



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

ADEME



AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE



CLÉS POUR AGIR

**S'adapter au changement climatique
dans la filière sylvicole :
un défi à relever avec les
Solutions d'adaptation fondées
sur la Nature (SafN)**

Publication : 2024

« Le contenu de cette publication relève de la seule responsabilité de l'ADEME et ne reflète pas nécessairement l'opinion de l'Union européenne ».

Citation de l'ouvrage : ADEME, OFB (2024).

S'adapter au changement climatique dans la filière sylvicole : un défi à relever avec les solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN). 68 pages

Coordination technique : François Boisieux, Miriam Buitrago, Léa Houpert et Aurélie Tailleur (ADEME), Eric Sevrin (CNPFF/ONF), Mathilde Loury (OFB)

Auteurs : ADEME ; OFB ; Langevin & Associés

Contributeurs : AXA Climate ; CNPF ; CNRS ; Fédération des Parcs naturels régionaux ; Fédération Nationale des Chasseurs ; Fibois Île-de-France ; FranceAgriMer ; Fransylva ; GIP ECOFOR ; INRAE ; Institut technologique FCBA ; Ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire ; Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires ; ONF ; Parc Naturel Régional Pyrénées Ariégeoises ; Réserves Naturelles de France ; Sylv'ACCTES ; UICN France



« Le projet ARTISAN a reçu un financement du programme LIFE de l'Union européenne ».



Brochure réf. 012332

ISBN 979-10-297-2230-1

EAN 9791029722301

Dépôt légal : © ADEME Editions, septembre 2024

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

SOMMAIRE

Résumé	4
La filière sylvicole et les enjeux de biodiversité en milieu forestier	9
Les pressions sur la biodiversité forestière : le changement climatique en première ligne	15
Les solutions d'adaptation fondées sur la nature (SafN) appliquées à la gestion des forêts	21
SafN : des solutions pour les forêts et la filière bois	22
Peuplement	24
Sol	31
Eau	34
Faune et flore	35
Méthodologie de la démarche d'adaptation : établir un diagnostic des impacts du changement climatique et mettre en oeuvre une gestion adaptative	40
Des retours d'expérience inspirants	45
1. Adaptation de la sylviculture au changement climatique	47
2. Restauration de la forêt après incendie labellisée bas-carbone	49
3. Projet Sylvicole Territorial® du Mont-Blanc	51
4. Forêt irrégulière école (FIE)	53
5. Projet LIFE FORECCAsT	55
6. Projet Sylvicole Territorial® des Chambaran	57
7. Programme LIFE « Tourbières du Jura » : Réhabilitation fonctionnelle des tourbières du massif du Jura franc-comtois	59
8. Restauration d'une ripisylve enrésinée dans le PNR de Millevaches	61
9. Réseau des Forêts en Évolution Naturelle (FRENE)	63
10. Gestion en libre évolution d'une vieille forêt à haut degré de naturalité	65
Pour aller plus loin	66
L'ADEME en bref	67

RÉSUMÉ

LES IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE, ANNONCÉS DANS LES DIFFÉRENTS RAPPORTS DU GIEC, CONJUGUÉS À L'ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ, ONT DÉJÀ DES CONSÉQUENCES IMPORTANTES SUR LE SECTEUR SYLVICOLE.

Certains symptômes, concernant le niveau de croissance, voire la survie des arbres et des peuplements forestiers, sont déjà visibles depuis quelques années et menacent la forêt et ses filières. Ces impacts, en lien avec la hausse continue des émissions de gaz à effet de serre, vont être amenés à se renforcer dans les années qui viennent.

L'ensemble des acteurs du secteur sylvicole doivent continuer à se mobiliser autour de la mise en place d'actions d'adaptation pour garantir la résilience des forêts. « *La résilience de la forêt est un enjeu à la fois environnemental, social et économique, qui vise à préserver les écosystèmes, la séquestration de carbone atmosphérique, la production de bois et les usages récréatifs de la forêt.* » (2^e Plan national d'adaptation au changement climatique, MTECT, 2018).

OBJECTIFS DE LA BROCHURE

- Cette brochure présente notamment plusieurs travaux et retours d'expérience sur l'adaptation face au changement climatique pour le secteur sylvicole.
- Elle présente le rôle des différentes composantes (peuplement, eau, sol, faune et flore) du milieu forestier et leurs contributions à la résilience du milieu forestier face à ce changement.
- Elle met en avant les synergies possibles entre adaptation et biodiversité à travers la mise en place de « Solutions d'adaptation fondées sur la Nature » (SafN).
- Elle entend apporter des clés méthodologiques et inspirer les acteurs pour développer les SafN dans la filière sylvicole.
- Elle vise à repositionner les liens entre sylviculture, atténuation, adaptation et SafN.
- La brochure ne traite pas des forêts d'Outre-mer.

Si la présente brochure, réalisée dans le cadre du projet Life Artisan, met en avant les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) au sens de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), il est important de préciser que d'autres modes de gestion et d'autres techniques sylvicoles existent et peuvent également contribuer à l'adaptation de la filière sylvicole au changement climatique.

SUMMARY

THE IMPACTS OF CLIMATE CHANGE, DESCRIBED IN VARIOUS IPCC REPORTS, COMBINED WITH THE EROSION OF BIODIVERSITY, ALREADY AFFECT THE FORESTRY SECTOR SIGNIFICANTLY.

Some symptoms, concerning the level of growth, or even the survival of trees and forest stands, have been visible for several years and are threatening the forest and its silvicultural sectors. These impacts, linked to the constant rise in greenhouse gases, are set to intensify over the coming years.

All players within the silvicultural sector must continue to mobilise around the implementation of adaptation actions to ensure the resilience of the forests. *"Forest resilience is an environmental, social and economic issue, which seeks to preserve ecosystems, atmospheric carbon sequestration, the production of wood and the recreational use of the forest."* (2nd National Plan for Adaptation to Climate Change, MTECT, 2018).

BROCHURE AIMS

- This brochure presents different studies and learnings on adapting to climate change for the silvicultural sector.
- It presents the role of the different components (stand, water, soil, fauna and flora) of the forest environment and their contributions to the resilience of the forest in the face of this change.
- It highlights the possible synergies between adaptation and biodiversity through the implementation of "nature-based solutions".
- It seeks to provide methodological guidelines and inspire players to develop nature-based adaptation solutions in the silvicultural sector.
- It aims to realign the relationships between silviculture, attenuation, adaptation and nature-based solutions.
- The brochure does not cover forests in French overseas regions.

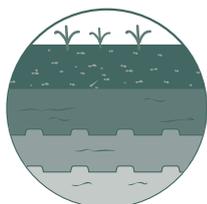
Although this brochure, created as part of the "Life Artisan" project, places the focus on Nature-based Solutions for Adaptation as defined by the International Union for Conservation of Nature (IUCN), we should point out that other management methods and silvicultural techniques exist that can also help the forestry sector adapt to climate change.

PICTOGRAMMES UTILISÉS DANS CETTE BROCHURE

Domaines d'application des leviers d'actions SafN



Peuplement



Sol



Eau

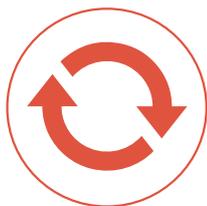


Faune et flore

Peuplement - Temporalité d'intervention



Tout au long
de la vie
du peuplement



En phase
de renouvellement



En cas
d'évènements
extrêmes

PRÉAMBULE

Le projet Life intégré ARTISAN (Accroître la Résilience des Territoires au changement climatique par l'Incitation aux Solutions d'Adaptation fondées sur la Nature) est financé par le Programme LIFE de l'Union européenne, le ministère de la Transition écologique (MTE) et le ministère de la Cohésion des territoires et des Relations avec les collectivités territoriales (MCT) et piloté par l'Office français de la biodiversité (OFB).

Ce projet participe à la mise en œuvre du deuxième Plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC-2) et du Plan biodiversité de la France. Doté d'un budget total de 16,7 millions d'euros sur une durée de 8 ans (2020-2027), il s'appuie sur 27 bénéficiaires associés, dont l'OFB.

L'originalité du projet Life intégré ARTISAN est de placer les Solutions fondées sur la Nature (SfN) au centre de ses actions pour répondre aux enjeux de l'adaptation au changement climatique des territoires français. L'ensemble des bénéficiaires associés du projet et partenaires qui le soutiennent est convaincu de l'intérêt d'utiliser ce concept et ses actions associées qui permettent :

- de **décloisonner les enjeux liés à la biodiversité et au changement climatique**
- de **mobiliser de nouveaux acteurs traditionnellement pas ou peu présents dans les secteurs d'activité liés au climat et à la biodiversité**

- de **mobiliser des financements traditionnellement alloués aux solutions dites « grises »**
- de **travailler dans un cadre méthodologique détaillé (cf. Standard mondial de l'UICN sur les SfN).**

C'est pourquoi le projet Life intégré ARTISAN a pour objectif de favoriser la mise en œuvre de ces solutions sur l'ensemble du territoire. Pour cela, il peut s'appuyer sur plusieurs dispositifs mis en œuvre à travers plus de 100 actions aux échelles locale, régionale, nationale et européenne :

- **le Programme Démonstrateur qui regroupe 10 sites pilotes au niveau local,**
- **l'animation de 14 réseaux régionaux,**
- **l'animation du réseau national ARTISAN,**
- **la création et mise à disposition de ressources,**
- **l'analyse des freins et la mise en place des leviers pour la démultiplication des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) sur le territoire français (accompagnement de certaines filières et acteurs économiques dans leur démarche d'adaptation, mobilisation des financements, formations, etc.).**

QU'EST-CE QU'UNE SOLUTION D'ADAPTATION FONDÉE SUR LA NATURE (SafN) ?

Les SafN sont des actions qui visent à favoriser la conservation de la biodiversité et la fourniture de services écosystémiques ciblés sur les impacts du changement climatique, permettant à nos sociétés d'être plus résilientes face à ces enjeux.

Plus précisément, les SafN correspondent aux « actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement [le défi de l'adaptation au changement climatique] de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité ».

Cette notion de SafN renvoie à la réalisation d'actions concrètes de restauration, de gestion ou de protection des milieux dans le cadre d'une approche écosystémique globale. Une telle approche se doit d'englober les enjeux écologiques, sociétaux, politiques, économiques et culturels, et ce, à toutes les échelles : de l'individu au collectif, du local au national, de la sphère publique ou privée.

Site du Projet Life ARTISAN : <https://ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan>

Site du Comité français de l'UICN : <https://uicn.fr/solutions-fondees-sur-la-nature/>

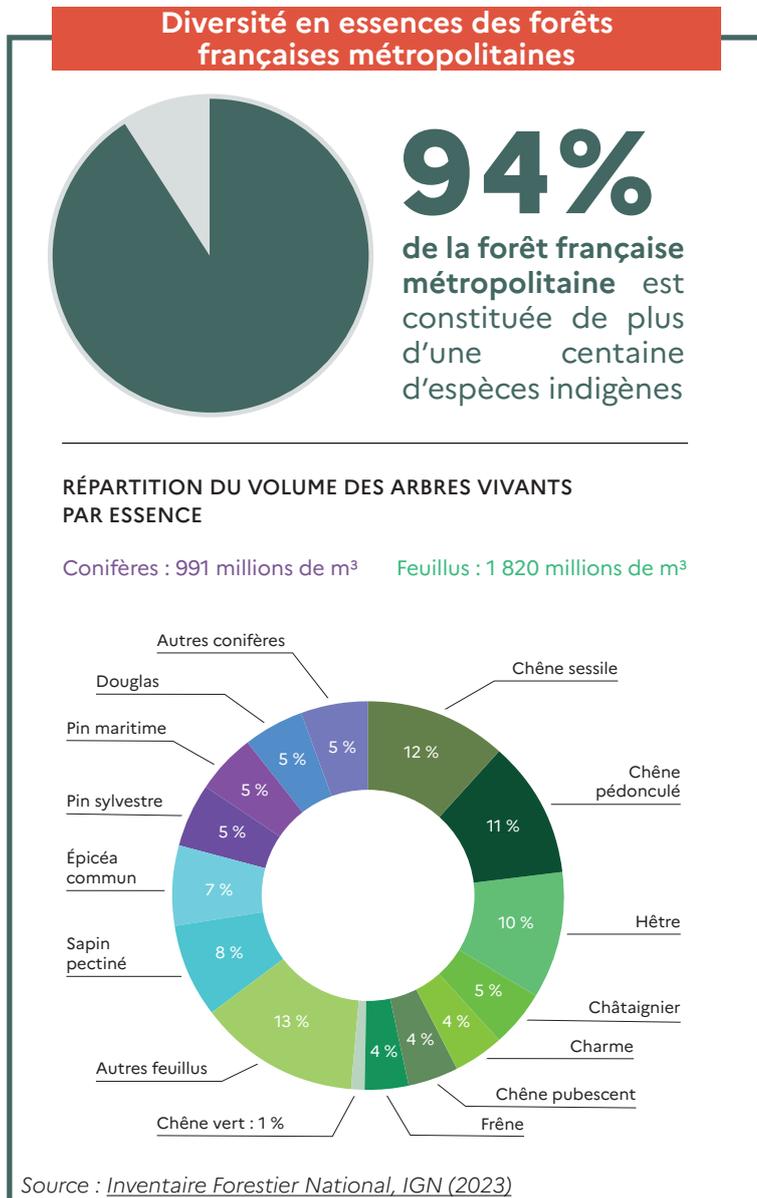
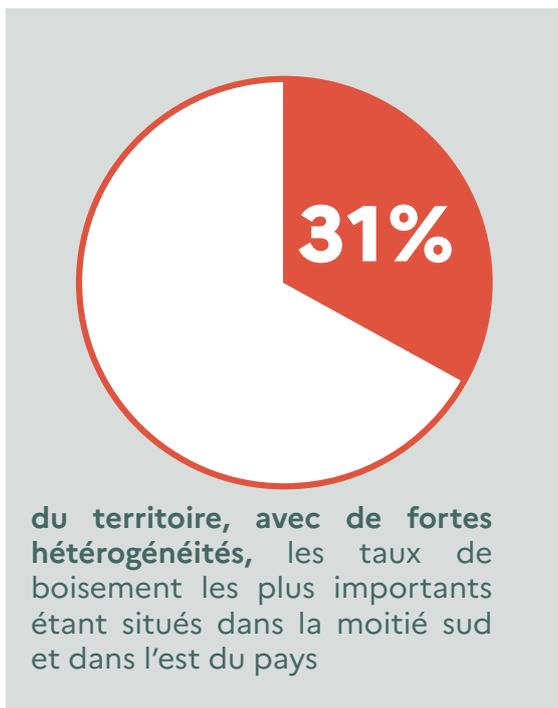
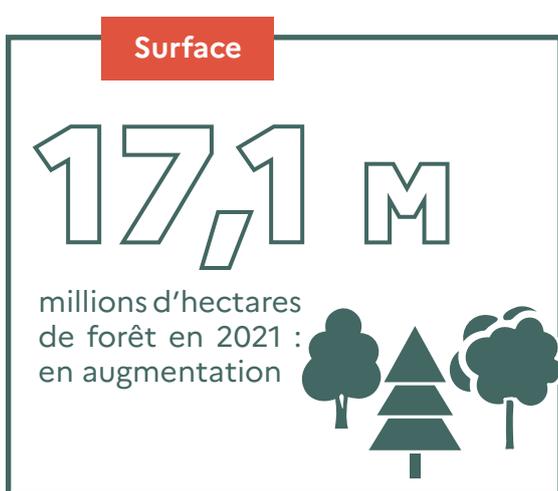


Crédit photo : © J.-J. Bouteaux, ONF

LA FILIÈRE SYLVICOLE ET LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ EN MILIEU FORESTIER

LA FORÊT FRANÇAISE EST À UN QUART PUBLIQUE ET AUX TROIS QUARTS PRIVÉE. ELLE EST PRINCIPALEMENT COMPOSÉE D'ESPÈCES INDIGÈNES : DES FEUILLUS POUR LA PLUPART, AVEC UNE PRÉPONDÉRANCE DES CHÊNES, ET DES CONIFÈRES. LA GESTION DURABLE DES FORÊTS MÉTROPOLITAINES CHERCHE À CONCILIER PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ, PRÉVENTION DES RISQUES NATURELS, PRODUCTION DE BOIS ET ACCUEIL DU PUBLIC.

