

Le changement climatique et la forêt

En Hauts-de-France

Connaissances et
conseils de gestion

SOMMAIRE

I- INTRODUCTION	3
A- Les changements globaux, une réalité actuelle en région Hauts-de-France...	3
B- ...qui va se poursuivre quel que soit le scénario.....	4
II- LES RÉPERCUSSIONS EN FORÊT	5
A- Quelles sont les vulnérabilités forestières de notre région ?.....	5
B- Quelles sont les conséquences déjà constatées pour les principales essences françaises ?	5
Croissance des essences	5
Impact par des phénomènes climatiques extrêmes	6
Développement de certains pathogènes.....	7
C- Des essences forestières qui vont migrer naturellement mais plus lentement que le changement climatique.....	8
D- Comment le propriétaire peut-il agir sur sa gestion forestière face aux changements climatiques ?	9
Fiche 1 : Pour connaître les forces et faiblesses de sa forêt face au changement climatique, commencer par faire un diagnostic complet.....	10
Fiche 2 : Opter pour une sylviculture économe en eau et favorable à la résistance des forêts	14
Fiche 3 : Privilégier le mélange des essences pour optimiser la résilience et résistance des forêts	16
Fiche 4 : Préserver le milieu forestier dans son intégrité	18
Le rôle de la gestion durable des forêts pour atténuer le changement climatique.....	20
Conclusion.....	21
Glossaire.....	22
Webographie principale.....	23

Note aux lecteurs

Vous trouverez tout au long du document **des mots en gras et en couleur** qui sont définis dans le glossaire en fin de brochure.

A chaque paragraphe, le pictogramme  vous indiquera à quelle page les retrouver.



Jean Lemaire © CNPF

INTRODUCTION

A - Les changements globaux, une réalité actuelle en région Hauts-de-France...

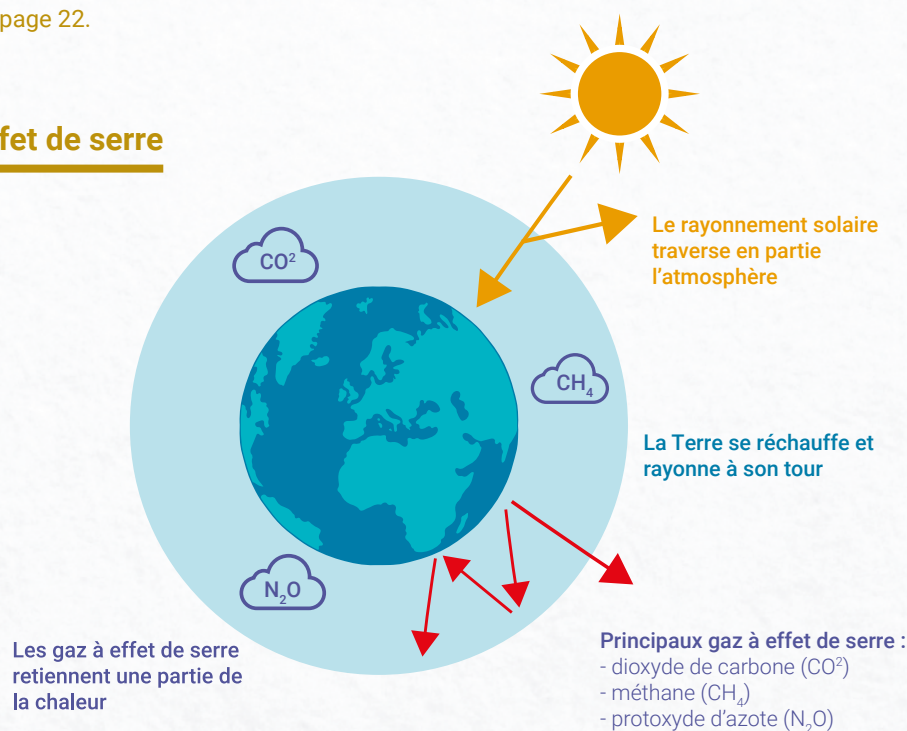
Les **changements globaux** désignent les modifications rapides sur Terre principalement imputables aux activités humaines. Le réchauffement climatique en est un des exemples les plus connus. L'augmentation des températures des cinquante dernières années résulte de l'activité humaine, notamment de par l'augmentation de la concentration des gaz à effet de serre sur la planète. Depuis l'ère industrielle, l'utilisation des éner-

gies fossiles par l'homme a augmenté la proportion de ces gaz (dioxyde de carbone, méthane, protoxyde d'azote...) dans l'atmosphère. Ces gaz laissent passer les rayons solaires qui réchauffent la planète mais retiennent en partie l'énergie émise par le système Terre sous forme d'infrarouge, ce qui augmente la quantité d'énergie totale sur terre, avec pour conséquence directe, une augmentation des températures.



cf. glossaire page 22.

Principe de l'effet de serre

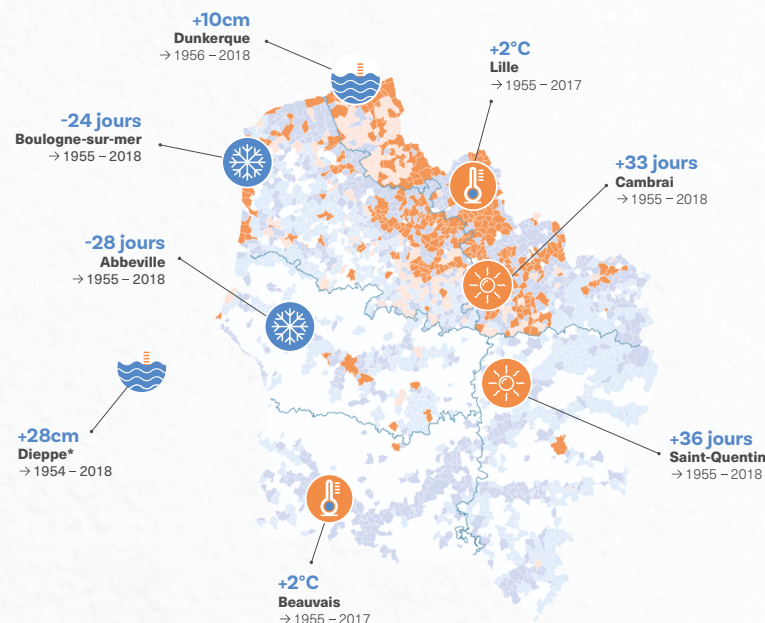


Source : convention citoyenne sur le climat



En France, le réchauffement a connu un rythme variable, avec une augmentation particulièrement marquée depuis les années 1980 selon Météo France. Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ +0,3°C par décennie. Cela s'applique également dans les Hauts-de-France avec plus 2°C pour certaines villes, sans compter la diminution du nombre de jours de gel, l'augmentation du niveau de la mer et du nombre de journées d'ensoleillement.

Impact du changement climatique dans les Hauts-de-France



Évolution des paramètres climatiques (à la station, d'après Météo-France & le SHOM)

- Jour de gel** : défini par une température minimale inférieure ou égale à 0°C
- Température** : moyenne entre les températures continentales minimales et maximales
- Niveau de la mer** : défini comme l'évolution en cm de la hauteur d'eau marégraphique moyenne
- Jour anormalement chaud** : défini lorsque la température maximale est supérieure de plus de 5°C à la normale (1981-2010)

Exposition actuelle aux risques climatiques (DREAL Hauts-de-France/SIDDEE/PAD d'après des données du MTES-SDES de 2016.)

- Aucun
- Très faible
- Faible
- Moyen
- Fort

*hors région : station choisie pour avoir un point de référence dans une région limitrophe, faute de marégraphe sur la côte picarde

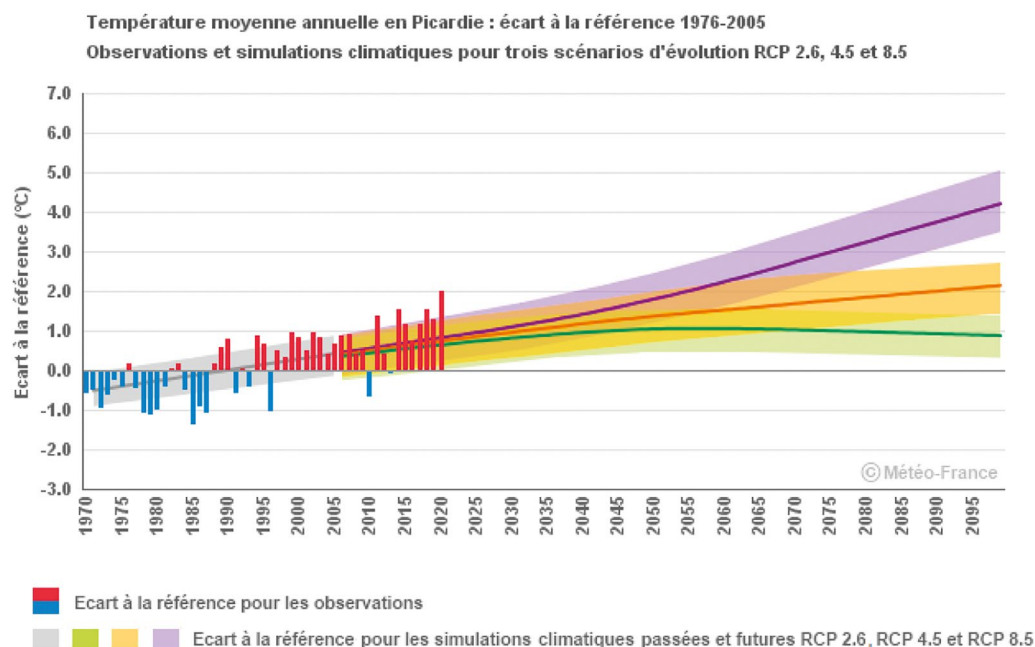
© Observatoire climat Hauts-de-France

B - ...qui va se poursuivre quel que soit le scénario

L'analyse des simulations du climat à venir, qui repose sur des scénarios d'émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2100, montre que le réchauffement va se poursuivre au cours du XXI^e siècle. Selon le scénario « pas de politique climatique visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre », il pourrait atteindre +3°C à l'horizon 2071-2100 par rapport à la période 1976-2005

sur le territoire régional. Pour d'autres scénarios, l'augmentation serait cantonnée à +2°C. Les prévisions de pluviométrie sont plus difficiles à élaborer mais on peut s'attendre à une augmentation des périodes de sécheresses estivales et une répartition inégale des précipitations annuelles.

