

9,50 €

n° 248

Sept.-Octobre
2019

FORÊT

entreprise

La revue technique des forestiers

Dossier :

Densité de plantation

Critères de choix et implications

Scolytes et canicules

Marché des forêts

Peuplier

10 et 11 octobre 2019 - Côtes d'Armor**Journées nationales des Groupes de progrès : l'équilibre sylvo-cynégétique**

L'équilibre forêt-gibier est le thème des journées nationales des Groupes de progrès (InterCetef) qui auront lieu les 10 et 11 octobre à Méribac (Côtes d'Armor).

Le programme comprend des présentations et des visites sur le terrain :

- présentation de la notion d'équilibre sylvo-cynégétique,
- rappel de l'éthologie et évolution des populations des chevreuils, cerfs et sangliers,
- pression et impacts du gibier sur le milieu et leur prise en compte,
- évolutions législatives et réglementaires,
- reconnaissance et quantification des dégâts, déclaration,
- amélioration de la capacité d'accueil,
- comparaison d'itinéraires de plantation en présence de cerf.

Massif de la Hardouinais en Côtes d'Armor, commune de Saint-Launeuc à 40 minutes à l'ouest de Rennes.

Inscription auprès de Julie Jupin par courriel : julie.jupin@cnpf.fr , par tél : + 33 (0)2 38 71 90 62 ou par courrier : Centre national de la propriété forestière, Cité de l'Agriculture, 13 avenue des Droits de l'Homme 45921 Orléans Cedex 9
Renseignements auprès de Pierre Beaudesson : pierre.beaudesson@cnpf.fr ou 02 38 71 95 24 / 06 09 41 43 93
Programme détaillé : www.foretpriveefrancaise.com/n/le-groupe-de-progres-de-la-foret-privee/

STAGES de formation IDF cet automne

L'IDF répond aux exigences du décret qualité. Il est référencé sur Datadock, la plateforme des organismes financeurs de la formation continue. Au-delà de ce référencement, la réponse aux critères définis est un véritable engagement vers une amélioration continue de la qualité de nos stages.

Nous espérons vous accueillir dans nos prochaines formations.



Gestion - sylviculture

Nouveau - Sylviculture de quelques essences qualifiées de précieuses	A. Depaix, ONF	Alsace	11-13 sept. - 2,5 jrs
Usage du guide pratique de l'équilibre forêt-gibier	P. Brossier, CRPF ; D. Pierrard, École de Belval et C. Launay, Domaine du Bois Landry	Champrond-en-Gâtine (28)	15-17 oct. - 2,5 jrs
Module 1 : Bien préparer une plantation*	A. Depaix, ONF et un formateur CNPF	Nancy (54)	15-17 oct. - 3 jrs
Module 2 : Bien choisir et planter des plants de qualité*	S. Girard, IDF	Peyrat-le-Château (87)	19-21 nov. - 3 jrs

Parcours de formation « Réussir ses plantations forestières » co-organisation IDF-Inra-ONF

Diagnostic

Diagnostic des sols et applications forestières	T. Brusten, IDF et S. Gaudin, CRPF	Meuse ou Marne	17-20 sept. - 3 jrs
Autécologie : diagnostiquer une station dans un contexte de changement climatique	J. Lemaire, IDF	St Fortunat-sur-Eyrieux (07)	24-26 sept. - 2,5 jrs
Nouveau - Les enjeux de la santé des forêts	P. Riou-Nivert, IDF et F.X. Saintonge, DSF	Orléans (45)	9-10 oct. - 2 jrs

Droit et fiscalité

Les projets carbone forestiers en pratique	S. Martel et O. Gleizes, IDF	Bergerac (24)	26-27 sept. - 2 jrs
Nouveau - Zonages environnementaux et gestion forestière : mode d'emploi	L. Depeige et P. Beaudesson, CNPF	Dijon (21)	5-6 nov. - 2 jrs
Chemins et voisinage : mode d'emploi	N. Rondeau, Fédération Forestiers Privés de France	Paris (75)	13 nov. - 1 jr
Associations syndicales, ASGF et GIEEF : mode d'emploi	L. Depeige, CNPF et M. Gizard, avocat	Auzeville-Tolosane (31)	27-28 nov. - 2 jrs

Faune - Flore

Les chiroptères et la gestion forestière	L. Tillon, ONF	Rambouillet (78)	1-4 oct. - 3,5 jrs
--	----------------	------------------	--------------------

N'hésitez pas à nous contacter. Renseignements et inscriptions : 02 38 71 91 14 – idf-formation@cnpf.fr

Retrouvez toutes les informations à jour sur notre site www.foretpriveefrancaise.com rubrique Services et formation.