LES CHIFFRES CLÉS DU SECTEUR SYLVICOLE EN FRANCE MÉTROPOLITAINE

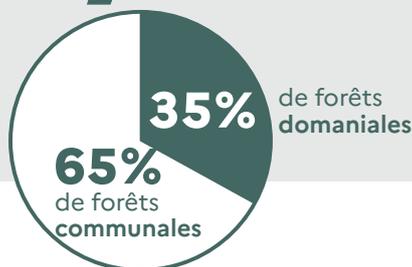


Propriétaires forestiers



ACTEURS PUBLICS DE LA FORÊT

4,3M d'hectares



PROPRIÉTAIRES PRIVÉS



12,8M d'hectares

31% des forêts privées ont un **Plan Simple de Gestion (PSG)**, obligatoire à partir de 20 ha

3,5 millions de propriétaires, dont **2,2 millions** possédant moins d'1 ha (morcellement de la forêt privée) et **11 000** propriétaires de plus de 100 ha

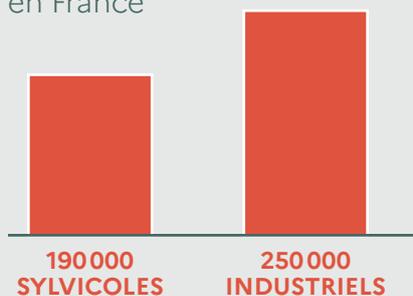
Gestion forestière

93%

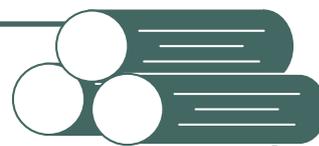
de la forêt métropolitaine est à **vocation de production** (15,9 millions d'hectares, le reste étant principalement constitué de forêts inaccessibles)

440 000

emplois dans la **filière forêt-bois** en France



87,8M



de **m³ (Mm³)** par an de production biologique « brute » (hors mortalité), dont :

44%

38,9 Mm³/an de bois commercialisé

8,5 Mm³/an pour le **bois-énergie**

10,4 Mm³/an pour **l'industrie** (fabrication de panneaux et de pâte à papier)

20 Mm³/an pour le **bois d'œuvre**

17%

14,5 Mm³/an de bois correspondant à **l'autoconsommation des ménages** (bois-énergie)

Mortalité annuelle moyenne :

11,4M

de **m³** (+ 54% par rapport à la période 2005-2013)

Protection des forêts

8

**parcs nationaux
en métropole**

protection renforcée de 4% de forêts de cœur de parcs nationaux métropolitains, via un régime spécifique réglementant l'exploitation forestière



56

parcs naturels régionaux
sur 9,5 millions d'ha

126

réserves biologiques sur 54 000 ha en métropole

Tourisme

- La forêt est le **2^e espace naturel privilégié des Français pour leurs loisirs**
- L'office national des forêts (ONF) a mis en place **30 000 km de sentiers aménagés, dont 18 000 km de sentiers de randonnée pédestre ; le reste étant composé de pistes cyclables ou cavalières**

Sources : *Inventaire Forestier National, IGN (2022), « Les forêts en France, indicateurs de gestion durable », IGN (2022), Forêts et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique, ADEME (2021), La structuration de la filière forêt-bois, ses performances économiques et environnementales, Cours des Comptes (2020)*

Les forêts abritent une grande diversité d'espèces, appartenant à tous les groupes taxonomiques, dont certaines sont inféodées au milieu forestier. Ainsi, 60% des mammifères, 42% des oiseaux, 32% des amphibiens, 28% des insectes ou encore 64% des plantes vasculaires de France métropolitaine sont des espèces fréquemment présentes en forêt (Panorama des services écologiques fournis par les milieux naturels en France, UICN, 2013). Au regard de cet enjeu de préservation de la biodiversité, 23% des forêts métropolitaines bénéficient d'un statut explicite de protection (sites Natura 2000 pour la majorité des surfaces).

En France métropolitaine, les forêts présentent globalement un bon niveau de naturalité, avec 87% de forêts à caractère semi-naturel, c'est-à-dire composées d'essences autochtones et régénérées naturellement. On constate également

un maintien ou une amélioration de facteurs contribuant à la biodiversité forestière, tels que la présence de très gros arbres et de bois morts (les 2/3 des espèces vivant en forêt étant liées aux vieux et gros bois vivants et morts), ou la faible fragmentation des massifs. Plus de la moitié de la forêt française appartient à des massifs continus de plus de 100 000 ha.

Si l'on s'intéresse à la richesse locale en essences forestières, 25% des forêts privées et 16% des forêts publiques abritent plus de 7 essences forestières, et peuvent ainsi être considérées comme « très riches » : la moyenne française se situe autour de 6 essences différentes, avec une richesse plus importante pour les peuplements de feuillus. Cette richesse locale en essences est par ailleurs en augmentation.

Les écosystèmes forestiers français, comme l'ensemble des écosystèmes mondiaux, subissent néanmoins une érosion de leur biodiversité. Ainsi, un certain nombre d'espèces liées à ces écosystèmes forestiers sont aujourd'hui menacées.



PART DES ESPÈCES DU MILIEU FORESTIER EN FRANCE METROPOLITAINE RECONNUES COMME MENACÉES

- 59% des végétaux vasculaires (plantes à tige, feuilles et racines qui puisent l'eau pour la faire circuler dans tous les vaisseaux du végétal)
- 17% des oiseaux
- 12% des invertébrés
- 7% des mammifères.

Source : [Les écosystèmes forestiers, EFESE \(2018\)](#)

De même, certains habitats forestiers, en particulier dans les forêts liées aux milieux aquatiques, tels que les forêts alluviales et les tourbières, sont dans un mauvais état de conservation (Sources : [Les écosystèmes forestiers français, EFESE, 2018](#) ; [Indicateurs de gestion durable des forêts, IGN, 2020](#)).

Le maintien de la biodiversité forestière est essentiel pour que l'écosystème puisse continuer à jouer son rôle en matière de fourniture de services écosystémiques, et ce, de façon pérenne dans un contexte de changements globaux.



SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES RENDUS PAR LES FORETS

Le concept de « services écosystémiques » désigne les bénéfices que les sociétés humaines tirent des processus naturels sous-jacents au fonctionnement des écosystèmes. On distingue différents services rendus par les écosystèmes forestiers :

- **approvisionnement** : nourriture (fruits, champignons, gibier...), fibres, bois, gemme, liège, ressources génétiques...
- **régulation et support** : régulation du climat global et local (stockage du carbone), protection contre les aléas (crues, avalanches, glissements de terrain, chutes de blocs...), épuration des eaux et des sols, préservation des sols contre l'érosion, contrôle des flux d'espèces pollinisatrices / auxiliaires / pathogènes, réservoir de biodiversité, formation des sols, recyclage des nutriments, production de biomasse, etc.
- **culturels** : aspects récréatifs, esthétiques, éducatifs.

Sources : [Adaptation au changement climatique en Occitanie, DREAL Occitanie et CEREMA, \(2021\)](#) ; [L'introduction d'essences exotiques en forêt, Société Botanique de France, \(2021\)](#) ; [Les écosystèmes forestiers, EFESE, \(2018\)](#)



Crédit photo : © congerdesign

LES PRESSIONS SUR LA BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE : LE CHANGEMENT CLIMATIQUE EN PREMIÈRE LIGNE



LES FACTEURS D'ÉROSION DE LA BIODIVERSITÉ AU NIVEAU MONDIAL

Au niveau mondial, les facteurs principaux d'érosion de la biodiversité sont, par ordre d'importance :

- la destruction des habitats
- la surexploitation des ressources naturelles
- le changement climatique
- la pollution des eaux, de l'air et des sols
- les espèces exotiques envahissantes.

L'une des principales pressions sur la biodiversité forestière en France métropolitaine est le changement climatique (Les écosystèmes forestiers, EFESE, 2018). Il se traduit par la hausse moyenne des températures, l'évolution du régime des précipitations ou encore la fréquence accrue des événements extrêmes (sécheresses, canicules, tempêtes...).

De manière globale, le changement climatique modifie en profondeur et menace les cycles de vie des êtres vivants. Les aires de répartition géographique des espèces sauvages animales et végétales se déplacent. Ce déplacement peut être plus rapide que la capacité de migration des populations elles-mêmes, phénomène d'autant plus marqué pour les espèces végétales qui migrent moins vite que les espèces animales. La phénologie évolue, ce qui modifie les cycles biologiques et peut avoir des répercussions importantes, en induisant une désynchronisation des cycles entre une plante et son pollinisateur, au sein des chaînes trophiques.

LES PRINCIPAUX IMPACTS SUR LES FORÊTS FRANÇAISES SONT LES SUIVANTS :

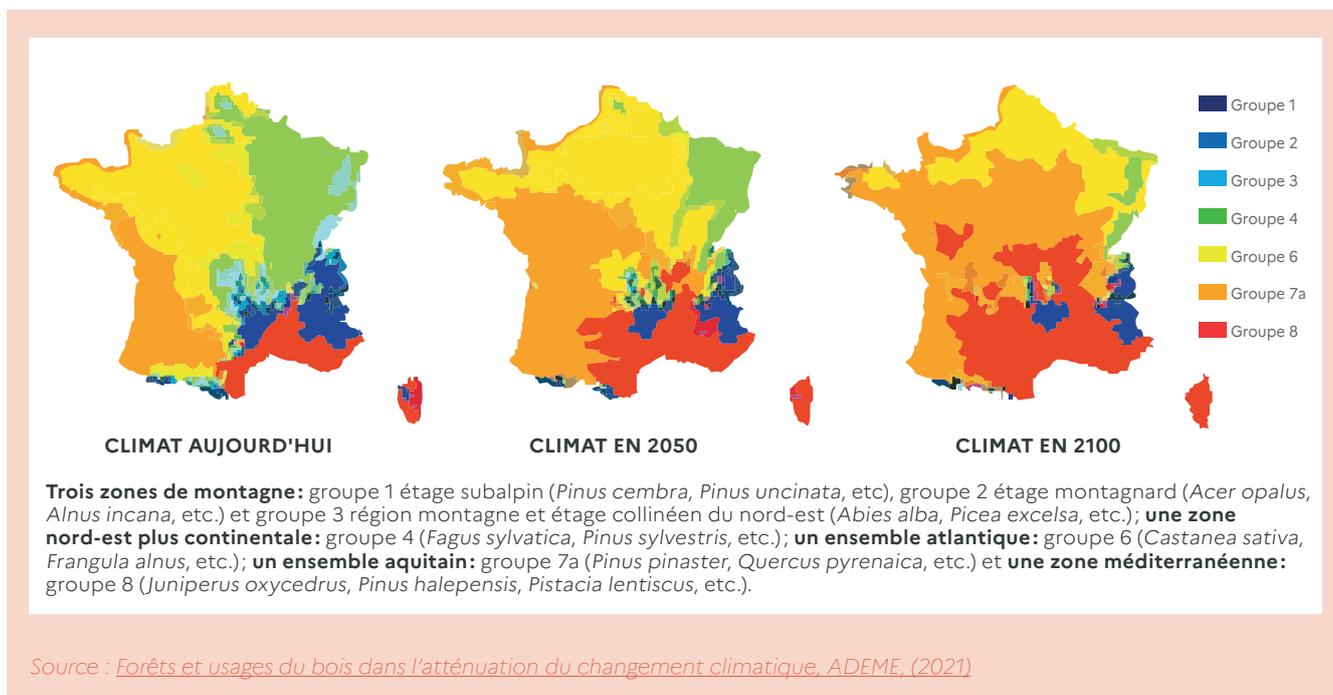
- **Un déplacement des espèces vers de plus hautes latitudes et/ou altitudes**, entraînant une « méditerranéisation » progressive des forêts.



SCÉNARIO A L'HORIZON 2050 POUR LES PRINCIPALES ESSENCES FRANÇAISES

- Perte possible d'un tiers de l'aire actuelle des chênes sessiles et pédonculés (premières essences de la forêt métropolitaine)
- Disparition possible des deux tiers de l'aire actuelle de l'hêtre, avec un repli vers les massifs montagneux et le nord-est de la France
- Recul de l'ordre de 60% du sapin (essence montagnarde), depuis ses marges méridionales et à basse ou moyenne altitude, vers le nord et les zones de plus haute altitude
- Repli de l'épicéa vers l'étage subalpin (pour n'occuper plus qu'un 1/10^e de sa surface actuelle), avec augmentation du risque de ravageurs (scolytes)
- Extension de l'aire actuelle du pin maritime et de bien d'autres essences plus résilientes vers la moitié nord de la France, augmentation de sa productivité potentielle, moyennant les aléas de la ressource en eau.