Evolution de la température moyenne en région selon les différents scénarios RCP



Source : site internet Climat HD de Météo France



Quant aux aléas climatiques (sécheresse, canicule, incendie, tempête...) déjà de plus en plus fréquents, ils risquent d'augmenter encore en fréquence et en intensité selon les modèles climatiques repris par le **GIEC**.



cf. glossaire page 22.



Sylvain Gaudin © CNPF

LES RÉPERCUSSIONS EN FORÊT

A - Quelles sont les vulnérabilités forestières de notre région ?

Même si historiquement, les pensées étaient orientées sur des impacts davantage axés au sud de la France, le constat introductif de cette brochure et les études déjà menées en région montrent :

→ La présence de territoires sensibles avec notamment :

- Des massifs forestiers fragmentés, la région Hauts-de-France n'ayant que 15.1 % de sa surface recouverte par de la forêt, (Source : **IGN**, 2021)
- Des zones sensibles aux sécheresses comme par exemple :
 - Les sols sableux pauvres très drainants dans les régions naturelles du Valois et du Soissonnais,
 - Les sols calcaires superficiels combinés à des expositions sud et une pluviométrie modérée sur certaines collines d'Artois.

→ L'existence d'essences potentiellement vulnérables :

- Parmi les essences les plus abondantes dans notre région se trouvent des essences sensibles aux sécheresses, installées sur des stations inadaptées ou risquant de devenir inadaptées comme par exemple, le Chêne pédonculé, le Hêtre et l'Épicéa commun.

→ Des facteurs locaux aggravant la situation :

- Un déséquilibre forêt-gibier sur de nombreux secteurs entravant le renouvellement,
- Des risques sanitaires nouveaux dépendants du changement climatique (prolifération de ravageurs comme l'encre du châtaignier qui bénéficie des hivers doux pour survivre plus facilement dans le sol et dont l'alternance période humide période de sécheresse donne une maladie en recrudescence depuis les années 2000).

B - Quelles sont les conséquences déjà constatées pour les principales essences françaises ?

✓ Croissance des essences

Les évolutions de la concentration atmosphérique du dioxyde de carbone ainsi que l'élévation de la température moyenne développent l'activité **photosynthétique** des végétaux qui ont ainsi une croissance améliorée.

Les suivis effectués au cours des trois dernières décennies montrent par ailleurs que toutes les espèces étudiées (Chêne

sessile, Hêtre commun, Érable sycomore, Frêne commun et Sapin) ont avancé leurs dates de débourrement des feuilles ou aiguilles au printemps. Les arbres perdent également leurs feuilles plus tard, la période de photosynthèse est donc allongée dans le temps amenant ainsi à un allongement de la saison de végétation (Chuine, 2010).



cf. glossaire page 22.

Impact des phénomènes climatiques extrêmes

Cependant cette productivité forestière boostée par le changement climatique est freinée selon l'IGN depuis 2000 avec un décrochement encore plus notable depuis 2015 pour plusieurs raisons.

D'un point de vue phénologique, les hivers de moins en moins froids peuvent altérer voire retarder la levée de **dormance** pour certaines essences et donc freiner le processus de débourrement foliaire. D'autres phénomènes climatiques altèrent la croissance des arbres voire leur survie. Les débournements précoces cités plus haut ont l'inconvénient d'exposer les jeunes feuilles aux gelées tardives et donc de voir ces feuilles flétries et les bourgeons apicaux brûlés par le gel.

De plus, il faut rappeler que le mécanisme de la photosynthèse est lié à la transpiration de l'arbre c'est à dire la perte d'eau au niveau des feuilles. Ainsi un démarrage plus précoce de la saison

de végétation conduit à davantage de photosynthèse comme nous l'avons vu mais aussi à davantage de transpiration au printemps. Cette perte d'eau doit être compensée par une consommation plus importante de la réserve en eau du sol, ce qui, corrélé avec d'autres facteurs climatiques, accentue le risque de stress hydrique pour les arbres en saison de végétation.

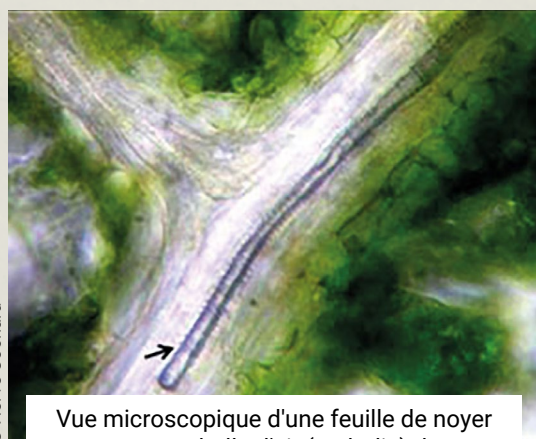
Au-delà de certains mécanismes d'adaptation que peuvent mettre en place les arbres (fermeture de stomates pour limiter l'**évapotranspiration**), les canicules, parfois associées aux épisodes de sécheresse impactent les arbres à différents niveaux : flétrissements et rougissements dans les houppiers (accompagnés parfois de chutes précoces du feuillage), fissuration ou craquèlement des écorces sur les jeunes arbres ou les essences à écorce fine (« coup de soleil ») pour des degrés moindres.

Xavier Grenié © CNPF



Conséquence des gelées tardives sur un chêne pédonculé.

© Hervé Cochard



Vue microscopique d'une feuille de noyer montrant une bulle d'air (embolie) dans un vaisseau d'une petite veine.



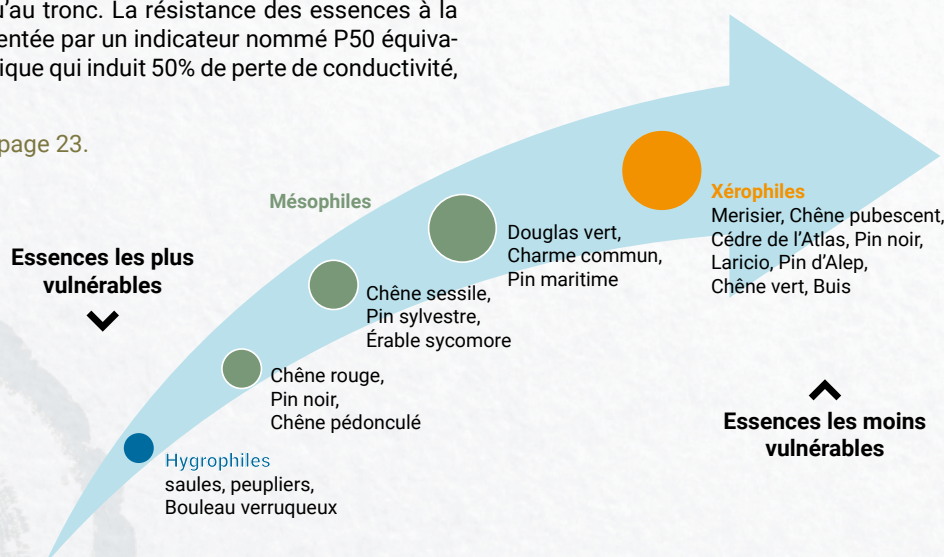
cf. glossaire page 22.

Un phénomène encore plus préjudiciable à la survie des arbres est l'embolie gazeuse. Ces ruptures dans les canaux du xylème sont liées à la cavitation qui se manifeste par la formation de bulles d'air au sein de la colonne d'eau qui circule dans les vaisseaux de l'arbre. Ce phénomène irréversible peut être grave, car la rupture d'une colonne d'eau signifie qu'elle n'est plus en mesure de conduire la **sève brute** vers les feuilles. Cela conduit à la mort de la simple feuille, de la branche voire de tout ou partie du houppier allant jusqu'au tronc. La résistance des essences à la cavitation est représentée par un indicateur nommé P50 équivalant au potentiel hydrique qui induit 50% de perte de conductivité,

à savoir 50% des vaisseaux et/ou trachéides embolisés. La variabilité interspécifique en est très élevée. Certaines espèces sont très vulnérables (comme les aulnes, les saules ou les peupliers) et d'autres très résistantes (cupressus, genévriers, buis). Les travaux de recherche permettent de classer les essences européennes selon leur vulnérabilité. Sans les énumérer toutes, voici quelques exemples :



cf. glossaire page 23.