Institut pour le développement forestier/
Centre national de la propriété forestière
47 rue de Chaillot, 75116 Paris
Tél. : 01 47 20 68 15
idf-librairie@cnpf.fr

Directeur de la publication
Antoine d'Amécourt

Directrice de la rédaction
Claire Hubert

Rédactrice
Nathalie Maréchal

Conception graphique
Mise en page
Sophie Saint-Jore

Responsable Édition-Diffusion
Samuel Six

Diffusion - abonnements
François Kuczynski

Publicité
Bois International
14, rue Jacques Prévert
Cité de l'avenir - 69700 Givors
Tél. : 04 78 87 29 41

Impression
Imprimatur
43 rue Ettore Bugatti
87280 Limoges
Tél. : 05 55 04 14 04

Tous droits de reproduction ou de traduction
réservés pour tous pays,
sauf autorisation de l'éditeur.

Périodicité : 6 numéros par an
Abonnement 2019
France : 50 € - étranger : 63 €
édité par le CNPF-IDF

Commission paritaire des publications et
agences de presse : n° 1019 B 08072
ISSN : 0752-5974
Siret : 18009235500452

Les études présentées dans Forêt-entreprise ne
donnent que des indications générales. Nous
attirons l'attention du lecteur sur la nécessité
d'un avis ou d'une étude émanant d'une per-
sonne ou d'un organisme compétent avant toute
application à son cas particulier. En aucun cas le
CNPf-IDF ne pourrait être tenu responsable des
conséquences – quelles qu'elles soient – résul-
tant de l'utilisation des méthodes ou matériels
préconisés.

Cette publication peut être utilisée dans le cadre
de la formation permanente.

Dépôt légal : septembre - octobre 2019



C. Vidal © CNPF



Comment mieux planter ?

Pour tout forestier, planter des arbres est un acte gratifiant, car c'est contribuer et agir pour le développement d'une ressource renouvelable, pour la protection de l'environnement et pour l'économie locale de manière durable.

Depuis les années 1950, on a planté principalement pour produire du bois, notamment pour les besoins de la construction.

Aujourd'hui, le contexte du renouvellement de peuplement s'est largement complexifié : le changement climatique et l'augmentation des risques sanitaires sont à mettre en regard avec des attentes sociétales diverses de bio-économie, de naturalité... Les demandes environnementales sont-elles conciliables avec le maintien d'une production de bois à un coût raisonnable ?

Il est évident que chaque propriétaire forestier reboiseur souhaite assurer la viabilité technique et économique de son investissement. Il est d'autant plus nécessaire de s'informer, à l'occasion de chaque projet, sur les essences adaptées à la station, et de raisonner l'itinéraire de plantation pour en assurer la pérennité. Dans cette optique, le choix d'une densité de plantation est un acte fort qui engage l'avenir, beaucoup plus qu'on ne le pense souvent.

Vous apporter tous les éléments nécessaires à votre décision, telle est l'ambition de ce dossier sur les densités : quels facteurs techniques, économiques, environnementaux et sociologiques sont à prendre en compte en fonction de vos objectifs ?

Votre technicien régional de CRPF a pour mission de vous informer sur les points particuliers relatifs à votre situation personnelle et à la localisation de votre forêt en toute indépendance.

Le CNPF développe plusieurs outils de diagnostics et d'aide à la décision (catalogues régionaux des stations forestières, guides pour le choix d'essences, Bioclimsol...), pour affiner les recommandations pertinentes et ajustées aux besoins de chaque sylviculteur. Il est également indispensable de tester de nouveaux procédés, de nouvelles techniques et essences, en lien avec nos organismes de développement que sont les groupes de progrès*.