Source : Les forêts françaises. Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique, (2019)



- **un allongement de la saison de végétation**, avec un débourrement plus précoce (2 à 3 j / décennie), et un jaunissement des feuilles ou une sénescence plus tardifs (2 à 3 j / décennie) au cours des dernières décennies. Combiné aux modifications des régimes hydrique et thermique, à l'augmentation de la concentration atmosphérique en CO₂, et aux dépôts azotés, cela s'est traduit par une tendance à la hausse de la productivité des forêts. On observe cependant un net ralentissement de cette tendance depuis quelques années, du fait des fortes chaleurs estivales qui induisent des phénomènes de défense des arbres (fermeture des stomates, ralentissement de la photosynthèse, pertes foliaires...) et donc un ralentissement de la croissance ; et des dépérissements en augmentation
- **une perturbation de la levée de dormance des graines et des bourgeons**, liée à des hivers plus doux et humides. Ces hivers doux pourraient ne plus permettre le phénomène de levée de dormance des graines, impactant ainsi la régénération naturelle. Les bourgeons seraient quant à eux plus sensibles aux risques de gelées précoces ou tardives
- **un stress hydrique estival accru**, entraînant un ralentissement de la croissance, voire le dépérissement plus ou moins prononcé des arbres les plus fragiles
- **une augmentation des dommages liés aux incendies** (24 200 ha détruits / an entre 1980 et 2018 ; près de 72 000 ha détruits en 2022) **et aux tempêtes**
- **une vulnérabilité accrue des peuplements** (déjà affaiblis par ailleurs) **aux ravageurs** (insectes comme les scolytes, acariens, nématodes, champignons pathogènes...), causant le dépérissement d'arbres et le déclassement du bois. Les populations et les aires de répartition de certains ravageurs, comme par exemple la chenille processionnaire du pin, augmentent également sous l'effet du changement climatique
- **et, in fine, une surmortalité d'essences clés**, qui désorganise la filière, du fait des pertes sèches et de l'afflux de bois sur le marché ne correspondant pas toujours à son besoin (épicéa par exemple).



LA PROLIFÉRATION DES SCOLYTES (SCOLYTINAE)

Les scolytes constituent une large famille de coléoptères. La plupart sont spécifiques d'une essence en particulier.

Le typographe est le scolyte qui commet les plus gros dégâts dans les forêts d'épicéas. Il s'attaque aux arbres blessés ou déshydratés et est responsable de leur dépérissement. Les épisodes de sécheresse favorisent leur développement. La lutte contre leur prolifération implique de récolter les bois sans tarder, engorgeant le marché.

Le scolyte de l'orme participe quant à lui à la dissémination des spores de l'ascomycète *Ophiostoma novo-ulmi*, champignon qui croît dans les galeries creusées par les coléoptères et qui provoque la graphiose de l'orme.

Sources : *Principaux parasites des essences forestières*, CNPF (2018), *L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change*, ONERC (2015)

LES AUTRES PRESSIONS SUR LA BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE

Si la disparition des habitats est le principal facteur d'érosion de la biodiversité au niveau mondial, la situation est différente dans les écosystèmes forestiers métropolitains. La superficie forestière est en effet en croissance : elle a plus que doublé depuis les années 1820, et croît environ de 81 000 ha / an (moyenne sur la période 1985-2020), principalement sous l'effet de la déprise agricole. Néanmoins, des défrichements continuent à avoir lieu au profit de projets d'infrastructures et d'urbanisation.

Quand elle est trop importante, la pression des grands ongulés (cerfs, chevreuils, sangliers...) peut constituer un facteur important de dégradation des habitats forestiers, en freinant le renouvellement des écosystèmes forestiers, et en en modifiant la composition et la structure.



LA NÉCESSITÉ DE TENDRE VERS UN ÉQUILIBRE SYLVO-CYNÉGÉTIQUE

Actuellement, en l'absence de grands prédateurs répartis sur tout le territoire et d'une régulation suffisante, la surpopulation de grands ongulés observée sur l'ensemble du territoire national fragilise l'écosystème. Son impact sur les écosystèmes et la filière nécessite d'être encore davantage étudié, mais il semble y avoir consensus sur le fait qu'elle conduit à la destruction de certains cortèges d'espèces végétales de l'étage herbacé et arbustif, à une réduction de la diversité des espèces ligneuses et semi-ligneuses sous l'effet d'une pression sélective, et à la dégradation des habitats pour de nombreuses espèces animales, dont les oiseaux nicheurs. Elle peut occasionner une inversion de flore. Outre ces impacts sur la biodiversité, l'abrutissement freine le renouvellement forestier et nécessite la protection des semis et des plants. Cela entraîne un surcoût d'environ 60%, et une possible dépréciation des bois à cause des frottis et de l'écorçage, ainsi qu'une perte de matière première pour la filière sylvicole.

Il est cependant nécessaire de prendre en compte le rôle des ongulés dans la fourniture de services écosystémiques. Ils peuvent par exemple jouer un rôle sur des services de régulation, en réduisant le risque d'incendie, ou encore en contribuant aux dynamiques de la mosaïque paysagère et de la biodiversité associée.

L'enjeu est de trouver un équilibre sylvo-cynégétique, demandé depuis longtemps par les forestiers, consistant à rendre compatibles la présence durable d'une faune sauvage riche et variée avec la pérennité et la rentabilité économique des activités sylvicoles (article L425-4 du code de l'environnement), ainsi qu'avec la biodiversité végétale et animale dans les différentes strates forestières.

Sources : « *Cerfs, chevreuils, sangliers... Trop d'ongulés nuit aux forêts* », ONF (2023) ; *Les ongulés sauvages en France métropolitaine : fonctions écologiques, services écosystémiques et contraintes pour la société*, THEMA, 2023

Les pollutions (acidification des sols, augmentation de la concentration atmosphérique en ozone, eutrophisation, augmentation des teneurs en métaux lourds) impactent également la biodiversité forestière ; ces pressions semblent être en diminution, excepté la pollution liée à l'ozone.

Enfin, la présence d'espèces exotiques envahissantes, une gestion parfois inadaptée (modes d'exploitation à fort impact par exemple), ou des situations de surfréquentation sont d'autres causes de pression, qui restent relativement limitées mais nécessitent la vigilance des gestionnaires forestiers.



LES ESPECES EXOTIQUES ENVAHISSANTES

Une espèce exotique envahissante est une espèce introduite par l'être humain en dehors de son aire de répartition naturelle (volontairement ou fortuitement), et dont l'implantation et la propagation menacent les écosystèmes, les habitats ou les espèces indigènes, avec des conséquences écologiques, et/ou économiques, et/ou sanitaires négatives (Espèces exotiques envahissantes, 2022).

10% des espèces exotiques sont considérées comme envahissantes (Société botanique de France, 2021). En forêt, on peut citer le cerisier tardif ou le raisin d'Amérique.

Le phénomène, qui s'étend du fait de l'accélération des échanges mondiaux, est souvent le résultat d'introductions hors forêt, et pourrait également être accentué par les déséquilibres créés par le changement climatique (EFESE, 2018).

Sources : L'introduction d'essences exotiques en forêt, Société Botanique de France (2021), Les écosystèmes forestiers, EFESE (2018)

Dans un contexte d'accentuation des pressions sur la forêt sous l'effet du changement climatique, et au regard des services rendus par les écosystèmes forestiers, la résilience de la forêt est un enjeu à la fois environnemental, économique et social.

Il y a ainsi un fort enjeu pour le secteur sylvicole à préserver la biodiversité forestière, pour sa contribution à l'adaptation des forêts en tant que telles, et plus largement des sociétés humaines. La mise en œuvre de « Solutions d'adaptation fondées sur la Nature » (SafN) peut permettre de renforcer ce rôle.



Crédit photo : © J.-J. Bouteaux, ONF

LES SOLUTIONS D'ADAPTATION FONDÉES SUR LA NATURE (SafN) APPLIQUÉES À LA GESTION DES FORÊTS

SafN : des solutions pour les forêts et la filière bois



© UICN

Les Solutions fondées sur la Nature pour le secteur forestier peuvent être difficiles à identifier. En effet, la simple présence d'une forêt, indépendamment de son mode de gestion, peut être considérée comme une SfN, par les services qu'elle rend à la société. De même, la biodiversité étant l'un des piliers de la gestion forestière durable, on pourrait donc considérer que la gestion durable des forêts est en elle-même une SfN.

Les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) répondent au défi sociétal de l'adaptation au changement climatique. Si les forêts contribuent

« Les Solutions fondées sur la Nature sont définies comme les actions visant à protéger, gérer de manière durable et restaurer des écosystèmes naturels ou modifiés pour relever directement les défis de société de manière efficace et adaptative, tout en assurant le bien-être humain et en produisant des bénéfices pour la biodiversité » (Union internationale pour la conservation de la nature - UICN).

Pour compléter et préciser cette définition des Solutions fondées sur la Nature (SfN), un standard international a été produit en 2020 par l'UICN. Il s'appuie sur 8 critères et 28 indicateurs, et vise à accompagner la mise en œuvre de SfN pertinentes et efficaces.

à l'adaptation au changement climatique de la société dans son ensemble, la présente brochure se concentre sur les SafN favorisant la résilience du secteur sylvicole en lui-même.

On peut donc définir les SafN comme les pratiques qui, en étant favorables à la biodiversité, permettent d'améliorer la résilience du secteur sylvicole. Les SafN peuvent couvrir les pratiques présentées ci-après.

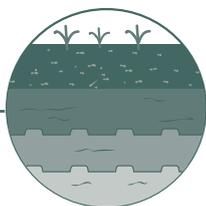
LES BONNES PRATIQUES COUVERTES PAR LES SafN POUR AMELIORER L'ETAT DE LA BIODIVERSITE ET LA RESILIENCE DE LA FORÊT



Selon les peuplements en place

ENCOURAGER

- la valorisation du potentiel génétique et les processus de sélection naturelle
- la diversité des essences
- la diversité des structures
- le maintien d'un microclimat forestier



Pour les sols

FAVORISER

- la préservation des propriétés physico-chimiques des sols forestiers
- la préservation du fonctionnement biologique des sols forestiers



Pour l'eau

PRÉSERVER

- les milieux humides et les cours d'eau



Pour la faune et la flore

CONSERVER

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- la continuité entre les espaces naturels et les peuplements



Peuplement

Temporalité d'intervention



Tout au long
de la vie
du peuplement



En phase
de renouvellement



En cas
d'évènements
extrêmes

OBJECTIF FINAUX

- Tendre vers une diversité génétique, en valorisant le potentiel génétique et les processus de sélection naturelle (régénération naturelle)
- Favoriser et renforcer la diversité des essences (possibilité d'enrichissement avec des espèces adaptées)
- Diversifier les structures au sein du massif ou de la propriété forestière
- Mettre en place des méthodes de renouvellement permettant de maintenir un microclimat forestier

RÔLE DE LA DIVERSITE DES PEUPEMENTS DANS LA RESILIENCE DES FORÊTS

La diversité biologique, qu'elle soit génétique, spécifique ou écosystémique, est un élément essentiel pour l'adaptation des écosystèmes forestiers au changement climatique.

La diversité génétique sous-tend la capacité d'adaptation intrinsèque des populations d'espèces forestières aux changements de leur environnement. En ce qui concerne la diversité spécifique, plus elle est importante, plus il y a de chances que certaines espèces résistent aux perturbations. Les peuplements composés d'une diversité d'espèces sont ainsi plus résilients face aux aléas que les peuplements monospécifiques. De même, la présence et la diversité de la banque de graines du sol est gage de résilience en cas de dépérissement ou de perturbation. La diversification des essences contribue également au brouillage de l'appétence pour le gibier, et limite ainsi les impacts des grands ongulés sur la régénération naturelle.

Les différents modes de traitement sylvicole influent également sur la biodiversité hébergée ; les diversifier permet là encore d'augmenter la résilience des forêts françaises.

L'un des enjeux importants pour l'adaptation des peuplements est de favoriser la croissance des jeunes pousses, lesquelles sont plus sensibles aux périodes de sécheresse. Parmi les options possibles, un traitement irrégulier présente l'avantage de maintenir un microclimat forestier favorable à la régénération naturelle.

Le mélange des essences associé à la diversité des dimensions crée également une meilleure stabilité face aux risques climatiques. En montagne, le maintien d'un couvert forestier continu permet de stabiliser les sols et de protéger les biens et les infrastructures contre les glissements de terrain, les chutes de blocs, et les avalanches. La structure irrégulière offre également l'intérêt de faciliter la restauration de l'état forestier après un aléa, grâce à la présence d'une strate basse, souvent moins affectée par les dégâts que l'étage principal.

La diversité d'espèces et de structures répond également aux attentes sociétales en matière de préservation des paysages et contribue au développement de l'attractivité des territoires.

Si ces grandes orientations peuvent être généralisées (diversité génétique, diversité des essences et diversité de structures), il n'existe pas de solution unique.

Plusieurs approches sont ainsi favorables à ces orientations : elles vont des forêts mosaïques (à l'échelle de massifs ou de sous-massifs) à la sylviculture mélangée à couvert continu (à l'échelle de la parcelle), en passant par plusieurs approches intermédiaires.

Afin d'agir au mieux, il est en tout cas nécessaire de prendre en compte la vulnérabilité du peuplement, les enjeux locaux (économiques, sociaux, biophysiques...) et les attentes du propriétaire.

Par ailleurs, l'enjeu préalable commun, quelle que soit l'approche, réside dans la prise en compte de l'équilibre sylvo-cynégétique.