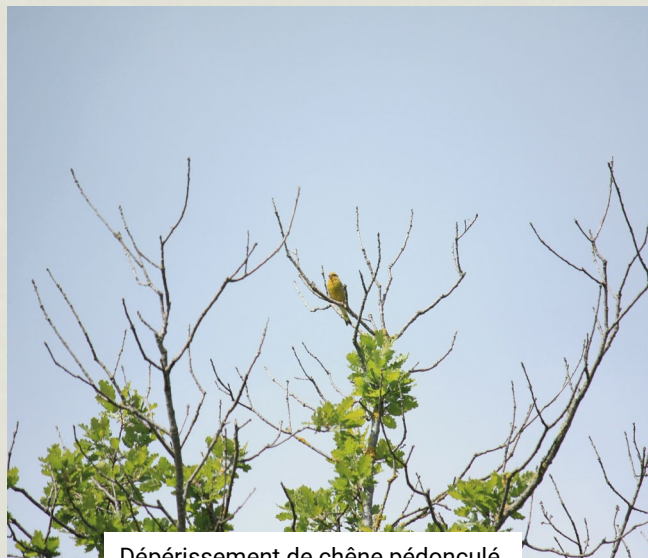
Source : d'après Cochard H. et al, 2016. L'embolie et la vulnérabilité des arbres à la sécheresse.

Alain Csakvary © CNPF



Rougisement de douglas consécutif à un épisode de sécheresse.

Jérôme Rosa © CNPF



Dépérissement de chêne pédonculé.

✓ Développement de certains pathogènes

Bien que l'arrivée de certains pathogènes soit liée à l'introduction d'essences nouvelles sur le territoire ou à l'augmentation du libre-échange entre pays, il existe pour quelques-uns d'entre eux, parfois déjà présents sur le territoire français, des effets bénéfiques pour leur développement, que ce soit dans l'extension de leur aire géographique ou tout simplement dans l'augmentation de leurs populations.

L'humidité et l'augmentation de la température influencent favorablement les cycles biologiques des parasites.

L'évolution du climat permet également aux pathogènes ou ravageurs de coloniser de nouveaux milieux. Ils sont souvent très sensibles à la température.

Le réchauffement permet l'expansion vers le Nord de certains parasites.



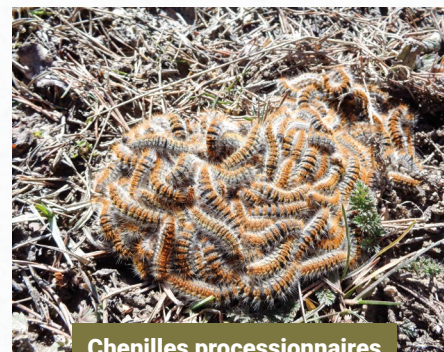
Maladie des bandes rouges

Jérôme Rosa © CNPF



Oïdium du chêne

Jérôme Rosa © CNPF



Chenilles processionnaires

Carole Penpoul © CNPF

La maladie des bandes rouges sur les pins et l'encre du châtaignier sont des phénomènes biotiques favorisés par les évolutions climatiques.

Les stations ensoleillées sont plus fortement soumises à la pression de l'oïdium qui trouve son développement optimal dans les jeunes plantations en période estivale sèche accentuée par des pluies d'orage.

La chenille processionnaire du pin, déjà présente en région, étend son aire de répartition vers le nord du territoire métropolitain avec l'augmentation des températures..

À NOTER

A l'heure actuelle, **le stock de bois sur pied continue à augmenter en forêt mais plus lentement que dans les deux dernières décennies**. L'édition 2022 du memento IGN met en lumière une régression de la **production biologique « nette »** (de 10 % environ en 10 ans) induit par une augmentation de 50 % de la mortalité des arbres entre les périodes 2005-2013 et 2012-2020. Le surplus de cette mortalité est en partie lié au réchauffement climatique mais pas exclusivement.



cf. glossaire page 22.

C - Des essences forestières qui vont migrer naturellement mais plus lentement que le changement climatique

Pour affronter les changements, les peuplements peuvent s'adapter sur place grâce à leur diversité génétique intraspécifique et en mettant en œuvre des processus d'évolution génétique (via la reproduction). Les peuplements peuvent également s'adapter grâce à leur plasticité **phénotypique** (adapter son phénotype au cours de sa vie en environnement changeant, processus sur une génération). Les arbres peuvent par exemple, modifier la taille de leur système racinaire pour aller chercher de l'eau en profondeur en cas de sécheresses répétées. Mais ces adaptations sont-elles suffisantes pour faire face à des changements si conséquents et aussi rapides ? La question reste en suspens.

Les arbres ont aussi la capacité de coloniser des aires plus appropriées à leur espèce. Ces phénomènes nécessitent un temps très long d'adaptation alors que les changements sont très rapides. La migration naturelle des végétaux (liée à la capacité de dispersion des semences) a assuré le maintien global des écosystèmes à l'échelle de la planète alors qu'au moins

17 périodes glaciaires se sont succédées au cours des 2 derniers millions d'années. Mais pour que les écosystèmes subsistent, la vitesse des évolutions climatiques doit être compatible avec la capacité de déplacement des espèces (notamment végétales). Or, en plaine et dans une moindre mesure en montagne, les évolutions aujourd'hui rapides du climat ne permettent pas aux espèces de suivre les évolutions des températures.

En plaine, les distances à parcourir par les espèces végétales pour suivre leur aire climatique sont importantes du fait de la vitesse inédite des changements en cours et du gradient thermique latitudinal (-1 °C pour 100 km vers le Nord). La vitesse du changement climatique actuel est 40 à 400 fois plus rapide que le déplacement effectif des espèces.

Parallèlement à ce constat, la fragmentation des paysages de plaine est un élément qui freine, voire empêche, la migration effective des espèces.

 cf. glossaire page 22.

Schéma comparatif de la vitesse d'évolution du climat et de la capacité de migration des espèces végétales

Vitesse du changement climatique actuel
(si +2°C par siècle)

200 km/siècle

Vitesse de migration post glaciaire

15 à 50 km/siècle

Vitesse de migration actuelle

5 km/siècle

0,5 km/siècle

Légende :



essence forestière



végétation herbacée

Source : réalisé d'après études et exposés Ducouso, Delzon, Dupouey.



D - Comment le propriétaire peut-il agir sur sa gestion forestière face aux changements climatiques ?

La gestion forestière nécessitant un raisonnement sur le long terme il est nécessaire de savoir ce qu'il importe de faire ou de ne pas faire actuellement pour pérenniser la forêt de demain.

Face au changement climatique, le forestier doit se poser un certain nombre de questions qui vont l'aider à faire les bons choix de gestion et à éviter des situations de crise. Le schéma proposé ci-dessous vise à guider son raisonnement.

Quelques exemples de mise en œuvre des mesures proposées sont traités dans les fiches associées.



Louis Amandier © CNPF

LE DIAGNOSTIC



J'effectue avec l'aide de professionnels un diagnostic complet de ma forêt en tenant compte du climat actuel et de son évolution possible.

→ Cela me permet d'identifier sa vulnérabilité et les risques auxquels elle pourrait être exposée.



Je reconnais les essences présentes et me renseigne sur leurs potentialités (comportement vis-à-vis des sécheresses, besoins en eau etc...).



Je m'assure qu'elles soient bien adaptées aux différentes parcelles où je les ai repérées.

Ma forêt présente déjà des signes de dépérissement

Je fais appel à mon gestionnaire qui éventuellement fera appel à un spécialiste de type **Correspondant Observateur du Département de la Santé des Forêts (DSF)** pour identifier : la cause du dépérissement, sa réversibilité, son ampleur (pourcentage d'arbres touchés...)

→ L'ensemble donnera le niveau de gravité de la situation

Si faible gravité

- Renforcement de la surveillance sanitaire,
- Mesures correctrices et/ou d'anticipation.

Si forte gravité

Gestion de crise*

Ma forêt ne présente pas ou peu de signes de dépérissement

Le diagnostic indique que les risques sont **mineurs** et/ou ma forêt est **peu vulnérable** aux risques identifiés.

Je reste vigilant et attentif à l'apparition d'éventuels signes de dépérissement ou d'attaque de parasites. Et je ne m'empêche pas de mettre en œuvre les recommandations ci-dessous.

Les risques identifiés lors du diagnostic sont importants et/ou ma forêt est jugée vulnérable : **il faut commencer à anticiper très progressivement pour ne pas risquer de perdre mon patrimoine !**

Quelles actions mettre en œuvre en anticipation ?

- Sélectionner progressivement les essences les mieux adaptées aux conditions climatiques futures et anticiper la récolte de celles qui ne le sont pas.
→ fiche n°1 page 10
- Dynamiser la sylviculture afin d'améliorer l'économie en eau et la résistance des peuplements.
→ fiche n°2 page 14
- Introduire progressivement en mélange, ou après récolte des essences et provenances adaptées aux conditions climatiques futures.
→ fiche n°3 page 16
- Penser à préserver son milieu forestier dans son intégrité pour s'assurer au mieux des fonctions de résilience et résistance.
→ fiche n°4 page 18



cf. glossaire page 22.

