none"> - Améliorer la représentativité de la collection nationale via l'intégration des ressources génétiques issues de régions où l'espèce est encore présente mais pas encore échantillonnée. - Mettre en place une collaboration entre les filières forestière et fruitière. |
| <i>Larix sp.</i> * | Mélèze* | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur la diversité naturelle neutre à l'échelle de l'aire naturelle via l'utilisation de marqueurs moléculaires et mise en place d'études moléculaires et de tests de populations pour mettre en place un programme de conservation de l'espèce. |
| <i>Picea abies</i> | Épicéa commun | <ul style="list-style-type: none"> - Révision et redimensionnement de certains vergers à graines de l'État participant à l'effort de conservation <i>ex situ</i> pour réactiver au besoin un programme d'amélioration génétique pour une essence résineuse à bois blanc. |
| <i>Picea sitchensis</i> * | Épicéa de Sitka* | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un conservatoire et/ou d'un verger à graine. |
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur l'élaboration d'une puce SNP basée sur les derniers résultats obtenus, permettant de caractériser à moindre coût les nouveaux peuplements à conserver, notamment dans les marges de l'aire (détecter l'origine naturelle ou non, voire les introgressions). |
| <i>Pinus nigra</i> subsp. <i>salzmannii</i> | Pin de Salzmann | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur l'identification de marqueurs et la mise au point d'un kit de profilage génétique, notamment pour évaluer le risque d'hybridation (pollution génétique des ressources locales autochtones) dans les semis. - Mettre au point des indicateurs de risques abiotiques, d'effondrement génétique (consanguinité, taille efficace) et d'hybridation. Cette priorité fait l'objet des projets ForGenius et G-Maps. - Renforcer le réseau national de conservation des RGF <i>in situ</i> pour prendre en compte toute la diversité génétique. - Lutter contre le risque d'incendies. - Multiplier, maintenir et renforcer la collection <i>ex situ</i>. |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place d'autres UC sur bassin de la Dordogne et de la Seine. - Sauvegarder le matériel végétal en populetum régionaux. |

| | | |
|--------------------------------|---------------------|---|
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> * | Douglas* | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur le développement de l'embryogenèse somatique et ses impacts sur la diversité génétique. - Assurer la pérennité des tests génétiques (de provenance et de descendance) et des vergers à graines français. - Intensifier la recherche sur la conception et la dynamique optimales des vergers à graines. - Dimensionner, rationaliser et optimiser la population d'amélioration sur le long-terme pour pouvoir proposer une gamme diversifiée de variétés. |
| <i>Quercus coccifera</i> * | Chêne kermès* | <ul style="list-style-type: none"> - Établir un état des lieux de l'espèce. - Rechercher d'éventuelles populations restantes en France. - Mettre en place des dispositifs de conservation pseudo-<i>ex situ</i> de populations du Moyen-Orient. |
| <i>Quercus crenata</i> * | Faux chêne-liège* | <ul style="list-style-type: none"> - Établir un état des lieux. - Mettre en place un conservatoire <i>ex situ</i> de tous les individus. |
| <i>Quercus faginea</i> * | Chêne faginé* | <ul style="list-style-type: none"> - Rechercher d'éventuelles populations restantes en France. - Mettre en place des dispositifs de conservation pseudo-<i>ex situ</i> de populations ibériques. |
| <i>Quercus ilex</i> * | Chêne vert* | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier l'acquisition de connaissances pour définir une stratégie de conservation. - Mettre en place des UC. - Mettre en place une coordination avec les gestionnaires d'aires protégées. |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur les mécanismes évolutifs (mutation, épigénétique, flux de gènes et migration, hybridation, dérive génétique et sélections). |
| <i>Quercus pubescens</i> * | Chêne pubescent* | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place des UC à partir des réseaux d'aires protégées (RNN, RNR, CREN, etc.), haute priorité pour <i>Quercus pyrenaica</i>. - Mettre en place, via un développement de la formation en génétique et de la communication auprès du grand public et des forestiers, une conservation voire restauration des mécanismes évolutifs : flux de gènes et migration (protection des disperseurs de graines, restauration de la continuité écologique entre les bois et les forêts), dérive génétique, sélection (protection des menaces des régénérations naturelles comme les petits rongeurs, les gastéropodes, les chenilles défoliatrices, les petits carnivores, etc. et régulation des cervidés avec une expansion des grands carnivores). |
| <i>Quercus pyrenaica</i> * | Chêne des Pyrénées* | |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un programme de conservation <i>ex situ</i> de la diversité génétique en particulier celle des refuges glaciaires. |
| <i>Quercus suber</i> * | Chêne liège* | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier l'acquisition de connaissances sur la génétique, l'écologie et la biologie des populations de l'espèce pour définir une stratégie de conservation. - Mettre en place un programme de conservation. |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur le placement des niveaux de diversité neutre par rapport à ceux connus dans d'autres populations européennes. - Intensifier la recherche sur la définition des caractères adaptatifs d'intérêt. |

| | | |
|-------------------|------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place une réflexion générale pour la mise en place d'un mode de conservation <i>in situ</i> des espèces disséminées. - Intégrer d'autres ressources génétiques dans la collection nationale. |
| <i>Ulmus spp.</i> | Orme | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche sur le défaut de régénération naturelle dans les UC du réseau national et favoriser cette dernière. - Évaluer la représentativité de la diversité génétique de la collection <i>ex situ</i>. |