Parce qu'une forêt durable est une forêt bien gérée et bien adaptée, elle participe ainsi à l'atténuation du changement climatique. Un de nos objectifs est de faire valoir notre savoir-faire pour réussir des plantations à des coûts maîtrisés et équitables.

Soyons chacun impliqués dans cet enjeu du renouvellement de nos forêts par une gestion durable assumée.

Anne-Marie Bateau,
vice-présidente du CNPF et présidente déléguée de l'IDF

* Cete (Centre d'études techniques et économiques et d'expérimentations forestières), GDF (Groupement de développement forestier), GVF (Groupement de vulgarisation forestière).



C. Vidal © CNPF

Dégagement sur la ligne dans la fougère aigle d'une plantation de douglas, Bourg Lastic (63).

Numéro suivant N° 249
Forêt et changement climatique : accompagner la décision d'adaptation

ACTUS



4



L.-M. Nagelisen © DSF.

ÉCONOMIE



6

Les forêts : un marché attractif
Nathalie Maréchal

PEUPLIER



9

Ressource Peuplier : gérer puis sortir du prochain déficit
Emmanuel Naudin

GESTION FORESTIÈRE



49

Hêtraies du Haut-Languedoc
Face au défi des changements climatiques
Thomas Brusten, Johann Housset,
Constance Proutière & Juliane Casquet

SANTÉ DES FORÊTS



54

Scolytes, chablis, canicules et changement climatique : un mélange explosif !
Marie-Antoinette Mélières et Philippe Riou-Nivert
1^{re} partie
Les scolytes aiment la chaleur
2^e partie
Une fréquence des canicules en augmentation

RECHERCHE



61

La Recherche au service de la forêt future : l'exemple wallon !
Florence Allaer

ABONNEZ-VOUS À FORÊT entreprise
OU ABONNEZ L'UN DE VOS PROCHES
La revue technique des forestiers

Renseignements sur : www.foretpriveefrancaise.com
↳ rubrique librairie ↳ les publications de l'IDF
ou par courriel : idf-librairie@cnpf.fr

FORÊT entreprise
N° 248 La revue technique des forestiers

30 % de remise
pour les adhérents
de groupes de développement

ABONNEMENT NUMÉRIQUE
• 1 AN + 2 ANS D'ARCHIVES
39 €

ABONNEMENT PAPIER + NUMÉRIQUE • 1 AN
60 € • ÉTRANGER : 73 €

ABONNEMENT PAPIER
1 AN • 6 NUMÉROS
50 € • ÉTRANGER 63 €

Pour tout abonnement numérique, merci de nous communiquer votre adresse email afin d'obtenir votre code d'accès.

Centre national de la propriété forestière - Institut pour le développement forestier
47 rue de Chaillot - 75116 PARIS
Tél. : 01 47 20 68 39

Dossier
Connaître sa forêt : identifier les stations

De la forêt à la plantation
Apport à la forêt
Douglas dans l'Idf et le changement climatique

Dossier :

Densité de plantation

Critères de choix et implications

- > 14 La densité de plantation : un problème ancien remis au goût du jour
Philippe Riou-Nivert

- > 19 Les effets des densités de plantation
Philippe Riou-Nivert

- > 22 Densité de plantation, essence et qualité des plants
Philippe Riou-Nivert, Sabine Girard, Dominique Merzeau

- > 26 Densité de plantation et risques
Philippe Riou-Nivert

- > 30 Densité de plantation et dégâts de gibier
Pierre Beaudesson et Pierre Brossier

- > 36 Densité de plantation, travail du sol et entretiens
Christophe Vidal, Julien Fiquepron et Philippe Riou Nivert
 - > 36 1^{re} partie : Influence de la densité de plantation sur le travail du sol
 - > 41 2^e partie : Influence de la densité de plantation sur les entretiens

- > 46 Pour des plantations à coûts maîtrisés et équitables
Entretien avec Pierre Baron



C. Vidal © CNPF-IDF

SOMMAIRE

Projets carbone forestier C+For et Climafor

L'Institut pour le développement forestier, service R&D du CNPF, met son savoir-faire de valorisation du carbone forestier au service des propriétaires et gestionnaires forestiers, des entreprises et collectivités pour :

- quantifier le carbone séquestré dans le projet avec le calculateur Climafor®,
- accompagner le montage de projets Label Bas Carbone,
- quantifier le bilan de stock en carbone des forêts sur les territoires et scénariser leur évolution,
- expérimenter de nouvelles sylvicultures favorables au stockage du carbone.