* Il existe un guide de gestion des forêts en crise sanitaire, actualisé en 2021, disponible à l'adresse suivante : <https://agriculture.gouv.fr/le-guide-de-gestion-des-crisis-sanitaires-en-foret>

...DE MA STATION

L'augmentation des températures, la répartition des précipitations annuelles et les périodes de sécheresses plus longues et plus fréquentes ont des conséquences déjà visibles sur la réserve utile des sols forestiers. Ces changements remettent en question la place de certaines essences qui ne trouveraient plus les conditions stationnelles favorables à leur croissance, voire à leur survie.

Les facteurs stationnels locaux (réserve en eau, richesse minérale...) définissent les conditions de croissance pour les arbres. Mieux les connaître permet de guider le choix des essences à mettre en place. Des catalogues et des guides de stations forestières ont été établis pour faciliter la détermination de ces critères stationnels et orienter en conséquence le choix des essences. Une essence non recommandée sur une station donnée poussera dans des conditions qui lui sont peu favorables, ce qui n'est bénéfique ni pour cette essence, ni pour le propriétaire ou le gestionnaire qui souhaite la valoriser par la suite. Elle sera de plus, beaucoup plus vulnérable face à des conditions climatiques qui se durcissent.

C'est pourquoi il est recommandé aux propriétaires et aux gestionnaires de s'assurer avant toute chose de l'adéquation de l'essence en place, ou bien de celles qu'ils souhaitent introduire avec la station : la bonne essence au bon endroit !

Les guides de stations reposant sur des données de climat actuel, il faut bien veiller à recouper les informations qu'ils détiennent avec d'autres outils qui intègrent les évolutions futures du climat (voir encadré page 10) afin d'opter pour le meilleur choix d'essences possible. Ainsi, l'analyse d'une situation doit prendre en compte :

a- Pour les sols :

leur capacité à retenir l'eau, leur profondeur, leur propension à l'engorgement, les flux d'eau venant les alimenter, et l'évolution de ces flux dans les prochaines années...

b- Pour les essences :

leur capacité à supporter des sécheresses, des gels plus précoces ou tardifs, leur sensibilité à l'engorgement ou encore à l'augmentation des températures...



Qu'entend-on par station forestière?

La station forestière est une zone d'étendue variable, homogène dans ses conditions physiques et écologiques (climat, topographie, sol et végétation naturelle). Dès qu'un de ces critères varie, on observe une nouvelle station forestière.



Pour aller plus loin

Les guides de station et autres documents relatifs au diagnostic stationnel comme la sensibilité des essences par station face au changement climatique sont disponibles à l'adresse suivante :

<https://hautsdefrance-normandie.cnpf.fr/brochure-et-guides-des-stations-forestieres-en-hauts-de-france>

A titre d'exemple, des sols très fertiles et à faible réserve utile ou très drainants auront une très forte sensibilité au changement climatique. C'est le cas des hêtraies charmaies sur sol crayeux superficiel (station fréquente en haut de versant sur la région du Plateau Picard, image ci-contre).

En contexte de climat futur, certaines essences présentes aujourd'hui comme le Hêtre risquent donc d'avoir des conditions défavorables à leur développement.



Profil de sol superficiel où l'on voit que la roche crayeuse arrive rapidement (ici à 40 cm de profondeur).



Sylvain Gaudin © CNPF

Un sondage pédologique permet de caractériser le type de sol présent et contribue à l'analyse de la station.

Certaines essences dominantes dans les peuplements actuels peuvent présenter, dans quelques cas, une forte sensibilité aux changements climatiques. Maintenir ces essences comme essences principales est alors plus risqué que de les conserver comme essences secondaires. Il convient donc de réduire progressivement leur couvert au profit d'essences supportant mieux les conditions climatiques futures. C'est le cas, par exemple, des hêtraies en pente sud sur sols peu profonds qui peuvent régénérer naturellement mais dont il sera préférable d'associer d'autres essences plus adaptées à la station et au changement climatique comme, par exemple, le chêne pubescent pour compléter le peuplement principal.

Cependant, cela ne signifie pas qu'il faut rapidement et prématurément récolter ces essences et les remplacer systématiquement par d'autres. La notion de risque doit être analysée :

- en fonction du temps (les changements annoncés se feront à une échelle de temps adaptée) ;
- en fonction de la proximité du terme d'exploitabilité des essences en place.

De plus et comme rappelé au préalable, il ne faut pas non plus complètement éluder la capacité des arbres à s'adapter sur place à de nouvelles conditions climatiques (à travers des processus d'adaptations et de sélections génétiques variés) ni manquer à la nécessité de maintenir des éléments favorables à la biodiversité (vieux bois, bois morts ou à cavités...) pour maintenir l'ensemble des espèces qui accompagnent les peuplements dont un changement radical pourrait signifier une perte d'habitats.

Les facteurs stationnels locaux (réserve en eau, richesse minérale...) définissent les conditions de croissance pour les arbres.



Des outils en cours d'élaboration pour intégrer le risque climatique



L'outil BioClimSol développé par le CNPF a pour objectif d'aider les gestionnaires forestiers dans la gestion des peuplements et le choix des essences pour les actions de boisement et reboisement dans un contexte de changement climatique effectué selon deux approches complémentaires :

- Evaluation des zones de vigilance ou de risque de dépérissement d'un peuplement présent,
- Modélisation de la compatibilité climatique, pédologique et topographique des essences en reboisement.

 <https://www.cnpf.fr/nos-actions-nos-outils/outils-et-techniques/bioclimsol>



Climessences est un outil en ligne mettant à disposition des informations sur les principales essences présentes en France mais aussi sur d'autres essences, jugées potentiellement intéressantes (ou à éviter) dans un futur plus ou moins proche. Cet outil permet aussi de se projeter dans les conditions climatiques futures selon différents modèles et de déterminer quelles essences y seraient mieux adaptées dans différents futurs climatiques.

 <https://climessences.fr/>

Et poursuivre avec un diagnostic complet... ...DE SON PEUPLEMENT

Que l'on soit en peuplement mature où les arbres sont prêts à être récoltés ou sur une jeune plantation, la prise en compte du changement climatique dans la gestion forestière n'est pas la même.



Le diagnostic évalue l'avenir du peuplement en place. Cet état des lieux, idéalement réalisé avec un professionnel, est complémentaire au diagnostic de la station énoncé dans le paragraphe précédent. Un peuplement peut être vulnérable au changement climatique, même si l'essence

est actuellement bien en station. Il peut y avoir eu une gestion antérieure inadéquate (suppression des arbres d'avenir ou éclaircie trop brutale qui a rendu instable le peuplement par exemple...) ou bien des dépérissements importants qui ne permettent pas d'assurer un avenir pour le peuplement.

Différentes informations sont à considérer dans un diagnostic de peuplement. Pour l'avenir et la viabilité du peuplement présent, les éléments importants à prendre en compte sont :

- la structure du peuplement (futaie, taillis, mélange taillis futaie),
- le capital sur pied (nombre de tiges/ha, volume sur pied),
- l'état sanitaire du peuplement (degré d'intensité des dépérissements, causes et réversibilité ou non du phénomène observé) et la qualité des tiges d'avenir.

A titre d'exemple, pour **une essence située en zone de vigilance climatique élevée** pour ses conditions stationnelles, voici le raisonnement que l'on pourrait avoir en fonction de différents critères, d'après l'outil BioClimsol.

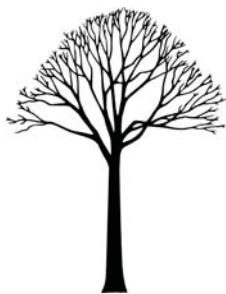
ÉTAT SANITAIRE du peuplement	PEUPLEMENT proche du TERME D'EXPLOITABILITÉ (défini par les SRGS)	RECOMMANDATIONS de GESTION BioClimSol
TRÈS STRESSÉ ou DÉPÉRISSANT 	OUI	Peuplement mature présentant des signes de dépérissement en zone de vigilance maximale ou élevée : - Programmer dans un délai assez court la récolte du peuplement, - Ne pas renouveler en plein l'essence principale, favoriser les peuplements mélangés, - Reboiser et/ou favoriser la régénération naturelle avec une ou plusieurs essences adaptées.
	NON	Peuplement non mature ou irrégulier présentant des signes de dépérissement en zone de vigilance maximale ou élevée : - Suivi de l'état sanitaire pour connaître son état de résilience, ➡ Si la résilience est suffisante : - Favoriser les tiges résilientes ou saines de qualité lors des éclaircies, ainsi que le mélange des essences (éclaircies, enrichissement), - Éclaircies douces et fréquentes pour raccourcir le terme d'exploitabilité et favoriser la résilience. ➡ Si la résilience est insuffisante : - Selon le contexte local et l'essence principale, raccourcir le terme d'exploitabilité : - soit en pratiquant des éclaircies pour abaisser la concurrence et tenter de favoriser la résilience, - soit ne pas éclaircir et récolter plus ou moins précocement selon la réaction du peuplement.
PEU STRESSÉ ou SAIN 	OUI	Peuplement mature présentant peu ou pas de signes de dépérissement en zone de vigilance maximale ou élevée : - Suivi annuel de l'état sanitaire, - Favoriser le mélange et les tiges résilientes ou saines de qualité lors des derniers passages en éclaircie, - Ne pas renouveler uniquement l'essence principale, favoriser les peuplements mélangés, - Reboiser et/ou favoriser la régénération naturelle avec une ou plusieurs essences adaptée.
	NON	Peuplement non mature ou irrégulier présentant peu ou pas de signes de dépérissement en zone de vigilance maximale ou élevée : - Suivi annuel de l'état sanitaire, - Éclaircies douces et fréquentes pour raccourcir le terme d'exploitabilité, - Favoriser le mélange et les tiges résilientes ou saines lors des éclaircies.