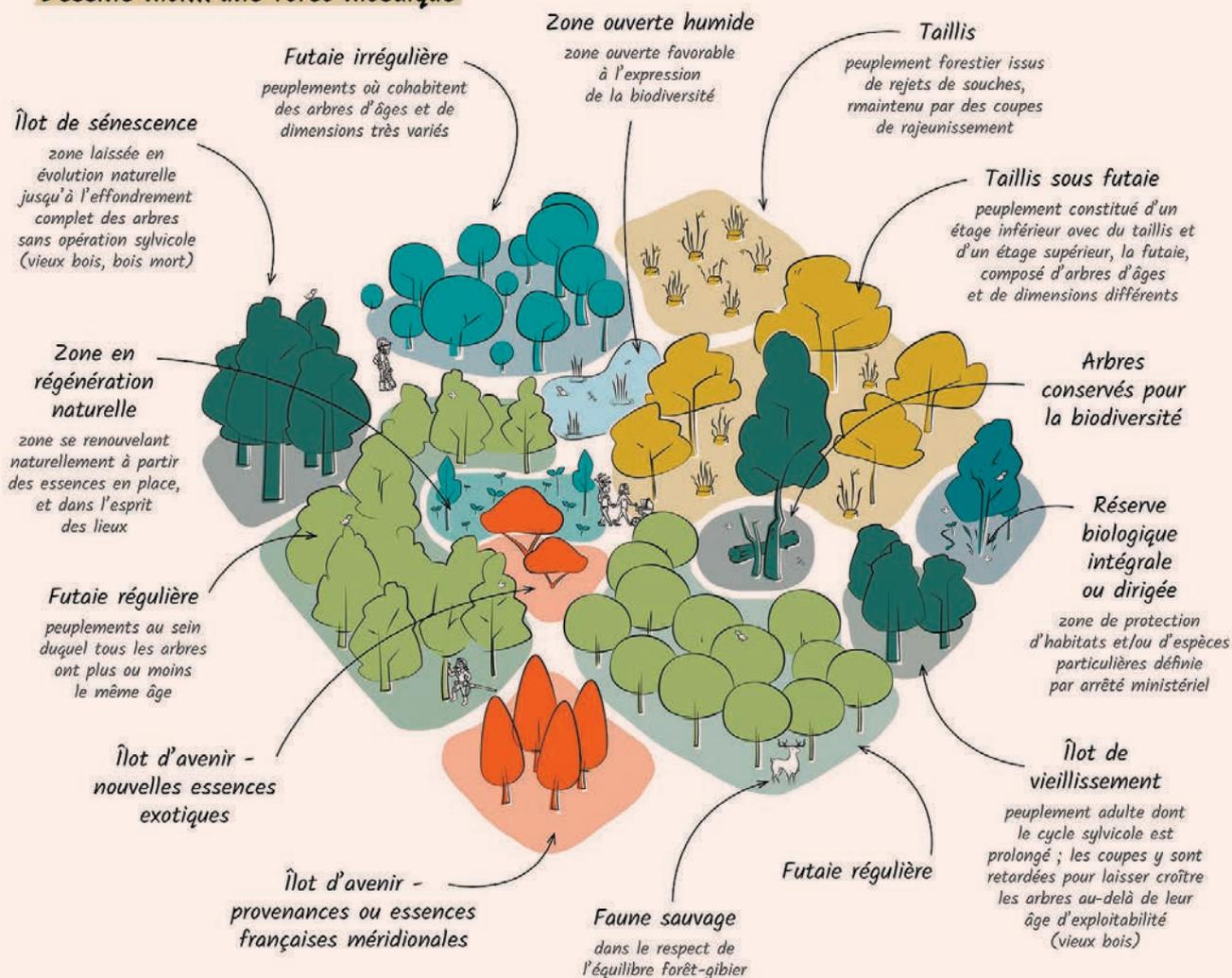


LA FORÊT MOSAÏQUE

La forêt mosaïque est un concept qui consiste à juxtaposer des zones conduites selon des modes de gestion diversifiés, tout en optimisant le rôle paysager et d'accueil de ces espaces (stratégie nationale d'adaptation des forêts au changement climatique (AFCC) de l'ONF). Elle joue sur différents modes de gestion en fonction des peuplements : futaie régulière d'adaptation des forêts au changement climatique plein ou par parquet (sur un espace réduit), futaie irrégulière, non-gestion...

Source : [La "forêt mosaïque", une nouvelle sylviculture face au changement climatique, ONF \(2022\)](#)

Dessine moi... une forêt mosaïque





LA SYLVICULTURE MÉLANGÉE À COUVERT CONTINU

La sylviculture mélangée à couvert continu est un mode de traitement qui consiste à accompagner les dynamiques naturelles, maintenir une couverture forestière permanente, et pratiquer des interventions fréquentes et légères par des coupes jardinatoires. L'objectif est de tendre vers des peuplements hétérogènes en structure, âges et dimensions, et constitués d'essences diversifiées, permettant d'obtenir une production continue de qualité, tout en favorisant le fonctionnement naturel de l'écosystème.

Un exemple de Sylviculture Mélangée à Couvert Continu (SMCC) : découvrez les travaux de l'Unité territoriale d'Auberive de l'Office National des Forêts, lauréat 2024 des Trophées de l'adaptation au changement climatique ARTISAN : <https://www.trophees-adaptation-life-artisan.com/2e-edition-nationale/>

Source : *Référentiel SMCC : Objectifs et principes de la sylviculture mélangée à couvert continu, ASKAFOR (2022)*

PISTES D'ACTION

1. CAS DES PEUPELEMENTS OÙ LES ESSENCES EN PLACE SONT ADAPTÉES À LA STATION ET AUX ÉVOLUTIONS DU CLIMAT FUTUR



TOUT AU LONG DE LA VIE DU PEUPELEMENT

→ Privilégier la régénération naturelle des essences autochtones adaptées à la station :

- En conservant des semenciers, et en réalisant des dégagements à leur profit
- La régénération naturelle est réalisée sous couvert (pour les essences d'ombre), par bouquet (pour les essences de lumière), par parquet ou par parcelle afin de conserver le microclimat forestier

→ Maintenir la diversité déjà présente et favoriser la diversification, en :

- Conservant les arbres des différentes essences déjà présentes
- Effectuant des travaux de dégagement pour maintenir et favoriser la diversité dans la régénération naturelle
- Réalisant des enrichissements avec des essences autochtones adaptées à la station, lorsque la régénération naturelle n'est pas suffisante ou peu diversifiée
- Introduisant des essences ou provenances allochtones, si aucune essence autochtone n'est adaptée à la station et au climat futur, à condition qu'elles ne représentent pas un danger pour les écosystèmes (cas des espèces exotiques envahissantes).

→ Privilégier les interventions qui favorisent la fonctionnalité des écosystèmes

- Eclaircie ciblée, dépressage (suppression de jeunes sujets dans un peuplement très dense issu de semis pour favoriser la croissance des autres arbres), plantation ou enrichissement par plateau (petit espace où sont installés ensemble quelques jeunes plants d'arbre), travaux localisés
- Ouverture de cloisonnements d'exploitation et sylvicoles
- Conservation des rémanents et du bois mort sur la parcelle

→ **Diversifier les structures et les modes de gestion**, a minima à l'échelle de massifs et de sous-massifs, avec de petites surfaces de forêts laissées en libre évolution ou en vieillissement suivi.



LES COUPES RASES

Une coupe rase est une « coupe qui retire en une fois la quasi-totalité des arbres du peuplement et laisse le sol majoritairement nu (dépourvu de végétation herbacée ou ligneuse de plus de 50 cm de haut environ) avant régénération, artificielle le plus souvent, du peuplement » ([CRREF, 2023](#)).

Les coupes rases sur des surfaces trop importantes peuvent aboutir à une perte du microclimat forestier. Cela peut entraîner une baisse du taux de survie des jeunes plantations du fait des canicules et une augmentation des coûts de plantation (CR Société forestière CDC). Le taux de plantation en échec (plus de 20% de plants morts) a été de 38% en 2022, soit bien au-delà des 14% de 2021, ou même des années 2015 à 2020 au cours desquels il s'établissait autour de 25% environ.

Source : [Lettre DSF 59, MASA \(2023\)](#)



APRÈS UN ÉVÈNEMENT EXTRÊME, par exemple une tempête ou des dépérissements massifs

- **Conserver les individus ayant résisté**, en fonction de l'état sanitaire du peuplement et des arbres (versus coupe rase avec reboisement)
- **Laisser le recrû spontané** s'installer, tout en faisant des travaux au profit des jeunes pousses d'avenir, des essences adaptées et de la diversité
- **Enrichir si nécessaire le peuplement lorsque la régénération naturelle n'est pas suffisante ou trop peu diversifiée**, pour renforcer la diversité de provenances ou d'essences.

RETOURS D'EXPÉRIENCE INSPIRANTS

- [Adaptation de la sylviculture au changement climatique - PNR des Pyrénées Ariégeoises](#) (Occitanie)
- [Restauration de la forêt après incendie labellisée Bas-Carbone](#) (Provence-Alpes-Côte d'Azur)

2. CAS DES PEUPELEMENTS OÙ LES ESSENCES EN PLACE SONT EN LIMITE DE STATION ET NE SERONT BIENTÔT PLUS ADAPTÉES AU CLIMAT FUTUR



TOUT AU LONG DE LA VIE DU PEUPELEMENT

- **Réduire l'importance de chaque prélèvement, mais en augmenter la fréquence**, afin de limiter la concurrence pour les ressources entre les arbres et de surveiller leur état sanitaire, tout en veillant à préserver les sols et les habitats
- **Anticiper la phase de renouvellement** pour certains peuplements déjà bien avancés en âge, sur de petites surfaces, en maintenant une trame de vieux bois et de bois morts, et en conservant des zones à haute valeur écologique



EN PHASE DE RENOUVELLEMENT

- **Enrichir la régénération naturelle avec une diversité d'essences plus adaptées** (autochtones quand cela est possible, ou, à défaut, migration assistée)



LA MIGRATION ASSISTÉE

Les experts de l'IPBES (Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques) et du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) définissent la migration assistée comme « le mouvement d'espèces et de populations visant à faciliter l'expansion de l'aire de répartition naturelle, comme mode de gestion répondant directement au changement climatique. La migration assistée porte donc sur « des espèces proches mais qui ne peuvent pas atteindre leur zone climatique de préférence, car elles sont trop lentes à se disperser ou sont bloquées par la fragmentation de l'habitat. »

Source : [Pörtner et al., 2019](#)

- **Travailler le sous-étage ou l'étage dominant, pour maintenir une demi-ombre aux semis ou aux plants**
- **Si aucune essence autochtone n'est adaptée à la station et au climat futur, il est possible d'introduire des essences allochtones (exotiques) en veillant à ce qu'elles ne représentent pas un danger pour les écosystèmes (caractère envahissant, introduction de pathogènes, dégradation de la biodiversité locale...).**



ESSENCES EXOTIQUES

L'introduction d'essences exotiques nécessite une vigilance particulière et l'étude des impacts potentiels de façon à réduire les risques, qui sont les suivants :

- **caractère envahissant** : l'essence introduite peut présenter un risque à la fois pour la productivité des peuplements, mais aussi pour la biodiversité locale
- **introduction de parasites, agents pathogènes ou ravageurs** : les essences ont des « maladies associées » et des mécanismes de défense qui leur sont propres (ou propres à l'écosystème d'origine). Lorsqu'une essence (et ses agresseurs) est introduite dans un autre écosystème, les espèces indigènes autour d'elle ne sont pas adaptées pour lutter contre ces agressions. Il existe un risque de pullulation des ravageurs ou d'épidémies qui peuvent décimer certaines essences indigènes.
- **dégradation des écosystèmes et augmentation de leur vulnérabilité** face aux aléas climatiques (incendies, tempêtes...).

De nombreuses essences exotiques sont encore mal connues. Néanmoins, toutes les essences exotiques ne sont pas envahissantes ou dangereuses pour les écosystèmes : des expérimentations sont mises en place pour mieux les connaître.

Source : *L'introduction d'essences exotiques en forêt*, Société Botanique de France (2021)



APRÈS UN ÉVÈNEMENT EXTRÊME, par exemple une tempête ou des dépérissements massifs

- **Favoriser la plantation d'une diversité d'essences adaptées**, tout en conservant autant que possible la régénération naturelle, et en étant vigilant sur la provenance des nouvelles essences sélectionnées et leur potentiel risque pour l'écosystème
- **Favoriser les plantations au sein du recrû**, pour bénéficier d'un microclimat



MODES DE GESTION SPÉCIFIQUES POUR FAIRE FACE AUX RISQUES NATURELS

→ **Face aux risques gravitaires (glissement de terrain, chute de pierres, avalanche...)** :

- Maintien des souches et du bois mort au sol et sur pied, à 1,3 m au moins de hauteur
- Accompagnement de la dynamique naturelle d'essences ciblées pour leur rôle de protection
- Reboisement, en privilégiant les espèces indigènes et/ou adaptées sur des versants dégradés ne parvenant pas à se reconstituer naturellement, ou dont les essences locales sont vulnérables aux variations climatiques

→ **Face aux risques d'incendie** :

- Ouverture de pare-feux
- Maintien de mosaïques
- Elagage pour éviter les « échelles à feu »
- Réalisation de plantations après incendie, uniquement si les surfaces touchées sont importantes et si la régénération naturelle est insuffisante

→ **Face aux risques de submersion et d'érosion**

- Préserver les dunes boisées littorales

Sources : *Les Solutions fondées sur la Nature en forêt pour les risques gravitaires et incendie en France*, UICN France (2021), « Cahiers d'habitats » - Habitats forestiers Natura 2000, MATE/MAP/MNHN (2001)

RETOURS D'EXPERIENCE INSPIRANTS

- [Projet Sylvicole Territorial® du Mont-Blanc](#) (Auvergne-Rhône-Alpes)
- [Forêt irrégulière école - FIE](#) (Grand-Est)



DES EXPÉRIMENTATIONS EN COURS

Des expérimentations en cours concernent les essences exotiques, la migration assistée et la migration naturelle :

- **Ilots d'avenir** : Rattachés au projet de recherche RENEssences (Réseau national d'évaluation de nouvelles essences), ces « îlots » vont permettre de tester, en conditions réelles de gestion forestière, de nouvelles essences et provenances d'arbres.

<https://www.onf.fr/+5b2::les-ilots-davenir-des-plantations-pour-lutter-contre-le-changement-climatique.html>

- **Réseau ESPERENSE** : Réseau d'expérimentations proposant 3 types de protocoles pour évaluer les ressources susceptibles de pallier le déclin des grandes essences de production menacées par le changement climatique.