Les projets carbone portés par le CNPF assureront aux parties contractantes, les garanties de qualité de l'expertise technique de l'établissement public CNPF, grâce à la double compétence de gestion forestière et des mécanismes de projet carbone, dans le cadre de la gestion durable. Des correspondants carbone sont à votre disposition dans chaque délégation régionale du CNPF.

Pour vos demandes d'informations, un courriel : carbone@cnpf.fr

LABEL BAS CARBONE



Xylella fastidiosa : campagne d'information et de prévention

Une bactérie *Xylella fastidiosa* s'attaque à plus de 200 espèces de végétaux (oliviers, vignes, arbres fruitiers, frênes, chênes, luzernes, lauriers roses, etc.) et sévit dans le Sud-est de la France (PACA, Corse), ainsi que dans les pays du Sud de l'Europe (Espagne, Italie, Portugal). La propagation de la bactérie est véhiculée par des flux commerciaux de végétaux sensibles à cette bactérie et par les voyageurs qui rapportent, de leur séjour, des végétaux provenant de zones contaminées. Une campagne de sensibilisation des voyageurs et des professionnels rappelle les consignes de sécurité relatives à la bactérie *Xylella fastidiosa*, dans les zones délimitées (foyers), et cible en particulier les voyageurs et les jardiniers amateurs qui transitent dans ces zones. Cette campagne informe aussi les professionnels du commerce des végétaux (pépinières, jardinerie, collectivités locales, etc.) du risque *Xylella* et de ses symptômes, car ils sont des acteurs de premier plan dans la prévention de la bactérie pour signaler les contaminations éventuelles aux services compétents du ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation.

Communiqué du ministère de l'Agriculture :

<https://agriculture.gouv.fr/xylella-fastidiosa-la-campagne-de-communication>



BIORGEST : l'IBP en Catalogne et en Occitanie

Ce projet vise à améliorer la biodiversité des forêts méditerranéennes de Catalogne et d'Occitanie, en proposant de nouvelles pratiques de gestion forestière. Le diagnostic de biodiversité sera réalisé en France avec l'Indice de biodiversité potentielle (IBP). Pour la Catalogne, il est prévu d'harmoniser la version de l'IBP créée par les organismes catalans à partir de la version française.

Ce projet est financé par le fond européen LIFE sur la période 2018-2023. Il associe l'IDF, le CRPF Occitanie et 5 organismes forestiers catalans. L'harmonisation de l'IBP est déjà bien avancée avec une 1^{re} version, qui sera testée dès cet été, conduisant en 2020 à une version catalane définitive et une actualisation de la version française.



Nouveaux projets pour la biodiversité

GOPROFOR : l'expertise de l'IDF en Italie

Ce projet vise à faire le bilan des projets européens LIFE pour mettre en évidence les bonnes pratiques de gestion et favoriser leur diffusion en Europe, au travers notamment de la formation des gestionnaires. Parmi les outils d'aide à la gestion, l'Indice de biodiversité potentielle (IBP) sera proposé aux gestionnaires, ce qui implique l'adaptation de l'IBP au contexte italien et la traduction en italien des documents pédagogiques élaborés en France.

Ce projet est financé par le fond européen LIFE sur la période 2018-2022. Il associe l'IDF et 7 organismes forestiers italiens. La base de données des bonnes pratiques est en cours de constitution et l'adaptation de l'IBP, qui a commencé cette année, devrait aboutir à une version italienne en 2020.