Source : BIOCLIMSOL



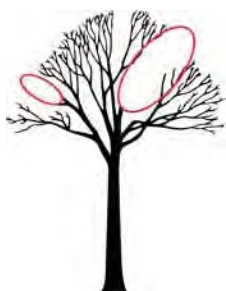
cf. glossaire page 23.

Les premiers signes de dépérissement du chêne



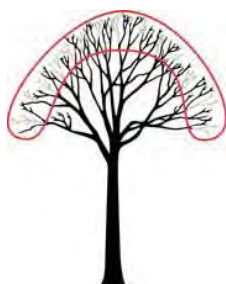
ARBRE SAIN

Ramifications fines très abondantes et dirigées normalement. Couvert du houppier très fermé.



MORTALITÉ DE BRANCHES

Grosses branches desséchées laissant de grands vides dans le houppier.

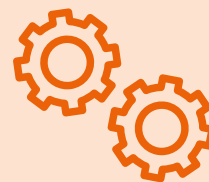


PERTE DE RAMIFICATION

Disparition d'une partie de la ramification. Houppier clair.



Sylvain Gaudin © CNPF



Des méthodes de diagnostics à destination des professionnels pour quantifier le dépérissement



La méthode d'analyse architecturale des arbres (ARCHI) du CNPF, permet de diagnostiquer les anomalies du développement (écarts à la normale) ainsi que les processus de résilience (retours à la normale) après un accident climatique. Plusieurs observations sont réalisées et hiérarchisées, selon le type d'essence retenue. L'analyse qualitative des symptômes permet de diagnostiquer l'état de santé des arbres. L'appui d'un technicien formé est nécessaire pour l'élaboration de ce diagnostic. Il ne concerne cependant pour le moment que quelques essences (hêtre, châtaignier, chênes sessile, pédonculé et pubescent pour les essences feuillues locales ainsi que Douglas, pins et épicéa commun pour les résineux).

Une page internet est dédiée à cet outil sur le site du CNPF :

 <https://www.cnpf.fr/nos-actions-nos-outils/outils-et-techniques/archi>



DEPERIS est une méthode du DSF qui répond au besoin d'évaluer la situation phytosanitaire des massifs à un moment donné et son évolution. Elle s'adapte à toutes les essences et prend en compte différentes échelles de travail (parcelles, massifs...). Cette méthode est réalisée suivant la notation de la mortalité des branches et le manque de ramification (feuillus) ou d'aiguilles (résineux).

 <https://agriculture.gouv.fr/la-methode-deperis-comment-quantifier-et-mesurer-letat-de-sante-dune-foret-et-son-evolution>

En traitement régulier

En traitement régulier, la **sylviculture dynamique** est une sylviculture qui prévoit des éclaircies régulières et suffisamment vigoureuses destinées à réduire le nombre de tiges dans l'étage dominant mais aussi l'âge d'exploitabilité des essences objectif (essences qui, par leurs qualités, constitueront *a priori*, le peuplement final).

➔ Face à des aléas climatiques et à des problèmes sanitaires de plus en plus fréquents, une des actions anticipatives au changement climatique consiste à mener ce type de sylviculture.



Sylvain Gaudin © CNPF

FUTAIE ÉCLAIRCIE RÉGULIÈREMENT

- Diminution de la concurrence pour l'alimentation en eau du peuplement,
- Meilleure stabilité du peuplement face au vent,
- Meilleure vitalité qui peut permettre de mieux résister aux attaques de certains ravageurs,
- Croissance en diamètre optimale,
- Plus grande biodiversité offrant une meilleure résilience,
- Apport de lumière au sol permettant le développement de la végétation utile à l'alimentation du gibier et source de biodiversité.



Gilles Pichard © CNPF

FUTAIE DENSE

- Concurrence importante pour l'alimentation en eau et pour l'accès à la lumière. Le stress hydrique apparaîtra d'autant plus vite que la concurrence est forte,
- Risque d'instabilité du peuplement,
- Risque de dégradation de l'état sanitaire,
- Stagnation de la croissance en diamètre,
- Baisse de la biodiversité due à l'absence de lumière.

Comment mettre en place cette sylviculture sans pour autant perdre en productivité ?

Avant toute chose, il est important de diagnostiquer l'état actuel du peuplement et d'envisager son avenir (cf. *fiche diagnostic*). **Il est déconseillé de procéder à ce type de gestion sur des peuplements sans avenir ou sur des stations à potentiel sylvicole limité.** Le compromis qui permet d'obtenir une diminution des densités sans perdre en productivité consiste à avoir une distance entre les arbres équivalente de 25 à 30 % de leur hauteur.

Sur les peuplements présentant un avenir :

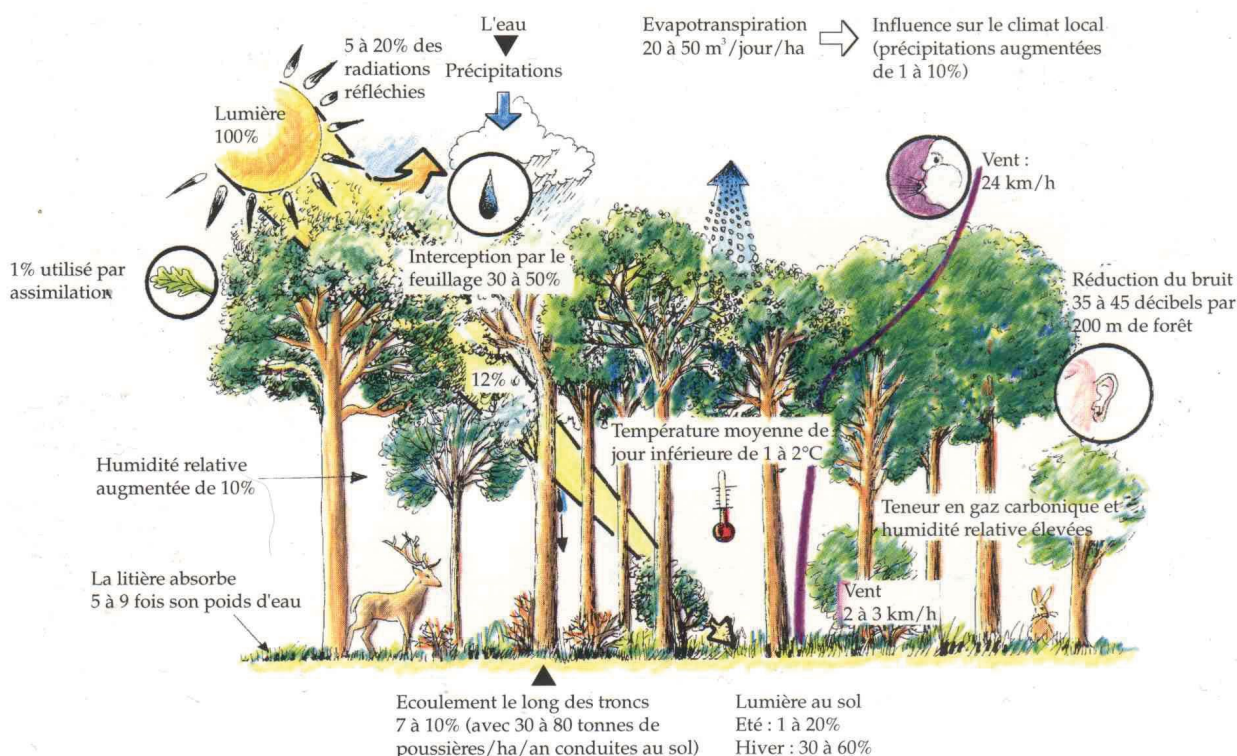
- ➔ Effectuer des éclaircies avec une rotation tous les 6 à 10 ans¹ selon les essences et les stations,
- ➔ Privilégier des interventions fréquentes et prélevant peu de bois, en travaillant au profit des arbres de qualité au houpier bien développé,
- ➔ Quand le peuplement est en retard d'éclaircie, adopter des prélèvements encore plus prudents pour ne pas déstabiliser les arbres déjà déséquilibrés.

¹ Se référer aux recommandations des SRGS Hauts-de-France.

Le maintien d'un sous-étage maîtrisé permet de réduire les éventuels coups de soleil, les gourmands et les grosses branches basses.

En cas de plantation, différentes densités sont possibles. Les plantations à densités plus élevées induiront davantage de dépressages que celles à densité plus modestes (830 à 1100 plants/ha). Quel que soit le choix retenu, le maintien d'un recrû

ligneux et d'une végétation accompagnatrice permettront en plus de limiter les dégâts de gibier, de protéger latéralement les plants contre les vents desséchants mais aussi de garder une certaine humidité au sol². Ces recommandations s'appliquent d'autant plus si la surface de renouvellement est grande pour garder une certaine fraîcheur au niveau du sol et une ambiance forestière.



Source : Le guide illustré de l'écologie, 1996.