Rendez-vous techniques de l'ONF - n°74

https://www.youtube.com/watch?v=qM_dbg24ejU

<https://www.reseau-aforce.fr/>

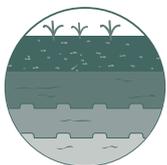
- **Projet REINFFORCE** : Réseau de 38 arboretums et de 41 sites de démonstration pour le suivi et l'adaptation des forêts au changement climatique. Ce projet teste 38 essences sur l'ensemble de l'arc atlantique pour déterminer leur croissance à l'échelle européenne.

<http://reinfforce.iefc.net/>

- **Projet GIONO** : Expérience de migration assistée d'essences menacées de disparition par le changement climatique. Depuis plus de dix ans, des graines de diverses provenances sont sélectionnées dans le sud de la France pour germer à la pépinière de Guémené-Penfao (Loire-Atlantique), et enfin être plantées en forêt de Verdun (Meuse).

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

<https://www.onf.fr/onf/+14e::le-grand-exode-climatique-des-arbres-du-projet-giono.html>



Sol

OBJECTIF FINAUX

- Préserver les propriétés physico-chimiques des sols forestiers
- Préserver le fonctionnement biologique des sols forestiers

RÔLE DE LA DIVERSITE DES PEUPELEMENTS DANS LA RESILIENCE DES FORÊTS

Les sols assurent des fonctions essentielles à la préservation de la bonne santé des écosystèmes forestiers : ils sont le support de l'enracinement des arbres, leur réservoir en eau et en nutriments, et constituent l'habitat d'une biodiversité riche. Ils sont ainsi le socle de la croissance des arbres et de la vitalité de la forêt. La préservation de leur structure, de leur aération et de leur humidité est indispensable pour maintenir leur bon fonctionnement.

Préserver le capital sol est d'autant plus essentiel dans un contexte de changement climatique : des arbres bien ancrés dans le sol seront plus à même de résister aux événements extrêmes ; des sols ayant une bonne capacité d'infiltration et de rétention d'eau permettront à la forêt de mieux résister aux périodes de sécheresse ; des arbres vigoureux seront plus à même de résister aux pressions parasitaires.

La préservation des sols forestiers passe notamment par une limitation du tassement : un sol non tassé favorise en effet l'exploration par les racines et leur ancrage, le drainage et la rétention d'eau. Plus un sol est gorgé d'eau, et plus il est sensible au tassement.

SOL TASSÉ



Un sol tassé ne peut pas se restaurer et retrouver des conditions favorables à la croissance du peuplement avant 50 à 100 ans, voire davantage, en fonction du degré de tassement.

Source : Clés pour agir : Récolte durable de bois pour la production de plaquettes forestières, ADEME (2020)

La bonne aération des sols forestiers est également essentielle pour l'activité biologique qu'ils hébergent. Ils abritent en effet une grande diversité d'animaux et de micro-organismes, qui se nourrissent de la matière végétale en décomposition, et contribuent à la fertilité des sols et à une croissance vigoureuse des arbres. Les feuillages et branches de petit diamètre sont notamment les parties de l'arbre dont le taux en nutriment est le plus élevé, et leur retour à terre permet de maintenir la fertilité des sols.

A l'inverse, l'absence de couverture végétale augmente le risque d'érosion et de ruissellement, surtout dans les zones pentues, ce qui fragilise la fertilité des sols. L'ouverture de pistes, le passage des engins, les grandes coupes rases, et l'exportation des rémanents (restes de branches ou de troncs) amplifient ce risque.

PISTES D'ACTION

- **Mettre en place et entretenir des cloisonnements d'exploitation pérennes** pour éviter les risques de tassement du sol



LES CLOISONNEMENTS

La circulation des engins doit être concentrée sur les cloisonnements (voies de circulation en forêt). Le sol étant tassé sous ces voies permanentes, elles doivent rester utilisables à long terme afin d'empêcher l'extension de la surface dédiée à la circulation. Circuler uniquement lorsque les cloisonnements sont praticables permet d'éviter l'orniérage. En métropole, seulement 31 % des cloisonnements sont praticables presque toute l'année. Le reste des voies nécessite de prendre des précautions, notamment en raison d'une part importante de terres à dominante argileuse ou limoneuse.

Source : [Clés pour agir : Récolte durable de bois pour la production de plaquettes forestières, ADEME \(2020\)](#)

- **Établir un calendrier d'intervention** modulable en fonction de la météo, en adéquation avec la portance des sols et avec les enjeux faune/flore
- **Adapter les techniques de plantation** (labour uniquement aux rangs, potets travaillés, plantations perpendiculaires à la pente, bandes enherbées en inter-rang...)
- **Adapter les travaux réalisés** : le choix de travaux localisés est préférable à celui de travaux en plein sur la parcelle
- **Adapter le matériel mobilisé** lors de débardages, de coupes ou de travail du sol avant plantation (gabarit des engins, portance des engins, utilisation des tracks, débardage à cheval ou par câble...), afin de limiter le tassement
- **Adapter les coupes** (taille et forme) **à la topographie de la zone, et limiter en particulier les coupes rases** (notamment pour les coupes dans une pente supérieure à 25%), pour limiter le risque d'érosion sur les zones mises à nu
- **Mettre en place et préserver des îlots de vieux bois** (îlots de vieillissement et îlots de conservation) et encourager l'interconnectivité de ces îlots (pour offrir une continuité d'habitats aux espèces peu mobiles en cas d'exploitation des îlots de vieillissement)
- **Maintenir du bois mort** sur pied et au sol
- **Éviter la récolte des souches** (hors cas de nécessité sanitaire)
- **Arrêter la récolte des menus bois** (diamètre inférieur à 7 cm) sur les sols les plus pauvres pour préserver leur équilibre
- **Éviter l'utilisation de produits phytosanitaires**

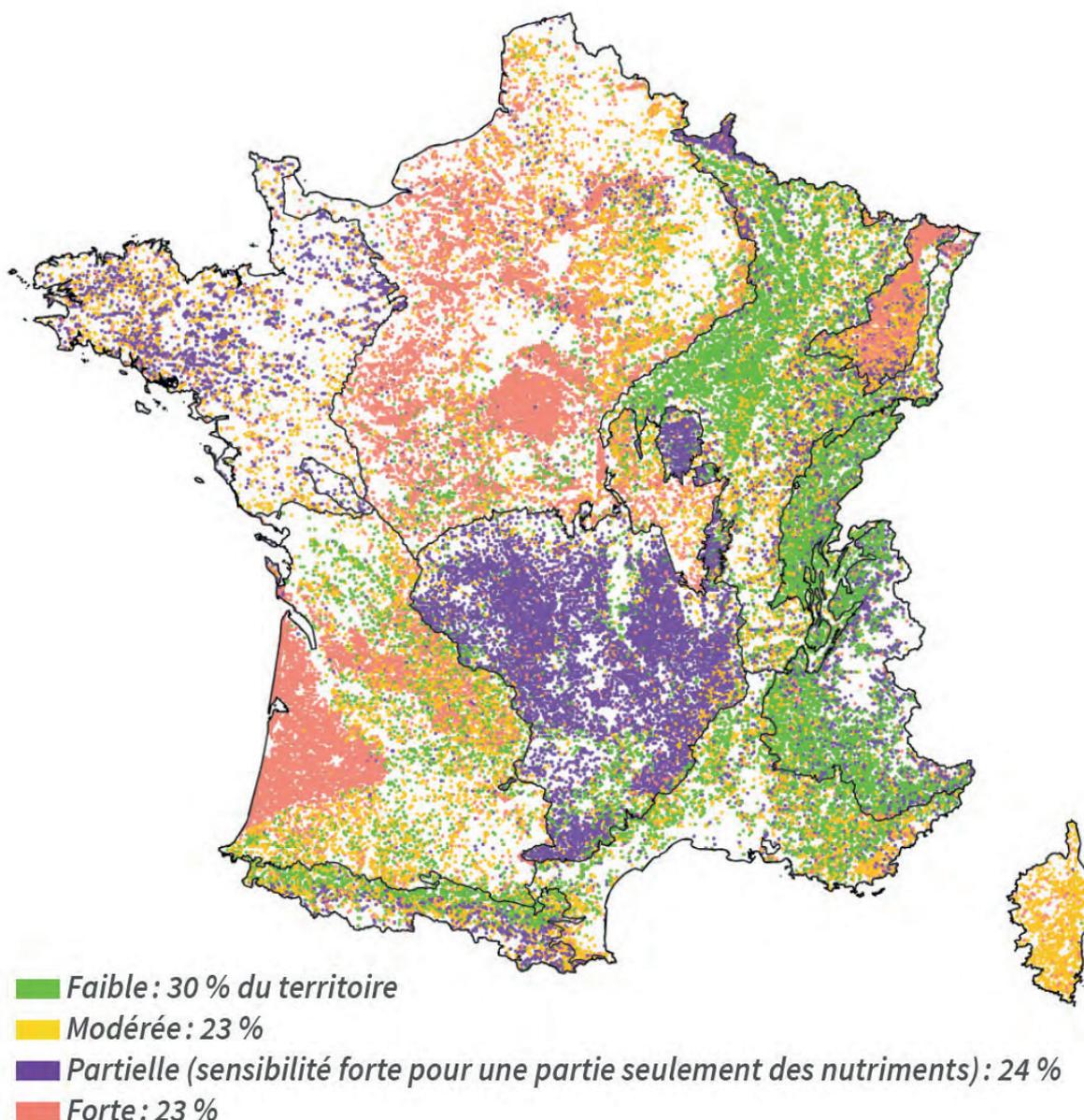


LE RESSUYAGE

À défaut d'une récolte « hors feuilles », les arbres peuvent être laissés à sécher sur la parcelle pendant une certaine durée. Ce ressuyage facilite la chute des feuilles, mais également des petits rameaux fragilisés lors de l'abattage. La durée généralement préconisée est de trois mois, à ajuster selon les conditions météorologiques, l'essence, l'exposition, et la période d'abattage.

Source : *Clés pour agir : Récolte durable de bois pour la production de plaquettes forestières*, ADEME (2020)

SENSIBILITÉ DES SOLS FORESTIERS À L'EXPORT D'ÉLÉMENTS MINÉRAUX



Source : Diagnostic issu du projet INSENSÉ appliqué aux données sol de l'inventaire forestier national entre 2005 et 2015 (site de l'IGN-IFN).

RETOURS D'EXPÉRIENCE INSPIRANTS

- [Projet LIFE FORECCast](#) (Occitanie)
- [Projet Sylvicole Territorial® des Chambaran](#) (Auvergne-Rhône-Alpes)



OBJECTIF FINAUX

- Préserver et restaurer les milieux humides et les cours d'eau

RÔLE DES MILIEUX AQUATIQUES DANS LA RESILIENCE DES FORÊTS

En forêt, les zones humides peuvent prendre des formes variées : tourbières, mares, landes humides, étangs, fossés délimitant des parcelles, etc. Ces zones humides sont associées à des habitats forestiers spécifiques, comme par exemple les saulaies marécageuse ou blanche, ou l'aulnaie marécageuse.

Les zones humides boisées sont pour la plupart des habitats naturels d'intérêt communautaire menacés, et de nombreuses espèces protégées y sont présentes. Ce sont des réservoirs de biodiversité importants qui servent de refuge, de lieu de nourrissage ou de reproduction à de nombreuses espèces.

Par leur rôle de stockage de l'eau, les zones humides présentes en forêt peuvent permettre de limiter l'impact des épisodes de sécheresse pour les parties du peuplement forestier situées à proximité. Elles contribuent également à la régulation des températures du milieu, du fait de l'inertie des masses d'eau, limitant ainsi l'impact des canicules, ou des fortes gelées.

Les milieux humides forestiers, en particulier ceux situés en amont des bassins versants, contribuent également à maintenir les capacités de prévention et de régulation du risque inondation, et à soutenir les débits des cours d'eau en période de sécheresse. Si ce service est rendu à la société dans son ensemble, il bénéficie aussi aux peuplements forestiers situés en aval.

PISTES D'ACTION

- **Eviter les plantations et l'exploitation** dans les zones humides (en particulier dans les tourbières, et hormis les coupes visant à maintenir les peuplements ouverts)
- **Ne pas pratiquer de drainage sur zones humides**
- **Eviter l'utilisation d'engins** à proximité des zones humides et des cours d'eau (5-10m), afin de préserver les habitats et la stabilité des berges
- **Maintenir ou restaurer les fonctionnalités des milieux humides**, notamment en :
 - évitant leur fermeture par la végétation
 - réduisant la pression des essences allochtones résineuses (en dehors des habitats naturels de résineux)
 - évitant le comblement des étangs et mares d'origine naturelle
 - évitant la modification de tracés
 - prévenant l'installation et la dissémination d'espèces invasives.
- **Utiliser un matériel adapté à un franchissement de cours d'eau** sans dégradation
- **Eviter les coupes rases** à proximité des cours d'eau et en tête de bassin versant
- **Eviter les sources de pollution** :
 - privilégier l'utilisation d'huiles et de lubrifiants biodégradables et non écotoxiques
 - ne pas utiliser de produits phytosanitaires.

RETOURS D'EXPERIENCE INSPIRANTS

- [Programme LIFE « Tourbières du Jura »](#) (Franche-Comté)
- [Restauration d'une ripisylve enrésinée dans le PNR de Millevaches](#) (Nouvelle-Aquitaine)



Faune et flore

OBJECTIF FINAUX

- Préserver les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- Créer des continuités entre les espaces naturels et les peuplements.

RÔLE DE LA FLORE ET DE LA FAUNE DANS LA RESILIENCE DES FORÊTS

La flore et la faune abritées par les forêts jouent un rôle essentiel dans leur capacité de résilience. On peut ainsi citer le rôle des pollinisateurs et de la faune disséminatrice de graines dans la reproduction des essences forestières ; des champignons mycorhiziens dans la croissance des arbres ; des prédateurs (insectes, oiseaux, chauves-souris...) dans la régulation des populations de parasites des peuplements. La présence d'un sous-étage diversifié améliore également la capacité d'infiltration, de stockage et de conservation de l'eau, susceptible de limiter l'impact des épisodes de sécheresse.