Nouveau brevet professionnel agroéquipement conduite et maintenance de machines forestières

Le CFPPA* forestier de Meymac ouvre une nouvelle formation, dès la rentrée de septembre 2019 :

Brevet professionnel agroéquipement conduite et maintenance de machines forestières (niveau IV)

Une formation pratique sur l'entretien des engins forestiers forme des mécaniciens/techniciens spécialisés et directement employables par les entreprises disposant de parc machines, les concessions, garages...

Ce nouveau diplôme complète les parcours proposés au CFPPA de Meymac notamment les formations à la conduite d'engins forestiers. Cette formation pour adulte se déroule en alternance, via des contrats de professionnalisation signés avec les entreprises.

<https://cfppa-forestiers.fr/nos-centres-de-formation/cfppa-de-meymac-correze/>

* Centre de formation professionnelle et de promotion agricole

La filière forêt bois Grand Est unie face à la crise des scolytes

En Grand Est et Bourgogne - Franche-Comté, les forestiers comptabilisent déjà plus de 1 100 000 m³ d'épicéas scolytés. L'année dernière, en 6 mois, ces épicéas représentaient, à eux-seuls, 40 % du volume de résineux habituellement récolté en un an, dans ces régions. Les conséquences de la crise des scolytes sont catastrophiques pour les forêts et les acteurs de la filière, de l'ordre de plus de 80 millions d'euros : dépérissement des forêts qu'il faudra replanter massivement, dégradation du paysage par des coupes sanitaires obligatoires, perte de valeur des bois, dispersion des zones à récolter, impacts sur les trésoreries des transformateurs qui essaient d'absorber ces bois, difficultés de transport...

En juillet 2019, les acteurs de la forêt et du bois se sont engagés à mettre en place un plan d'urgence, avec leurs interprofessions Fibois Grand Est et Fibois Bourgogne - Franche-Comté.

Cet engagement collectif pour réagir au mieux et garantir la pérennité des forêts définit une dizaine de principes de gestion : le monitoring des attaques, la priorisation des achats de bois malades à la place des bois sains, la réactivité dans la récolte et l'enlèvement des bois malades, la promotion de l'utilisation de ces bois bleus par les attaques mais qui ont conservé toutes leurs qualités mécaniques, le renouvellement des forêts dans le respect des critères de gestion durable... En cette période de crise, une charte a rassemblé les acteurs, depuis la forêt (ONF, communes forestière, syndicats de propriétaires privés, CRPF, chambres d'agriculture, Experts forestiers de France, coopératives forestières - Cosylval, Forêts & Bois de l'Est, COFA, CFM, Groupement champenois...), jusqu'aux transformateurs (syndicats FNB, Egger Panneaux & Décors, Norske Skog Golbey, Unilin ...), en passant par les transporteurs (GTFAL), les ETF (syndicats EDT), les pépiniéristes (syndicats des pépinières), avec leurs interprofessions (Fibois Grand-Est et Fibois Bourgogne - Franche-Comté).

Les signataires de la Charte de gestion collaborative de la crise des scolytes, de gauche à droite : Isabelle Winger, syndicat des pépinières ; Frédéric Bohm, coopérative forestière Cosylval ; Claude Schnepf, syndicat FNB ; Pierre Grandadam, interprofession Fibois Grand Est et Union des communes forestières ; Aude Barlier, Egger Panneaux & Décors ; Vincent Ott, Union de la Forêt Privée ; Pascal Meric et Frédéric Levy, ONF.



© Fibois

Les constructions bois en hausse

En 2018, la construction en bois de logements collectifs augmente de 19,4 % et les extensions-surélévations de 9,1 %. Le secteur de la maison individuelle croît également de 20 % en secteur diffus, et surtout en secteur groupé de + 49 %, de nombreux maîtres d'ouvrage font désormais le choix de la construction bois.

Depuis 2014, le marché de la construction bois subissait la crise du secteur du bâtiment, avec cependant un effet retard. À court terme, les entreprises prévoient une forte hausse de ces marchés, qui n'ont véritablement décollé qu'en 2016. Les travaux et les initiatives prises par la filière bois comme les immeubles bois de grande hauteur et les Jeux Olympiques 2024 sont des vitrines positives. Les exigences de la prochaine Réglementation environnementale 2020 permettront à la construction bois de poursuivre son développement et d'accroître ses parts de marché dans tous les secteurs du bâtiment.