En traitement irrégulier

En traitement irrégulier, le microclimat forestier est assuré par les différentes strates du peuplement qui assurent une réduction du rayonnement arrivant au sol (avec en contrepartie, moins de longueurs d'ondes favorables à la photosynthèse pour les strates les plus basses), une diminution de la vitesse du vent et une plus forte humidité de l'air à l'intérieur du peuplement. Cependant comme évoqué dans l'encadré, des études sont encore nécessaires pour connaître avec précision à l'échelle d'un peuplement le bilan hydrique et les flux d'eau. Quant à la prospection racinaire, la diversité des âges permet d'avoir différentes zones de prospection du sol et de coloniser ce dernier en profondeur si les propriétés le permettent (sol meuble, sans pierrosité, etc...). Cependant, rien n'indique encore à l'heure actuelle que le bilan en eau soit amélioré car en augmentant la ressource en eau, on augmente proportionnellement la transpiration des végétaux présents.

Les températures maximales en forêt sont en moyenne inférieures

de 4°C

par rapport aux espaces ouverts

Le saviez-vous ?

Les chercheurs s'intéressent de plus en plus au **microclimat forestier**. La végétation et le sol forestier stockent une quantité importante d'eau. L'évaporation occasionnée par la transpiration des arbres (évapotranspiration) conduit à une humidification et donc un rafraîchissement de l'air ambiant.

De plus, le couvert des arbres produit un ombrage en sous-bois et une atténuation du vent. Ces mécanismes permettent à la forêt de produire un microclimat forestier. On parle aussi d'« **ambiance forestière** ». Les conditions d'humidité et de température sont ainsi tamponnées dans le sous-bois forestier. Les températures extrêmes sont atténuées : les températures maximales en forêt sont en moyenne inférieures de 4°C par rapport aux espaces ouverts, et les températures minimales supérieures de 1 à 2°C. D'après les dernières études scientifiques, l'effet tampon du microclimat forestier permet de laisser aux communautés végétales plus de temps pour s'adapter au réchauffement climatique et limite les stress thermiques et hydriques sur les semis d'arbre favorisant la régénération de la forêt.

² Pour aller plus loin, se référer à la brochure renouvellement du CNPF.

On parle de **résilience** des forêts pour désigner la capacité à retrouver un état et un fonctionnement normal suite à une perturbation importante.

Du fait du changement climatique, les forêts devront faire face à plusieurs aléas abiotiques (sécheresses, tempêtes, canicules) et biotiques (attaques d'insectes dits ravageurs ou de pathogènes).

Pour augmenter la capacité des forêts à faire face à ces aléas, la meilleure solution reste le mélange d'essences et ainsi ne pas mettre « tous ses œufs dans le même panier ». Cette solution est maintenant couramment mise en pratique et présente des avantages indéniables pour préserver la résilience des peuplements.



Régénération naturelle d'essences feuillues
(châtaignier, érable sycomore et hêtre).

Sylvain Gaudin © CNPF

Pourquoi mélanger les essences ?

Avec le changement climatique, il est préférable de diversifier les essences présentes sur sa propriété, pour plusieurs raisons :

- face à des à-coups climatiques, chaque espèce réagit différemment. Certaines peuvent dépérir rapidement alors que d'autres résisteront. Il est donc plus prudent de diversifier dans un contexte de **grande incertitude** quant aux aléas climatiques mais aussi quant à la capacité de réaction des différentes essences,
- avec l'évolution des conditions climatiques, certaines espèces en place et en station aujourd'hui pourraient ne plus se trouver, dans quelques années, dans des **conditions optimales à leur croissance**. En effet, le climat évolue de telle sorte que l'ensemble des zones actuellement favorables aux espèces se déplace vers le Nord et en altitude comme évoqué en début de brochure. Il est donc préférable de ne pas se focaliser sur une seule essence qui risque à terme de ne plus être adaptée aux conditions dans lesquelles elle évolue actuellement,
- le mélange permet d'avoir une **meilleure résistance** face aux parasites avec en moyenne 20% de dégâts en moins que dans les forêts pures³. En effet, la plupart des agents pathogènes

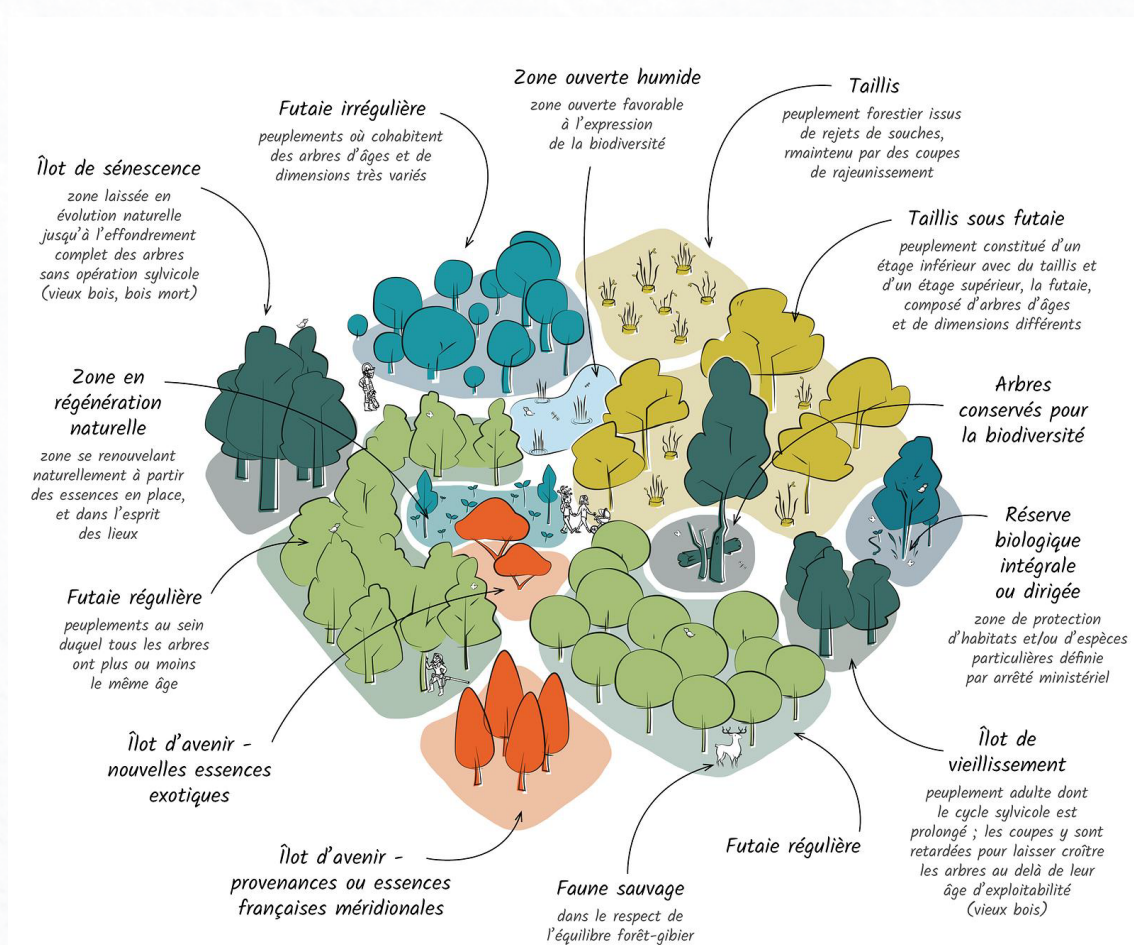
n'agit que sur un nombre limité d'espèces cibles et leur dispersion est ralentie lorsque les peuplements sont mélangés. Par ailleurs, l'association de certaines espèces peut avoir un effet de protection voire de répulsif vis-à-vis de certains ravageurs (l'association feuillus résineux permet par exemple d'avoir des forêts moins impactées par les herbivores ou les maladies),

- cela permet de **diversifier la production dans le temps** (différents âges d'exploitation) et au niveau des essences proposées en produits bois,
- enfin, l'association de différentes essences peut, dans certains cas, faciliter la mobilisation de la **ressource en eau**. En effet, toutes les essences n'ont pas le même système racinaire (les zones de prospection pour absorber l'eau sont différentes, certaines en surface, d'autres plus en profondeur) ni les mêmes périodes de végétation (certaines vont développer leurs feuilles plus précocement ou avoir une feuillaison plus ou moins étalée sur l'année).

³ Etude de septembre 2020 <https://www.annualreviews.org/doi/10.1146/annurev-ento-041720-075234>

Comment mélanger les essences ?

- ➔ Pour le renouvellement des peuplements, **enrichir** certaines parcelles **en plantant de nouvelles essences / provenances** mieux adaptées et **utiliser la régénération naturelle** sur certains secteurs quand les essences sont adaptées.
- ➔ **Favoriser la diversité génétique** en diversifiant les semenciers lors d'une régénération naturelle et en diversifiant les provenances lors d'une plantation.
- ➔ **Varié les stades de développement** des arbres : disposer de peuplements jeunes, mais conserver des stades matures, des îlots de très vieux bois.
- ➔ En cas de plantation mélangée, celle-ci peut être par pied, en ligne, en bande ou par blocs.
- ➔ Savoir hiérarchiser les priorités :
 - **concentrer ses efforts de gestion et ses investissements sur les peuplements présentant un avenir** (essences adaptées aujourd'hui et dans le futur, de qualité) et sur les sols les plus productifs,
 - **également identifier et intervenir sur les peuplements à risque présentant un intérêt** (peuplements de qualité proches de l'âge d'exploitabilité).
- ➔ S'acheminer progressivement chaque fois que c'est possible vers **une forêt mosaïque** (voir dessin).