Cette biodiversité forestière est liée notamment à :

- la présence de bois morts, dont le volume et la diversité offrent différents types d'habitats pour un grand nombre d'espèces dites « saproxyliques » (ces espèces inféodées au bois mort représentant plus du quart des espèces forestières en métropole)
- l'abondance de gros et de très gros arbres, et/ou d'arbres âgés à micro-habitats, qui sont le lieu de vie de cortèges d'espèces hyperspécialisés
- la préservation de forêts anciennes (qui joueraient un rôle de zone refuge pour des espèces forestières à faible capacité de dispersion), et de forêts matures (du fait de la présence de bois mort et de gros arbres).

Outre la biodiversité intrinsèque des écosystèmes forestiers, leur continuité avec des espaces naturels est essentielle pour leur bon fonctionnement écologique. Cette connectivité favorise la migration naturelle des espèces, renforçant ainsi leur potentiel d'adaptation au changement climatique.

→ POUR PRÉSERVER LES HABITATS ET LES RÉSERVOIRS DE BIODIVERSITÉ

- **Préserver les forêts subnaturelles** (forêts à la fois anciennes et matures), comme le prévoit le Plan National d'Action (PNA) « Vieux bois et forêts subnaturelles »
- **Identifier et préserver des arbres à valeur biologique** particulière (gros bois à cavité, vieux bois sénescents...) pouvant être laissés en évolution libre, en veillant à la sécurité des promeneurs, et à proximité des sentiers balisés
- **Constituer des trames de vieux bois (arbres d'intérêt écologique, îlots de sénescence) et conserver du bois mort** pour sa valeur biologique
- **Poursuivre le développement des zones en protection forte** : réserves naturelles, réserves biologiques intégrales (RBI, RBD), arrêté de protection de biotope (APB), arrêté de protection des habitats naturels (APHN) ou arrêté de protection de géotope (APG), obligation réelle environnementale (ORE) et « zones cœur » des parcs nationaux
- **Expérimenter des zones à plus forte présence des grands prédateurs**, susceptibles de participer à la régulation des grands ongulés en complément à d'autres options
- **Adapter le calendrier d'intervention** dans les aires protégées, et plus largement dans les zones sans protection particulière, afin de prévenir le dérangement des espèces qui y sont sensibles pendant la nidification, la reproduction, la floraison et la fructification (une feuille de route « Travaux forestiers et protection d'habitats d'espèces protégées » a été publiée en mai 2023 par le ministère de l'agriculture et le ministère en charge de la transition écologique)
- **Préserver des espèces non productives** (bois blanc et cortège associé).



LE DECRET 2022-527 DU 12 AVRIL 2022 SUR LES ZONES EN PROTECTION FORTE

Est reconnue comme zone de protection forte une zone géographique dans laquelle les pressions engendrées par les activités humaines, susceptibles de compromettre la conservation des enjeux écologiques, sont absentes, évitées, supprimées ou fortement limitées, et ce, de manière pérenne, grâce à la mise en œuvre d'une protection foncière ou d'une réglementation adaptée, associée à un contrôle effectif des activités concernées. »

Source : [JORF n°0087 du 13 avril 2022](#)

→ POUR CRÉER DES CONTINUITÉS ENTRE LES ESPACES NATURELS ET LES PEUPELEMENTS FORESTIERS

- **Maintenir ou intégrer des zones laissées en libre évolution** et des trames d'îlots de sénescence
- **Créer ou restaurer un réseau écologique** (corridors écologiques boisés) fonctionnel, afin de permettre la migration naturelle des espèces, en s'appuyant sur la sensibilisation de propriétaires voisins pour favoriser cette trame écologique (tout en veillant à ne pas favoriser la dissémination des espèces exotiques envahissantes)
- **Préserver, restaurer et entretenir les milieux associés à la forêt** : lisières, clairières, et zones humides. Ces milieux sont particulièrement riches en ressources alimentaires pour la plupart des espèces forestières grâce au développement de végétations herbacées et arbustives.



L'INDICE DE BIODIVERSITE POTENTIELLE (IBP)

L'Indice de biodiversité potentielle, l'IBP, est un outil permettant aux gestionnaires forestiers d'intégrer la biodiversité taxonomique ordinaire dans leur gestion courante.

Cet indicateur, simple et rapide à relever, permet d'évaluer la capacité d'accueil d'un peuplement forestier pour les êtres vivants (plantes, oiseaux, insectes...), et d'identifier les points d'amélioration possibles lors des interventions sylvicoles.

Source : « Nos forêts sont pleines de vie - à la découverte de l'IBP », CNPF, INRAE (2022)



DISTINGUER LES FORÊTS EN LIBRE ÉVOLUTION DE L'ABANDON DE GESTION / LIBRE EVOLUTION DE FAIT

Les forêts en libre évolution représentent 1,4% des surfaces forestières en métropole. Elles concernent les surfaces forestières mises volontairement hors gestion, dans un objectif de naturalité, et dont la libre évolution est garantie par un statut particulier, pour une durée indéterminée ou dépassant celle d'un document de gestion.

Il convient de les distinguer des forêts en abandon de gestion (libre évolution de fait), qui sont susceptibles d'être à nouveau exploitées.

Source : [Ministère en charge de la Transition Ecologique \(2021\)](#)

RETOURS D'EXPERIENCE INSPIRANTS

- [Réseau des Forêts en Évolution Naturelle \(FRENE\)](#) (Auvergne-Rhône-Alpes)
- [Gestion en libre évolution d'une vieille forêt à haut degré de naturalité](#) (Occitanie)



Des ressources pour vous accompagner

Outils contribuant au déploiement d'actions d'adaptation (liste indicative)



PEUPELEMENT

Méthode ARCHI :

Outil de diagnostic de la réversibilité d'un dépérissement.

Méthode DEPERIS :

Outil permettant d'évaluer la situation sanitaire de toutes essences à un instant « T » et son évolution, à différentes échelles (parcelles, massifs, régions forestières...).

ClimEssences :

Formations et site web pour visualiser les évolutions du climat futur et leurs incidences sur la répartition géographique des espèces forestières, et description de plus de 150 espèces forestières.

Zoom 50 :

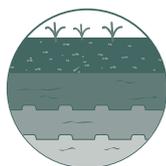
Outil de calcul des déficits hydriques actuels et futurs d'un point de relevé For-Eval (Cf. ci-dessous) ou d'une station, et de positionnement de ces valeurs par rapport à la distribution européenne des principales essences forestières (il agit comme un zoom à 50m de ClimEssences).

BioClimSol :

Outil de diagnostic à la parcelle qui détermine la vulnérabilité des essences en fonction du peuplement, de la station et des climats à venir.

Climafor :

Outil de diagnostic carbone des forêts et des produits bois à l'échelle d'un territoire.



SOL

For-Eval :

Application mobile permettant d'évaluer la sensibilité des sols forestiers français à l'aide d'indicateurs écologiques, avec pour objectif de promouvoir une gestion durable des forêts.

La fresque du sol :

Outil ludique et collaboratif qui vise à diffuser un langage commun sur le fonctionnement des sols, et sur les enjeux liés à leur préservation.

RockFor : Outil de diagnostic de l'aléa chute de pierres à l'aval d'une forêt de protection.

Sylvarock : Modèle de cartographie indicative, à l'échelle d'un versant, des aléas rocheux et des forêts susceptibles d'avoir une fonction de protection.



EAU

BILJOU : Outil de calcul de bilan hydrique de peuplements forestiers tenant compte du sol, du climat et du couvert.

FAUNE/FLORE



Géoïdd :

Outil cartographique de visualisation des données sur la biodiversité (ongulés / grands prédateurs), sur l'érosion des sols ou les risques naturels (incendies de forêt), à l'échelle départementale ou communale.

Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) :

Outil permettant d'intégrer la biodiversité taxonomique ordinaire dans la gestion courante.

Plateforme nationale forêt-gibier :

Outil de signalement des dégâts de gibier permettant aux propriétaires et à leurs gestionnaires de signaler les dégâts, afin d'adapter les attributions des plans de chasse et de mieux prélever.

Documentation (liste indicative)

Guide de l'expérimentation forestière : Principes de bases, CNPF (2011).

Schémas Régionaux de Gestion Sylvicole (SRGS) : Ces documents ont pour objectif de définir les règles de gestion pour les forêts privées à différentes échelles simultanément (massifs, peuplements) et constituent la référence pour l'agrément des documents de gestion durable.



Des ressources pour vous accompagner

Documentation (liste indicative)

Guide gestion des forêts en crise : RMT AFORCE (2020).

GISSOL : Programme d'inventaire et de mesure de la qualité des sols.

EcoBioSoil : Site dédié à l'étude de la biodiversité des sols en milieu tempéré.

CARMEN : Portail cartographique des données sur la faune sauvage.

Site Trame verte et bleue : Centre de ressources pour la mise en place de la trame verte et bleue.

Géoportail : Portail permettant l'accès à des services de recherche et de visualisation de données géographiques ou géolocalisées, et notamment les linéaires de haies.

Brochure « Les Solutions fondées sur la Nature pour les risques gravitaires et incendie en France », UICN France (2022).

Expertise CRREF – Coupes Rases et REnouvellement des peuplements Forestiers en contexte de changement climatique, GIP ECOFOR (2023).

Réseau / Animation territoriale (liste indicative)

Life ARTISAN : Projet européen « Accroître la Résilience des Territoires au changement climatique par l'Incitation aux Solutions d'adaptation fondées sur la Nature ».

Label FNAB (Fédération nationale d'agriculture biologique) : Label garantissant au consommateur des produits biologiques, français, et aux agricultrices et agriculteurs un prix rémunérateur et des contrats équitables.

Végétal local : Créée à l'initiative de 3 réseaux (les Conservatoires botaniques nationaux, l'Afac-Agroforesteries et Plante & Cité), la marque « Végétal local » (propriété de l'OFB) est un outil de traçabilité des végétaux sauvages et locaux.

Zones ateliers : Réseau d'étude scientifique, labellisé par territoire par le CNRS, concernant la préservation de la biodiversité et des écosystèmes, et l'observation des impacts du changement climatique.

Réseaux Mixtes Technologiques (RMT) : label et entité rassemblant des équipes de recherche, de formation et de développement, dont les suivants :

- **Systèmes de culture innovants :** Transitions agroécologiques à l'échelle des territoires
- **Agroforesteries :** Systèmes agroforestiers (association d'arbres et de cultures/élevage)
- **GaFad :** Gestion agroécologique de la flore adventice
- **SPICEE :** Systèmes de polyculture élevage, économie circulaire et ressources non renouvelables
- **BOUCLAGE :** Recyclage, fertilisation et impacts environnementaux
- **BIOREG :** Biodiversité pour la régulation naturelle des bioagresseurs
- **CLIMA :** Adaptation des exploitations agricoles au changement climatique.

Observatoires Régionaux sur l'Agriculture et le Changement Climatique (ORACLE) : Production d'indicateurs de mesure des évolutions climatiques et agricoles à l'échelle régionale, et aide à l'identification des voies d'adaptation.

Aides et financement (liste indicative)

Guide des mesures forestières du Fonds Européen Agricole pour le Développement Rural (FEADER) : Ce guide propose aux acteurs de la filière forêt-bois une synthèse de l'ensemble des opportunités offertes par le Fonds européen agricole pour le développement rural (FEADER).

Dispositif d'Encouragement Fiscal à l'Investissement en Forêt (DEFI Forêt) : Le dispositif ouvre droit à un crédit d'impôt sur le revenu de 25 % du montant des dépenses engagées pour l'achat de parcelles boisées ou à boisier, pour l'acquisition ou la souscription de parts de groupements forestiers ou de parts de sociétés d'épargne foncière.

Label bas-carbone (LBC) : Le label bas-carbone est un standard de l'État permettant de labelliser la contribution des collectivités et des entreprises à des projets de séquestration du CO₂ en forêt.

Nature Impact (WWF) : Financement de projets forestiers ayant un impact additionnel démontré en faveur de la biodiversité et du climat.

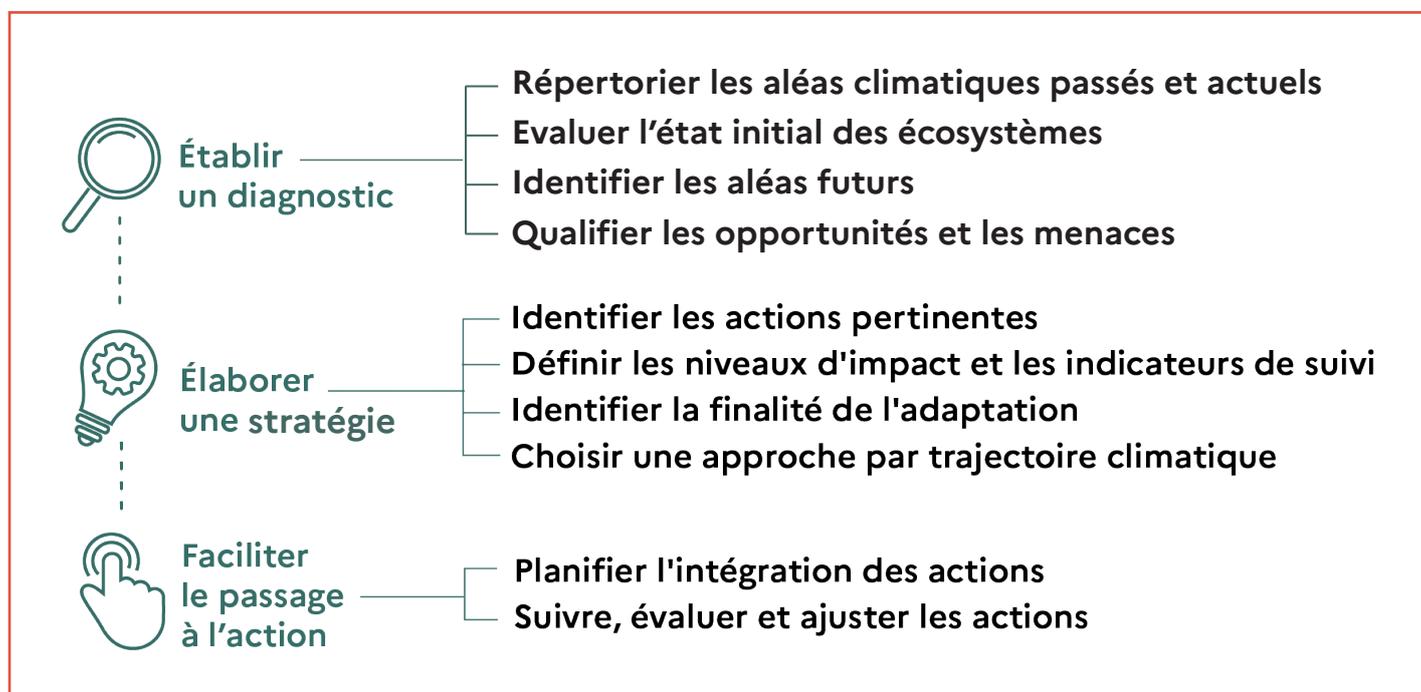
Méthodologie de la démarche d'adaptation : établir un diagnostic des impacts du changement climatique et mettre en oeuvre une gestion adaptative

Afin d'intégrer les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) dans le cadre d'une gestion forestière durable, les exploitants et gestionnaires forestiers doivent disposer d'une vision précise de l'état de leurs actifs et de leur capacité de résilience au changement climatique.