- 6,3 % de parts de marchés des logements construits en bois en France.

- 2 080 entreprises emploient 27 500 salariés pour un chiffre d'affaires de 1,9 milliard d'€ en 2018.

- La professionnalisation croissante des entreprises est notable : 72 % d'entre elles disposent d'un bureau d'étude intégré et sont capables de proposer une offre globale de la conception à la mise en œuvre.

Dans le cadre de l'Observatoire national de la construction bois, le Codifab et France Bois Forêt publient l'enquête sur le secteur de la construction bois, réalisée par la Cellule économique de la construction de Bretagne, avec la participation active des interprofessions régionales de la filière de France Bois Régions, de l'Union des Métiers du Bois - Fédération française du Bâtiment et du syndicat français de la construction bois, Afcobois.

France bois forêt,

l'enquête nationale de la Construction Bois

<https://franceboisforet.fr/2018/12/18/enquete-nationale-de-la-construction-bois-2018/>



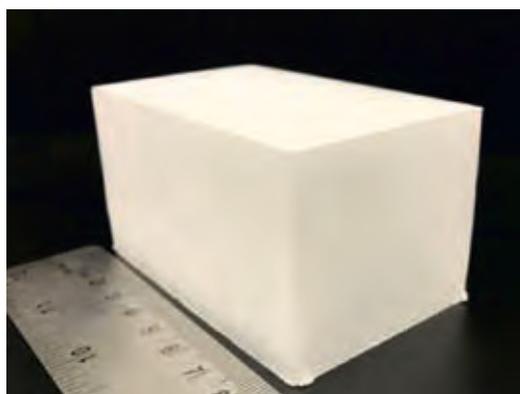
Sans lignine, le bois devient un isolant thermique performant

Un groupe de chercheurs, issus de l'université du Colorado à Boulder, de l'université de Californie à Merced et de l'université Huazhong de Wuhan en Chine, ont fait bouillir le bois avec du peroxyde d'hydrogène pour en retirer la lignine. Cette molécule sert de liant aux autres composants (le principal étant la cellulose) et permet de faire circuler l'eau et les nutriments dans l'arbre. La lignine absorbe aussi les infrarouges et donc la chaleur. Le bois sans lignine est ensuite compressé. C'est là qu'il devient plus solide qu'à l'état naturel et aussi quasiment blanc et qu'il réfléchit beaucoup plus la lumière et la chaleur.

Un tel matériau pourrait alors être utilisé comme isolant thermique, notamment pour des toits. Les chercheurs estiment pouvoir ainsi baisser de dix degrés la température intérieure. Ce bois a en effet été testé sur un bâtiment de ferme en Arizona, un état désertique et caniculaire des États-Unis. Le matériau est resté à peu près à trois degrés moins chaud que la température ambiante, et à 6 ou 7 degrés de moins que le bois naturel, même quand la chaleur extérieure augmentait dans la journée.

L'un des avantages du procédé est d'éviter l'injection de nouveaux composants pour polymériser le bois. Il faut tout de même ajouter à la cellulose un composé chimique hydrophobe pour empêcher la dégradation par l'humidité.

Sciences et avenir : https://www.sciencesetavenir.fr/fondamental/materiaux/pour-une-climatisation-efficace-du-bois-sans-lignine_134433



Un échantillon du bois créé par extraction de la lignine et compression.

© Université du Colorado

Les forêts : un marché attractif

Par Nathalie Maréchal, CNPF-IDF

Le marché des forêts représente 1,6 milliard d'euros, en hausse de 5,6 %, avec toujours davantage de demandeurs que d'offres. Leur prix a pratiquement doublé depuis 1997 avec de nombreuses transactions pour les massifs entre 5 et 10 ha. Voici quelques éléments de l'Indicateur 2019 du marché des forêts, publié par la Société forestière et Terres d'Europe - Scafr¹.