Source : Office National des Forêts

Le mélange d'essences permet d'avoir une meilleure résistance face aux parasites avec en moyenne

20%

de dégâts en moins que dans les forêts pures

Pour assurer la résilience des écosystèmes forestiers, il est indispensable, au même titre que les recommandations précédentes, d'assurer la prise en compte de la biodiversité en forêt dans son ensemble. Bien qu'une brochure CNPF soit entièrement dédiée sur cette thématique, voici quelques recommandations retenues pour améliorer la résilience de son milieu forestier :

→ préserver l'intégrité du sol

Un sol dégradé ou tassé entraîne des pertes de croissance voire des dépérissements chez les arbres. Il stocke également moins de carbone forestier dans le sol de par la perte de l'activité biologique souterraine, reposant principalement sur les décomposeurs qui transforment la litière des feuilles en matière minérale. Un sol tassé étant plus imperméable, il est moins bien alimenté en eau ce qui est préjudiciable avec les risques de sécheresse accrus pour la vitalité du peuplement. La mise en place de cloisonnements d'exploitation et leur utilisation dans des conditions d'humidité, permettent la portance des engins qui est un critère essentiel à la bonne santé des sols forestiers. Leur schéma d'implantation dépendra du contexte forestier présent (pente, zone humide,...), tout comme l'utilisation des engins de débardage qui pourront être alternatifs suivant la fragilité du sol (câblage, traction légère,...).

→ favoriser une diversité d'âges et de strates

Faune, flore et fonge ont besoin de peuplements d'âges différents pour effectuer tout ou partie de leur cycle de vie. La présence de plusieurs classes d'âge, y compris de très jeunes peuplements, est favorable à l'augmentation générale de la biodiversité.

Le sous-étage, qu'il soit issu de taillis ou constitué d'espèces arbustives, participe à la diversité spécifique et structurelle du peuplement et lui apporte ainsi une meilleure résilience face aux aléas divers pouvant survenir. Le sous-étage est de plus bénéfique à la présence de certaines espèces comme les chiroptères, grands consommateurs de papillons de nuit dont les chenilles sont parfois défoliatrices.

→ maintenir une diversité génétique

Pour favoriser les brassages génétiques au sein des espèces et conserver des individus qui se sont adaptés au fil du temps à des conditions climatiques diverses (sécheresses sévères, tempêtes, résistance à certains parasites), il est intéressant de mélanger des provenances pour une même essence en cas de plantation et d'avoir plusieurs semenciers en cas de régénération naturelle.



Qu'entend-on par par cloisonnement d'exploitation ?

Les cloisonnements d'exploitation sont des chemins installés à intervalles réguliers au sein de la parcelle forestière et destinés à la circulation des engins lors des exploitations forestières. D'une largeur de l'ordre de 4 à 5 m, ils sont disposés de manière à pouvoir mobiliser les bois sans sortir du chemin et protéger le sol du reste de la parcelle. Pour en savoir plus, une fiche a été dédiée à ce sujet dans le guide de la gestion multifonctionnelle du CRPF :

https://hautsdefrance-normandie.cnpf.fr/sites/socle/files/cnpf-old/fiche_1_les_cloisonnements_d_exploitation.pdf



Bruno Vanstaavel © CNPF

Il est estimé que

40 %

des oiseaux forestiers dépendent étroitement des cavités pour se reproduire dans les arbres



Gilles Pichard © CNPF

→ préserver des vieux arbres et arbres à cavités

La présence de vieux bois favorise la venue d'une multitude d'espèces dans la forêt, en particulier les oiseaux, comme les pics. Ils permettent également le développement d'une microfaune et de champignons spécifiques qui sont indispensables au bon fonctionnement de l'écosystème forestier en garantissant différents rôles comme la minéralisation de la matière organique, le retour des éléments nutritifs dans le sol, qui sont ensuite de nouveau assimilables par les arbres (participation à la productivité), mais également la défense contre certains pathogènes. Les arbres à cavités et les arbres têtards sont également très intéressants pour la biodiversité. Par exemple, il est estimé que 40 % des oiseaux forestiers dépendent étroitement des cavités pour se reproduire (chouettes, gobe-mouches, grimpeaux, mésanges, etc...).

→ préserver du bois mort

Selon diverses études, 20 à 25 % des espèces forestières (tous groupes confondus) sont strictement dépendantes du bois mort pour effectuer leur cycle de vie. Le bois mort, sous toutes ses formes, apporte de la matière organique au sol et contribue à une meilleure fertilité de ce dernier. De manière générale, il constitue une ressource abondante de nourriture pour les insectivores comme les oiseaux ou les chiroptères, des régulateurs indispensables des populations de **phytophages** qui, comme écrit précédemment, peuvent augmenter avec le changement climatique. Il faut simplement veiller à ce que le maintien d'arbres morts n'entre pas en conflit avec les usagers de la forêt (arbres près des sentiers ou des routes) pour éviter tout accident.

→ maintenir des milieux associés aux forêts (clairières, lisières, étangs...)

En sa qualité de milieu complexe et diversifié, la forêt abrite de nombreux milieux « associés » qui font partie intégrante de l'écosystème forestier (mares lisières, clairières). Souvent mal appréhendés car ne répondant pas aux objectifs de production de bois, ces milieux apportent pourtant différentes fonctions comme des zones de gagnage pour le gibier, le développement d'essences héliophiles, des points d'eau mais également des zones de protection des peuplements face aux aléas climatiques (tempêtes, sécheresses).



Sylvain Gaudin © CNPF



cf. glossaire page 22.

Le rôle de la gestion durable des forêts pour atténuer le changement climatique

Nous venons de voir comment le propriétaire peut prendre en compte le changement climatique dans sa gestion forestière.

La forêt est un milieu essentiel à la survie du vivant et à son adaptation face au changement climatique. En effet, celle-ci agit sur le cycle de l'eau avec notamment l'augmentation de l'humidité atmosphérique et la création de nuages qui refroidissent l'atmosphère mais également dans la séquestration de carbone en étant le second puits de carbone mondial après les océans.

La photosynthèse permet aux arbres de capter le CO_2 et de le séquestrer sous forme de carbone en émettant de l'oxygène. Les flux entrants de carbone supposément positifs atteindraient finalement un équilibre avec le vieillissement de l'arbre, entre le carbone stocké et le carbone relâché par respiration.

L'effet carbone de la sylviculture

Malgré une baisse depuis 10 ans, les forêts françaises absorbent un peu plus de 30 millions de tonnes de CO_2 par an dans le sol et la biomasse. C'est la notion de stock ou de « **réservoir de carbone** ». Chaque année, la forêt française assimile, par son accroissement en surface et en volume, autour de 8% des émissions nationales de carbone fossile, c'est la notion de flux ou de « **pompe à carbone** ». Ces stocks diffèrent d'une région à une autre selon les différences pédo-climatiques, la composition des peuplements forestiers, les incendies, etc... Ces taux sont bien plus élevés en zone montagneuse alors qu'ils sont plus faibles en méditerranée avec la présence de taillis peu productifs.

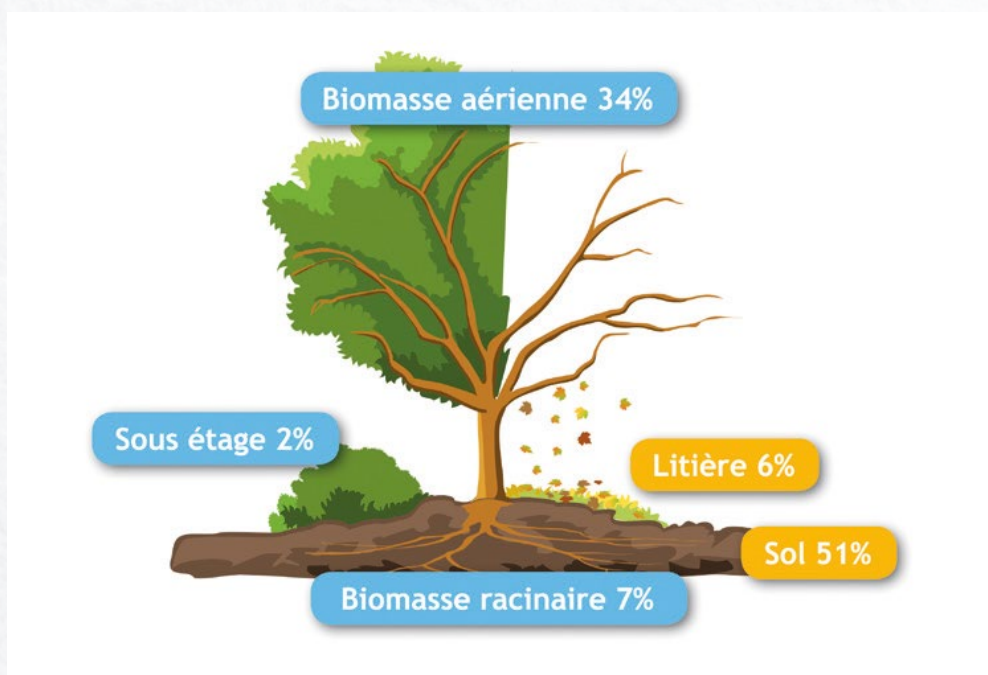
L'empreinte carbone d'une sylviculture se mesure suivant plusieurs effets :

- la séquestration du carbone en forêt et dans le sol,
- le stockage dans les produits bois = prolongation partiel de la durée de vie du carbone dans les produits bois (1 m³ de bois stocke 1 t de CO_2),
- les substitutions en évitant l'usage de carbone fossile en matériau ou en énergie génératrice de davantage d'émissions de carbone. A titre d'exemple, utiliser une fenêtre en bois à la place d'une fenêtre en aluminium, c'est 7 fois moins d'émissions de gaz à effet de serre. L'usage en cascade des produits bois (charpente vers panneaux de particules vers bois énergie) prolonge d'autant la durée de stockage du CO_2 et vient renforcer l'effet de substitution.