Pour cela, ils doivent s'inscrire dans une réflexion qui passe nécessairement par 3 étapes :

- l'établissement d'un diagnostic local des impacts (présents et futurs) du changement climatique
- la hiérarchisation des opportunités et des menaces qui en découlent, et l'identification de solutions d'adaptation au changement climatique les plus pertinentes à déployer
- la planification à court, moyen et long terme de la mise en oeuvre de ces solutions.

3 ÉTAPES :





ANALOGUES CLIMATIQUES

Pour une région donnée, d'autres territoires plus au sud ou à l'est ont d'ores et déjà aujourd'hui des caractéristiques climatiques du climat futur attendu.

Ces analogues permettent d'envisager les impacts attendus.

Source : « Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC) », MTECT (2024)

Il est important de bien distinguer les impacts attribuables au changement climatique de ceux découlant d'autres tendances de fond sans rapport avec le changement climatique.

Dans le cadre du Life ARTISAN, le CNPF s'est associé à FRANCE AGRIMER pour réaliser une étude prospective visant à imaginer des « futurs possibles » et leurs conséquences pour 3 territoires :

- Le pays de Saint-Dié (Déodat), qui présente une forêt de montagne
- Les communautés de communes du bassin d'Aubenas et de la montagne d'Ardèche, caractérisées par un climat plus méditerranéen
- La forêt de Chantilly, forêt périurbaine de plaine avec des problèmes de dépérissement.



Établir un diagnostic des impacts du changement climatique

- **Répertorier les aléas climatiques passés et actuels et leurs impacts :**
 - Quelles activités de la filière ont été touchées par des aléas ?
 - Quel a été l'impact sur les autres maillons de la filière ?
 - Quels ont été les points forts et les points faibles de la gestion de crise de ces aléas ? (Cf. Géorisques dans « Des ressources pour vous accompagner »)
- **Évaluer l'état initial des écosystèmes :**
 - Identifier les habitats et les espèces en présence, par l'observation et la mobilisation de données des observatoires de la biodiversité (inventaires naturalistes, par exemple)
 - Mesurer les pressions exercées sur la biodiversité
 - Identifier les enjeux de préservation de la biodiversité
- **Identifier les aléas futurs :**
 - Définir un horizon de travail et un scénario climatique de référence en s'appuyant sur la trajectoire de réchauffement de référence choisie par la France (Cf. les outils proposés ci-après)
 - S'appuyer sur des indicateurs climatiques (températures, précipitations, etc.) ;
- **Qualifier les opportunités et les menaces :**
 - Identifier, évaluer et hiérarchiser les impacts et leurs répercussions sur la filière :
 - Quel est le seuil de déclenchement de l'impact ?
 - A-t-il un effet positif ou négatif ?
 - Quelle est son intensité ?





Élaborer une stratégie d'adaptation

- **Identifier et évaluer les solutions envisagées d'adaptation au changement climatique :**
 - Cette action permet-elle de réduire efficacement l'impact étudié ?
 - Peut-elle être ajustée si les changements sont différents de ceux qui avaient été envisagés ?
 - L'action a-t-elle un effet bénéfique, nul ou préjudiciable sur la capacité d'adaptation des autres acteurs/maillons de la filière ?
 - Apporte-t-elle des bénéfices environnementaux supplémentaires ?
 - ...
- **Définir des niveaux d'impact** du changement climatique et **des indicateurs** pour leur suivi
- **Identifier la finalité de l'adaptation**, car celle-ci évolue en fonction des niveaux d'impact et implique une vision dynamique de l'adaptation avec une construction graduelle
- **Choisir une approche par trajectoire climatique** pour planifier l'adaptation de manière dynamique et évolutive, en combinant et en séquençant les actions envisagées. Un ou plusieurs chemins ou transitions sont possibles pour répondre aux objectifs d'adaptation actuels ou pour l'horizon fixé.



Faciliter le passage à l'action

- **Réaliser une planification à court, moyen et long terme** de la mise en œuvre de ces solutions, via l'intégration des actions d'adaptation dans les stratégies filières actuelles
- **Suivre, évaluer et ajuster** les actions.

LE RÔLE DES FILIÈRES AMONT ET AVAL DANS LA MISE EN ŒUVRE DES SafN

La mise en œuvre des SafN doit s'appuyer sur un diagnostic de vulnérabilité aux impacts du changement climatique (étape 1) de toute la chaîne de valeur et une évaluation des actions identifiées.

Quelques exemples d'outils permettant de se lancer dans la démarche :

- Pour sensibiliser : [Les Ateliers de l'Adaptation au Changement Climatique \(AdACC\)](#)
- Pour évaluer sa vulnérabilité sur toute sa chaîne de valeur et démarrer un plan d'actions en tant qu'entreprise : [méthode OCARA \(Carbone 4\)](#)
- Pour évaluer ses actions d'adaptation au changement climatique : [ACT Adaptation \(ADEME\)](#).

ÉVITER LA MALADAPTATION

Phénomène résultant de mesures prises dans l'objectif d'une adaptation au changement climatique susceptibles d'aggraver le risque de conséquences néfastes associées au climat (y compris par une hausse des émissions de gaz à effet de serre), d'accentuer la vulnérabilité face au changement climatique ou de dégrader les conditions de vie actuelles ou futures. Ce résultat est rarement intentionnel.

Source : GIEC



Des ressources pour vous accompagner

Outils pour le déploiement des actions d'adaptation (diagnostic / stratégie / gestion adaptative)

Géorisques : Plateforme d'information sur les aléas climatiques et les risques naturels passés sur un territoire.

DRIAS : Site internet mettant à disposition des projections climatiques régionalisées réalisées dans les laboratoires français de modélisation du climat (IPSL, CERFACS, CNRM).

Documentation

Bureau de l'adaptation au changement climatique (MTECT) : Documentation sur les effets prévisibles du changement climatique et recommandations en matière d'adaptation des activités. Pilote le 2^e Plan National d'Adaptation au changement climatique (PNACC2) qui intègre la Trajectoire de réchauffement de référence.

« Climat HD » - Météo-France : Synthèse des derniers travaux des climatologues.

Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique : Information et veille sur l'impact du changement climatique.

Association Infoclimat : Données sur la météo et le climat.

Atlas mondial interactif du GIEC : Données sur la météo et le climat.

Diagnostiquer l'impact du changement climatique sur un territoire (ADEME, 2018) : Premier outil (le diagnostic) de la démarche TACCT - Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires - comprenant 3 outils.

Construire des trajectoires d'adaptation au changement climatique du territoire (ADEME, 2019) : Deuxième outil (la stratégie) de la démarche TACCT - Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires - comprenant 3 outils.

Évaluer les politiques d'adaptation au changement climatique (ADEME, 2019) : Troisième outil (l'évaluation) de la démarche TACCT - Trajectoires d'adaptation au changement climatique des territoires - comprenant 3 outils.

Démarche d'adaptation au changement climatique dans les secteurs agricoles et forestiers et leurs filières (ADEME) : quels facteurs clés pour la mobilisation des acteurs jusqu'à la mise en œuvre de stratégies d'actions concrètes?

En entreprise, comment s'engager dans un parcours d'adaptation au changement climatique ? (ADEME, 2024) : Sélection de 30 témoignages d'entreprises françaises qui se sont lancées.

A photograph of a tree trunk in a forest, showing a large, irregular white patch where the bark has peeled away, revealing the underlying wood. A small sign is attached to the trunk above the patch. The entire image has a reddish-orange tint.

Îlot
de sénescence

DES RETOURS D'EXPÉRIENCE INSPIRANTS

Pour illustrer la mise en œuvre de Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN), qui combinent enjeux d'adaptation au changement climatique et préservation de la biodiversité, des retours d'expérience, tels les exemples suivants, peuvent être inspirants.



Crédit photo : © A. Spani, PNR
Pyrénées Ariégeoises

1. Adaptation de la sylviculture au changement climatique

Le Parc naturel régional des Pyrénées ariégeoises a lancé différents chantiers pilotes pour renforcer le fonctionnement naturel des forêts et leur résilience au changement climatique afin de prévenir les dépérissements massifs, de maintenir un microclimat favorable aux espèces forestières et d'augmenter leurs résistances face aux agressions des ravageurs.

Pour cela, les différents sites s'appuient sur une biodiversité préservée, une augmentation de la diversité spécifique et génétique, une hausse du volume de bois mort et un maintien de l'ambiance forestière (ombre, températures faibles et tamponnées, humidité du sol élevée).

Porteur de projet : PNR des Pyrénées Ariégeoises

Plus d'informations : <https://www.parc-pyrenees-ariegeoises.fr/les-actions-du-parc/la-foret-le-bois/adaptation-forets-changement-climatique/>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long de la vie du peuplement



En phase de renouvellement



En cas d'évènements extrêmes

LES BONNES PRATIQUES



Selon les peuplements en place, **ENCOURAGER** :

- la valorisation du potentiel génétique et les processus de sélection naturelle
- la diversité des essences
- la diversité des structures
- le maintien d'un microclimat forestier



Pour les sols, **FAVORISER** :

- la préservation des propriétés physico-chimiques des sols forestiers
- la préservation du fonctionnement biologique des sols forestiers



Pour l'eau, **PRÉSERVER** :

- les milieux humides et les cours d'eau



Pour la faune et la flore, **CONSERVER** :

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- la continuité entre les espaces naturels et les peuplements



Crédit photo : © Q. Vanneste, CNPF

2. Restauration de la forêt après incendie labellisée bas-carbone

Un reboisement fait suite à l'incendie d'août 2017 à Saint-Cézaire-sur-Siagne. Dans les 4 années qui ont suivi, la régénération naturelle est apparue très nettement insuffisante. Souhaitant assurer la pérennité de la forêt, ainsi que la protection des sols et des paysages, deux propriétaires ont choisi de reboiser 6 hectares avec 8 essences d'arbres adaptées au changement climatique.

Le CNPF les a accompagnés dans ce projet, sur des aspects techniques et sur le volet de la labellisation Bas-Carbone.

Centre National de la Propriété Forestière (délégation Provence-Alpes-Côte d'Azur et service C+FOR Forêt & Carbone)

Plus d'informations : <https://paca.cnpf.fr/actualites/un-projet-restauration-apres-incendie-avec-le-festival-de-cannes>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



En phase de renouvellement



En cas d'évènements extrêmes

LES BONNES PRATIQUES



Selon les peuplements en place, **ENCOURAGER** :

- la diversité des essences
- le maintien d'un microclimat forestier



Pour les sols, **FAVORISER** :

- la préservation des propriétés physico-chimiques des sols forestiers



Pour la faune et la flore, **CONSERVER** :

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité



Crédit photo : © L. Casset

3. Projet Sylvicole Territorial® du Mont-Blanc

Le territoire du Mont-Blanc, accompagné par Sylv'ACCTES, a mis en place un programme de renouvellement progressif de ses futaies résineuses et mixtes. L'épicéa, essence majoritaire des futaies d'altitude, est aujourd'hui fragilisé par les périodes de déficit hydrique qui le rendent plus sensible au scolyte typographe.

En réponse, les gestionnaires du massif souhaitent aujourd'hui adapter leur sylviculture afin de promouvoir une régénération naturelle diversifiée et de qualité. Il s'agit de favoriser la progression des essences feuillues (érable, hêtre, bouleau, alisier, sorbier, tilleul, merisier, chêne...), ainsi que d'autres résineux tels que le sapin pectiné, le pin sylvestre ou le mélèze, en fonction des contextes.

Porteur de projet : Communauté de Communes Pays du Mont-Blanc (membre de l'association Sylv'ACCTES)

Plus d'informations :

<https://sylvacctes.org/massif-du-mont-blanc/>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long de la vie du peuplement



En phase de renouvellement

LES BONNES PRATIQUES



Selon les peuplements en place, **ENCOURAGER** :

- la valorisation du potentiel génétique et les processus de sélection naturelle
- la diversité des essences
- la diversité des structures
- le maintien d'un microclimat forestier



Pour les sols, **FAVORISER** :

- la préservation des propriétés physico-chimiques des sols forestiers
- la préservation du fonctionnement biologique des sols forestiers



Pour la faune et la flore, **CONSERVER** :

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- la continuité entre les espaces naturels et les peuplements



Crédit photo : © L. Ollivier

4. Forêt irrégulière école (FIE)

Située dans le Parc national de forêts, à cheval entre la Haute-Marne et la Côte d'Or, la Forêt irrégulière est spécialisée dans le domaine de la Sylviculture Mélangée à Couvert Continu.

Dans un contexte de dépérissement important des hêtres, elle étudie notamment la part de 3 facteurs (gibier, compétition, lumière) et leurs interactions dans le manque de régénération naturelle diversifiée en essences arborées. Pour cela, 2 200 semis sont suivis individuellement pendant 6 à 10 ans. Les essences concernées sont le chêne sessile, l'érable champêtre, les alisiers blancs et torminaux, le hêtre et le charme. Le suivi annuel comprend, notamment, des mesures de la hauteur, du diamètre, de l'ouverture du couvert et de la compétition.

La Forêt irrégulière école forme tout type de public à la Sylviculture Mélangée à Couvert Continu, en diffusant les enseignements de ses recherches.

Porteurs de projet : AgroParisTech (chef de file) et son collectif de partenaires : Office National des Forêts, Pro Silva France, Syndicat Intercommunal de Gestion Forestière de la Région d'Auberive, Parc national de forêts, Centre National de la Propriété Forestière, Communes Forestières, Ligue de l'Enseignement Haute-Marne, Maison de la forêt Leuglay, Communes de communes Auberive, Vingeanne et Montsaigeonnais.