Tableau 3 : Perspectives pour renforcer l'utilisation de certaines essences forestières en France métropolitaine

Source : Enquête réalisée auprès d'experts [53]

| | | |
|---|----------------------|--|
| <i>Abies alba</i> | Sapin pectiné | <ul style="list-style-type: none"> - Mieux caractériser la phénologie de la reproduction. - Utiliser la migration assistée pour planter d'avantage cette espèce, ce qui implique des efforts de diversification de la récolte (plus d'arbres et de peuplements par région de provenance). |
| <i>Abies procera</i> | Sapin Noble | <ul style="list-style-type: none"> - Mettre en place un verger à graines de clones « élite » dans un but de valorisation de l'essence auprès des reboiseurs pour ses qualités (excellente croissance et qualité du bois) en sites d'altitude. |
| <i>Cryptomeria japonica</i> | Cryptomeria du Japon | <ul style="list-style-type: none"> - Analyser les tests génétiques (descendances, clones) dans le but de mieux cerner l'autécologie de cette espèce en France. |
| <i>Fagus sylvatica</i> | Hêtre commun | <ul style="list-style-type: none"> - Plantation plurispécifique. - Migration assistée dans les montagnes. |
| <i>Fraxinus excelsior</i> | Frêne commun | <ul style="list-style-type: none"> - Intensifier la recherche dans le but de mettre en place des vergers de frênes tolérants à la chalarose. |
| <i>Larix sp.</i> | Mélèze | <ul style="list-style-type: none"> - Maîtriser les techniques de production en masse (sexuée et asexuée) des MFR, principal verrou à la diffusion de l'espèce. |
| <i>Picea abies</i> | Épicéa commun | <ul style="list-style-type: none"> - Ramener l'utilisation de l'essence à ses strictes stations. |
| <i>Pinus pinaster</i> | Pin maritime | <ul style="list-style-type: none"> - Étudier les conditions d'une production suffisante de graines améliorées en verger (protection sanitaire, gestion des vergers, etc.). |
| <i>Pinus nigra subsp. salzmannii</i> | Pin de Salzmann | <ul style="list-style-type: none"> - Mieux caractériser la production de graines. - Promouvoir l'utilisation des peuplements classés. - Inclure toutes les lignées évolutives de pin de Salzmann (au minima Massif Central et Pyrénées) dans les futurs tests de provenances de pin noir. |
| <i>Populus deltoides, nigra, trichocarpa, maximowiczii,</i> et leurs hybrides | Peupliers cultivés | <ul style="list-style-type: none"> - Homologuer de nouveaux cultivars. |
| <i>Populus nigra</i> | Peuplier noir | <ul style="list-style-type: none"> - Communiquer auprès des pépiniéristes et aménageurs dans le but de valoriser les 6 variétés mélange clonal Peuplier noir. |
| <i>Pseudotsuga menziesii</i> | Douglas | <ul style="list-style-type: none"> - Développer et proposer de nouvelles variétés adaptées au climat futur et, par la suite, à de nouvelles utilisations. |

| | | |
|--------------------------|-----------------|--|
| | | <ul style="list-style-type: none"> - Préciser les performances et conditions d'utilisation des variétés existantes. - Fédérer les instituts chargés du programme d'amélioration autour des objectifs de sélection communs. |
| <i>Quercus faginea</i> | Chêne faginé | <ul style="list-style-type: none"> - Créer des peuplements porte-graines. - Vulgariser les connaissances sur cette espèce. |
| <i>Quercus ilex</i> | Chêne vert | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier des peuplements sélectionnés - Restaurer la diversité génétique. - Mettre en place des formations et des placettes de démonstration. - Développer des nouvelles techniques de plantation. |
| <i>Quercus petraea</i> | Chêne sessile | <ul style="list-style-type: none"> - Mieux organiser les récoltes de graines. - Disposer d'un outil fiable de prédiction et d'évaluation des glandées. |
| <i>Quercus pubescens</i> | Chêne pubescent | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier de nouveaux peuplements sélectionnés - Mettre en place des placettes de démonstration. - Mettre en place des formations sur les chênes thermophiles. |
| <i>Quercus pyrenaica</i> | Chêne tauzin | <ul style="list-style-type: none"> - Identifier de nouveaux peuplements sélectionnés. - Valoriser l'espèce. |
| <i>Quercus robur</i> | Chêne pédonculé | <ul style="list-style-type: none"> - Réaliser des plantations, particulièrement dans le cadre de restaurations écologiques. - Développer des contrats de culture avec un grand soin apporté aux récoltes de glands (choix des semenciers, de la population). |
| <i>Quercus suber</i> | Chêne liège | <ul style="list-style-type: none"> - Créer des peuplements sélectionnés. - Mettre en valeur l'essence, dont la migration assistée. |
| <i>Sorbus domestica</i> | Cormier | <ul style="list-style-type: none"> - Évaluer la qualité de la production de graines du verger de Bellegrade. |
| <i>Thuja plicata</i> | Thuya géant | <ul style="list-style-type: none"> - Proposer une variété multiclonale et une liste de géniteurs pour un (petit) verger à graines de clones. |