Ainsi, l'effet carbone d'une sylviculture est dépendant de l'usage des produits qu'elle génère. Pour aller plus loin dans cette gestion durable, en plus des recommandations déjà citées dans cette brochure (adaptation des essences, préservation des sols, restauration des forêts dégradées), les dernières avancées scientifiques sur le sujet (notamment issues du séminaire de recherche de l'ADEME de décembre 2017) conseillent également :

- ➔ de gérer les accrus forestiers,
- ➔ de limiter l'artificialisation des sols,
- ➔ de privilégier la production de produits bois à longue durée de vie lorsque que les conditions stationnelles le permettent,
- ➔ d'améliorer l'éco-efficience des opérations sylvicoles (ex : limiter la consommation de carburant, optimiser les déplacements d'engins...). Dans la mesure du possible, la commercialisation se fera avec des transformateurs locaux pour limiter les distances de transport,
- ➔ d'éviter les récoltes de biomasse prélevant des compartiments qui ne sont pas classiquement récoltés en forêt (feuillages et branches).

Répartition du stock de carbone en forêt



Source : CNPF



CONCLUSION

Quels que soient les scénarios futurs, les forêts régionales seront impactées par le changement climatique. Le forestier doit intégrer cette notion dans la gestion durable des forêts.

Ceci passe par une connaissance de l'existant (sol et peuplement) en répertoriant les atouts et faiblesses potentielles pour ensuite orienter au mieux la gestion forestière, afin de limiter les risques liés au changement climatique et assurer une diversité de revenus possibles. Cela passe par un mélange d'espèces, un mélange d'âges mais aussi un maintien de l'habitat forestier et de sa biodiversité qui permettra de garantir les différentes fonctions rendues à la société. Il est aussi important de souligner que les forêts sont également des milieux qui permettent de limiter les impacts du changement climatique de par leur rôle dans la captation du carbone. Sa gestion et son exploitation sont en effet bénéfiques pour capter les gaz à effet de serre par la séquestration du carbone en forêt, le stockage dans les produits bois et la substitution de matériaux plus coûteux en énergie fossile. La production de bois d'œuvre et une gestion durable de la forêt permettent d'augmenter la part de carbone séquestré et stocké par la forêt et ses milieux ainsi que dans les produits bois.

Le propriétaire a de nombreuses cartes à jouer en surveillant sa forêt et en adaptant sa gestion face aux risques accrus. Il est un maillon indispensable à l'adaptation raisonnée des peuplements forestiers et au maintien de la biodiversité. La mise en place de solutions diversifiées, gagnant-gagnant, la recherche d'une sylviculture économe et l'acceptation du principe d'incertitude sont les meilleurs gages de réussite.



photo du haut : Catherine Michel © CNPF
photo du bas : Sylvain Gaudin © CNPF



GLOSSAIRE

Mireille Mouas © CNPF

C

CORRESPONDANT OBSERVATEUR DE LA SANTÉ DES FORÊTS

Acteur opérationnel de terrain du Département de la Santé des Forêts (DSF) qui participe activement au travers d'une stratégie nationale (méthodes et protocoles) à la collecte des données en matière de santé des forêts. Les observations effectuées pendant leurs missions forestières, les enquêtes nationales, régionales ou même locales contribuent à la détection et au diagnostic des problèmes phytosanitaires, au conseil à l'intervention ainsi qu'à la surveillance des écosystèmes forestiers.

D

DORMANCE

Ralentissement de l'activité métabolique de l'arbre en automne, pour résister aux gels hivernaux. Pour lever sa dormance et redémarrer son activité métabolique au printemps, l'arbre a besoin d'accumuler une certaine quantité de froid durant l'automne et l'hiver. Une fois cette dormance levée, les bourgeons accumulent au contraire une quantité de chaleur qui leur permet ensuite de débourrer et fleurir.

E

EVAPOTRANSPIRATION

Ensemble des pertes d'eau par évaporation provenant de la surface du sol (processus physique) et de l'eau transpirée par les végétaux (processus biologique).

G

GIEC

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat créé en 1988 pour quantifier l'évolution du climat, ses causes et ses impacts et identifier également les possibilités de limiter l'ampleur du réchauffement et sa gravité (pour plus d'informations : <https://www.ecologie.gouv.fr/comprendre-giec>).

I

IGN

Institut Géographique National (pour plus d'informations : <https://www.ign.fr/>).

INRAE

Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'Alimentation et l'Environnement.

P

PHÉNOTYPE

Ensemble des traits observables d'un organisme, à titre d'exemple pour un arbre, cela peut être la forme d'une feuille, son type d'écorce etc...

PHOTOSYNTÈSE

Processus bioénergétique qui permet à des organismes de synthétiser de la matière organique en utilisant l'énergie lumineuse, l'eau et le dioxyde de carbone.

PHYTOPHAGE

Qui se nourrit de matières végétales.

PRODUCTION BIOLOGIQUE NETTE

Volume total de bois lié à la croissance des arbres moins le volume perdu issu de la mortalité de certains arbres.



R

RCP

(Representative Concentration Pathways)

Profils représentatifs d'évolution de concentration de GES. Ces trajectoires englobent un large éventail de possibilités, correspondant à des efforts plus ou moins grands de réduction des émissions de GES au niveau mondial. Sur cette base, les climatologues décrivent les conditions climatiques et les impacts du changement climatique associés à chacune de ces quatre trajectoires.

RÉSERVE UTILE

La quantité d'eau que le sol peut absorber (rétention de l'eau du sol) et restituer à la plante.

RÉSILIENCE

Capacité dynamique d'un système à revenir à un état stable ou à maintenir ses fonctions suite à une perturbation ou un aléa quelconque.

RÉVOLUTION

Temps entre la plantation et la récolte finale sur une parcelle donnée.

S

SÈVE BRUTE

Sève qui vient des racines sous forme d'eau et de sels minéraux prélevés dans le sol et qui est ensuite distribuée dans toute la plante.

WEBOGRAPHIE PRINCIPALE

- **L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change (où l'on recense les travaux sur la phénologie) :**
https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/ONERC_Rapport_2014_Arbre_Et_Foret_WEB.pdf
- **Site du RMT Aforce :**
<https://www.reseau-aforce.fr/>
et notamment **guide du bilan hydrique des peuplements forestiers :**
https://www.reseau-aforce.fr/data/ouvrage_bilan_hydrique.pdf
- **Mémento 2022 de l'IGN :**
https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/memento_2022.pdf
- **Site de l'Observatoire Climat Hauts-de-France :**
<https://www.observatoireclimat-hautsdefrance.org/>
- **Site Climat HD de Météo France :**
<https://meteofrance.com/climathd>
- **Site du CNPF Hauts-de-France Normandie :**
<https://hautsdefrance-normandie.cnpf.fr/>
- **Site de l'INRAE et notamment les travaux sur l'embolie gazeuse des arbres :**
<https://www.inrae.fr/actualites/secheresse-embolie-gazeuse-arbres>





COFNOR

6 Place de la Piquerie
59132 TRELON
Tél. : 03 27 59 71 27

Experts Forestiers de France

68 rue du Centre
60350 BERNEUIL-SUR-AISNE
Tél. : 03 44 85 76 60

FRANSYLVA Hauts-de-France

27 rue d'Amiens
60200 COMPIEGNE
Tél. : 03 44 36 00 22
hautsdefrance@fransylva.fr

LIGNEO

25 rue Jean-Baptiste Colbert
02000 LAON
Tél. : 03 23 23 35 06
contact@ligneo.fr
www.cooperative-forestiere-ligneo.fr

Nord Seine Forêt Aménagement Approvisionnement (NSF2A)

Agence d'Amiens :
96 rue Jean Moulin
80000 AMIENS
Tél. : 03 22 45 35 22
Agence de Compiègne :
27 rue d'Amiens
60200 COMPIEGNE
Tél. : 03 44 90 36 00
contact@unsf.fr
www.unsf.fr

PEFC Hauts-de-France

96 rue Jean Moulin
80000 AMIENS
Tél. : 03 22 33 52 10
hautsdefrance@pefc-france.org
www.pefc-france.org

Brochure réalisée par : Noémi HAVET avec l'appui de l'équipe technique du CNPF et financier de la Région Hauts-de-France.

Site des Hauts-de-France
96 rue Jean Moulin – 80000 Amiens
Tél. : 03 22 33 52 00
<https://hautsdefrance-normandie.cnpf.fr/>

Conception : Grand Nord l'Agence - www.grandnord.fr

Réalisation et édition : Septembre 2023 – CNPF

Crédits photos : CNPF

1^{re} de couverture : Sylvain Gaudin © CNPF

4^e de couverture : Noémi Havet © CNPF



Contribuez à valoriser la filière forêt bois en recyclant vos papiers.