Plus d'informations :

<https://foret-irreguliere-ecole.fr/etude-sur-le-renouvellement-forestier-recherche-innovation/>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



En phase
de renouvellement

LES BONNES PRATIQUES



Selon les peuplements en place, **ENCOURAGER** :

- la valorisation du potentiel génétique et les processus de sélection naturelle
- la diversité des essences
- la diversité des structures
- le maintien d'un microclimat forestier

5. Projet LIFE FORECCAsT

Pour faire face à l'augmentation de dépérissements sur différents peuplements résineux et feuillus, le projet LIFE FORECCAsT a développé un réseau de 25 sites expérimentaux, démonstrateurs d'itinéraires sylvicoles (plantations mélangées, régénération naturelle, gestion du stress hydrique, état sanitaire, arboretums d'essences pour connaître celles qui seraient les mieux adaptées).

Il a également mis au point une application mobile : « FORECCAsT by BioClimSol », donnant des diagnostics de vigilance selon les caractéristiques

autoécologiques des essences (correspondance entre les caractéristiques de la parcelle et celle de l'essence) et le mode de gestion sylvicole.

Porteurs de projet : Parc naturel régional du Haut-Languedoc

Plus d'informations : <https://www.parc-haut-languedoc.fr/le-parc-en-action/valorisation-des-ressources-naturelles/life-foreccast>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long
de la vie
du peuplement



En phase
de renouvellement

LES BONNES PRATIQUES



Selon les peuplements en place, **ENCOURAGER** :

- la diversité des essences
- la diversité des structures



Pour les sols, **FAVORISER** :

- la préservation des propriétés physico-chimiques des sols forestiers
- la préservation du fonctionnement biologique des sols forestiers



Crédit photo : © L. Casset

6. Projet Sylvicole Territorial® des Chambaran

Les acteurs forestiers du massif des Chambaran ont été accompagnés par l'association Sylv'ACCTES, afin de proposer des alternatives de gestion pour 2 typologies de peuplement bien distincts :

- les peuplements feuillus (taillis ou TSF) dominés par le châtaignier
- les anciennes plantations résineuses (douglas, épicéa, pins).

Dans le premier cas, l'objectif est la conversion progressive vers la futaie irrégulière, via le recrutement de tiges de qualité en chêne, châtaignier, hêtre, érable, charme, merisier, alisier,

orme... Ce travail amènera naturellement une structuration du peuplement. Dans le second cas, l'objectif est la bascule vers une sylviculture à couvert continu, via la promotion de la diversité et l'obtention progressive d'une régénération naturelle.

Porteurs de projet : Bièvre Isère Communauté (membre de l'association Sylv'acctes) et Charte Forestière des Chambaran

Plus d'informations : <https://sylvacctes.org/massif-des-chambaran/>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long de la vie du peuplement



En phase de renouvellement

LES BONNES PRATIQUES

-  **Selon les peuplements en place, ENCOURAGER :**
 - la valorisation du potentiel génétique et les processus de sélection naturelle
 - la diversité des essences
 - la diversité des structures
 - le maintien d'un microclimat forestier
-  **Pour les sols, FAVORISER :**
 - la préservation des propriétés physico-chimiques des sols forestiers
 - la préservation du fonctionnement biologique des sols forestiers
-  **Pour l'eau, PRÉSERVER :**
 - les milieux humides et les cours d'eau
-  **Pour la faune et la flore, CONSERVER :**
 - les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité



Crédit photo : © J. Calvo

7. Programme LIFE « Tourbières du Jura » : Réhabilitation fonctionnelle des tourbières du massif du Jura franc-comtois

De 2014 à 2021, le programme LIFE « Tourbières du Jura » a permis la réhabilitation fonctionnelle de plus de 50 tourbières du massif jurassien.

D'importants travaux ont été conduits dans cette perspective : neutralisation de fossés de drainage, réhabilitation de cours d'eau, régénération de zones d'extraction, abattage de plantations de résineux.

Des améliorations ont déjà été observées concernant le niveau d'eau des tourbières (moins soumis aux aléas météorologiques) et la colonisation de nouveaux sites par des espèces faunistiques présentes préalablement déjà ailleurs.

Porteurs de projet : Conservatoire d'espaces naturels de Franche-Comté (Bénéficiaire-coordonateur), EPAGE Haut-Doubs Haute-Loue, PNR du Haut-Jura, EPAGE Doubs Dessoubre, Amis de la RN du Lac de Remoray et DREAL Bourgogne Franche-Comté (Bénéficiaires-associés)

Plus d'informations : <http://www.life-tourbieres-jura.fr/documents-4.html>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long
de la vie
du peuplement

LES BONNES PRATIQUES



Pour l'eau, **PRÉSERVER** :

- les milieux humides et les cours d'eau



Pour la faune et la flore, **CONSERVER** :

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- la continuité entre les espaces naturels et les peuplements



Crédit photo : © FDAAPPMA

8. Restauration d'une ripisylve enrésinée dans le PNR de Millevaches

La Fédération de la Corrèze pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique (FDAAPPMA 19) a réhabilité une ripisylve menacée par l'enrésinement des berges.

La FDAAPPMA 19 a réalisé une coupe sans dessouchage des résineux sur plus de 1 100 mètres de berges et a choisi une régénération naturelle du boisement, le bassin étant indemne d'espèces exotiques.

Un aménagement des berges (génie végétal et génie civil) pour réduire la surlargeur créée par la plantation de résineux a été réalisé. Après les travaux, le suivi piscicole et hydromorphologique rend compte d'une très bonne réponse biologique, avec une restauration pleine et entière du peuplement piscicole, et une régénération de la végétation ligneuse, permettant le maintien des berges dégradées.

Porteurs de projet : Fédération de la Corrèze pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique

Plus d'informations : <https://www.peche19.fr/>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long
de la vie
du peuplement

LES BONNES PRATIQUES



Pour l'eau, **PRÉSERVER** :

- les milieux humides et les cours d'eau



Pour la faune et la flore, **CONSERVER** :

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- la continuité entre les espaces naturels et les peuplements



Crédit photo : © ONF

9. Réseau des Forêts en Évolution Naturelle (FRENE)

En Auvergne-Rhône-Alpes, depuis 10 ans, les acteurs forestiers publics et privés du réseau FRENE ont mis en place une gestion tendant vers une forêt mosaïque, comprenant une vaste trame de vieux bois, des surfaces boisées en libre évolution et 18 réserves biologiques intégrales.

Ce projet mis en œuvre sur plus de 30 000 ha permet d'augmenter la biodiversité et de développer un écosystème complexe, varié et stable, notamment grâce aux gros bois décomposés ou aux arbres creux.

Porteur de projet : Office National des forêts - Centre National de la Propriété Forestière (délégation Auvergne-Rhône-Alpes)

Plus d'informations : <https://www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/surface-de-foret-en-evolution-de-naturelle-a15068.html>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long
de la vie
du peuplement

LES BONNES PRATIQUES



Selon les peuplements en place, **ENCOURAGER** :

- la diversité des structures



Pour la faune et la flore, **CONSERVER** :

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- la continuité entre les espaces naturels et les peuplements



Crédit photo : © D. Sorel, RNN Forêt de la Massane

10. Gestion en libre évolution d'une vieille forêt à haut degré de naturalité

La Hêtraie de la Massane est en libre évolution depuis a minima 150 ans, et abrite l'ensemble des étapes du cycle sylvigénétique et les strates forestières (arborescente, arbustive et herbacée).

Le projet collecte les données écologiques et mesure les impacts du changement climatique sur les écosystèmes, afin d'observer la réponse « naturelle » d'un écosystème forestier non soumis à des coupes.

Depuis 1959, une station météorologique locale permet notamment de documenter les événements climatiques locaux intenses, habituellement lissés dans les modèles climatiques. Un observatoire forestier a été mis en place en 1999, pour suivre la dynamique forestière de manière exhaustive.

Ces deux outils « socles » permettent de documenter les réactions de l'écosystème face aux effets du changement climatique. Ces données sont mises à la disposition des équipes de recherche pour déployer de nouvelles analyses croisées.

Un ATBI (All Taxa Biodiversity Inventory – inventaire général de la biodiversité) est également mené et comptabilise plus de 12 000 taxons recensés.

Porteurs de projet : Association des Amis de la Massane, Fédération des réserves naturelles catalanes, Réserve naturelle nationale de la forêt de la Massane

Plus d'informations : <http://www.rnnmassane.fr>

POUR FAIRE FACE À CES ALÉAS CLIMATIQUES



Tout au long de la vie du peuplement



En phase de renouvellement

LES BONNES PRATIQUES



Selon les peuplements en place, **ENCOURAGER** :

- la valorisation du potentiel génétique et les processus de sélection naturelle
- la diversité des essences
- la diversité des structures
- le maintien d'un microclimat forestier



Pour les sols, **FAVORISER** :

- la préservation des propriétés physico-chimiques des sols forestiers
- la préservation du fonctionnement biologique des sols forestiers



Pour la faune et la flore, **CONSERVER** :

- les habitats naturels et les réservoirs de biodiversité
- la continuité entre les espaces naturels et les peuplements

POUR ALLER PLUS LOIN

ARTISAN – Un projet Life sur 8 ans pour favoriser le déploiement des «Solutions d’adaptation fondées sur la Nature» sur les territoires français

<https://www.ofb.gouv.fr/le-projet-life-integre-artisan>



RÉFÉRENCES

- EFFIS Estimates for European Union. Récupéré sur Copernicus : <https://effis.jrc.ec.europa.eu/apps/effis.statistics/estimates>, European Union (1995-2023)
- Diagnostiquer l’impact du changement climatique sur un territoire, ADEME (2018)
- Comment développer sa stratégie d’adaptation au changement climatique à l’échelle d’une filière agroalimentaire ? ADEME (2019)
- Construire des trajectoires d’adaptation au changement climatique du territoire, ADEME (2019)
- Evaluer les politiques d’adaptation au changement climatique, ADEME (2019)
- Connaître et agir : le carbone forestier - Forêt et usage du bois dans l’atténuation du changement climatique, ADEME (2021)
- Etude sur le chauffage domestique au bois : Marchés et approvisionnement, ADEME / Solagro / Biomasse Normandie / BVA (2018)
- L’offre des solutions d’adaptation au changement climatique (SafN) – Des filières économiques en émergence, ADEME (2021)
- Connaissance et gestion des habitats et des espèces d’intérêt communautaire. Tome 1 - Habitats forestiers, Cahiers d’habitat Natura 2000 (2001)
- Forêts françaises en crise : nature, climat, société. Analyse et propositions des ONG de conservation de la nature, Revue forestière française (2020)
- Prise en compte du risque incendie de forêts dans l’urbanisme, CEREMA (2018)
- La structuration de la filière forêt-bois, ses performances économiques et environnementales, Cour des comptes (2020)
- Adaptation au changement climatique en Occitanie - Livret n° 5 : la forêt, DREAL Occitanie / CEREMA (2021)
- L’évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques - Les écosystèmes forestiers, EFESE (2018)
- La forêt plantée en France - état des lieux. La feuille de l’inventaire forestier, IGN (2017)
- Portrait des forêts privées avec ou sans plan simple de gestion. La feuille de l’inventaire forestier, IGN (2018)
- Inventaire forestier national – Mémento édition 2022, IGN (2022)
- Indicateurs de gestion durable des forêts françaises : <https://foret.ign.fr/IGD/fr/indicateurs/4.2>, IGN
- Les processus biologiques de réponse des arbres et forêts au changement climatique : adaptation et plasticité phénotypique. Innovations Agronomiques, INRAE (2015)
- Guide pratique « Mieux intégrer la biodiversité dans la gestion forestière », Marion Gosselin & Yoan Paillet (2017)
- Les nouvelles projections climatiques de référence DRIAS 2020 pour la métropole, Météo France (2020)
- Guide pratique pour la gestion durable des ripisylves et des forêts alluviales à destination des propriétaires et des gestionnaires forestiers, INRAE (2020)
- Gestion durable et biodiversité des sols forestiers, GIP Ecofor (2018)
- Key Risks Across Sectors and Regions. In: Climate Change 2022 : Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (2022)
- L’arbre et la forêt à l’épreuve d’un climat qui change, ONERC (2015)
- Impacts du changement climatique : Eau et Biodiversité, ONERC (2022)
- Les dégâts de la sécheresse en cartes, ONF (2019)
- Chiffres clés forêt, ONF (2020)
- En forêt, la crise des scolytes s’accélère partout en France, ONF (2021)
- Cerfs, chevreuils, sangliers... Trop d’ongulés nuit aux forêts, ONF (2022)
- L’introduction d’espèces exotiques en forêt, Société botanique de France (2021)
- Les coûts économiques des espèces envahissantes : un fardeau pour la société, UICN (2021)
- Les solutions fondées sur la nature en forêt pour les risques gravitaires et incendie en France, UICN (2021).

L'ADEME EN BREF

À l'ADEME — l'Agence de la transition écologique, nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines — énergie, économie circulaire, alimentation, mobilité, qualité de l'air, adaptation au changement climatique, sols... — nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires, du ministère de la Transition énergétique et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

Les collections de l'ADEME



ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en oeuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



S'adapter au changement climatique dans la filière sylvicole : un défi à relever avec les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN)

Cette brochure à destination des acteurs de la filière sylvicole met en lumière des Solutions d'adaptation fondées sur la Nature (SafN) mobilisant tant les milieux naturels et les ressources (sols, eau) que la faune et la flore, pour combiner enjeux de l'adaptation au changement climatique et préservation de la biodiversité.

Face aux menaces croissantes en matière d'impacts du changement climatique et de l'érosion de la biodiversité, les initiatives doivent se poursuivre et se multiplier, avec l'appui des politiques publiques, pour accompagner les acteurs de la filière sylvicole dans leur mobilisation.

Cette brochure est accessible sur la librairie de l'ADEME : <https://librairie.ademe.fr/7558-s-adapter-au-changement-climatique-dans-la-filiere-sylvicole-un-defi-a-relever-avec-les-solutions-d-adaptation-fondees-sur-la-nature-safn.html>

Elle peut être complétée par :

- la brochure sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature pour la filière Agriculture
- la brochure sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature pour la filière Bâtiment
- la brochure sur les Solutions d'adaptation fondées sur la Nature pour la filière Tourisme