¹ Société de conseil pour l'aménagement foncier rural



En 2018, le prix moyen d'un hectare de forêt (sans bâti) est de 4 250 euros, en hausse de 3,5 %, avec un écart de prix important suivant la qualité ou la région. La surface totale vendue atteint 130 100 ha dans toutes les régions françaises, pour 19 080 biens vendus, en augmentation de 3,3 %. La valeur totale du marché atteint un plafond à 1,6 milliard d'euros, en hausse de 5,6 %. La valeur d'une forêt se calcule à partir de facteurs multiples comme :

- le sol et sa fertilité, induisant la qualité du bois produit,
- la topographie,
- l'emplacement géographique,
- la valeur des bois sur pied,
- les dessertes,
- l'intérêt cynégétique,
- la présence ou non d'un bâti.

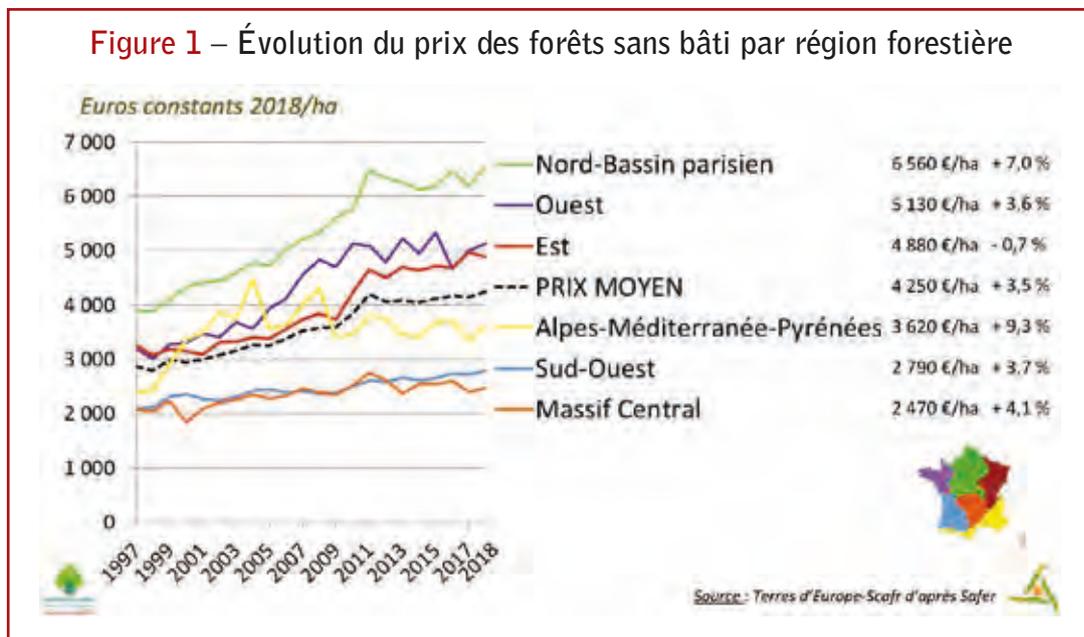
Deux autres facteurs influent également sur l'évolution du prix des forêts : celui des terres agricoles et du bois. Depuis la fin des années 1990, le prix des forêts augmente dans le sillage du marché agricole, lui-même soutenu par la baisse

des taux d'intérêt. Les prix des sols augmentent en fonction de la classe de fertilité et de la situation géographique. La recherche d'espace peut entraîner une surcote entre les valeurs de production (appelé capital technique) et les valeurs de marché (valeur vénale).

Augmentation du prix moyen des forêts sans bâti

Le contexte actuel de hausse du prix du bois, en particulier du chêne, est un des facteurs influant aussi ce marché. L'écart de prix reflète la diversité des biens vendus : 90 % des transactions sont conclues entre 670 et 12 730 euros par ha. La demande demeure soutenue pour des forêts productives de bois de qualité. La hausse est quasi généralisée dans les régions. Le Nord- Bassin parisien atteint un nouveau point haut à 6 560 €/ha, un gain de 7 %, en raison des futaies de feuillus présentes dans cette région. Dans l'Est, la légère baisse de 0,7 % peut s'expliquer par les attaques de scolytes récentes. Les prix de forêts les moins élevés sont dans le Massif central. Les fortes variations

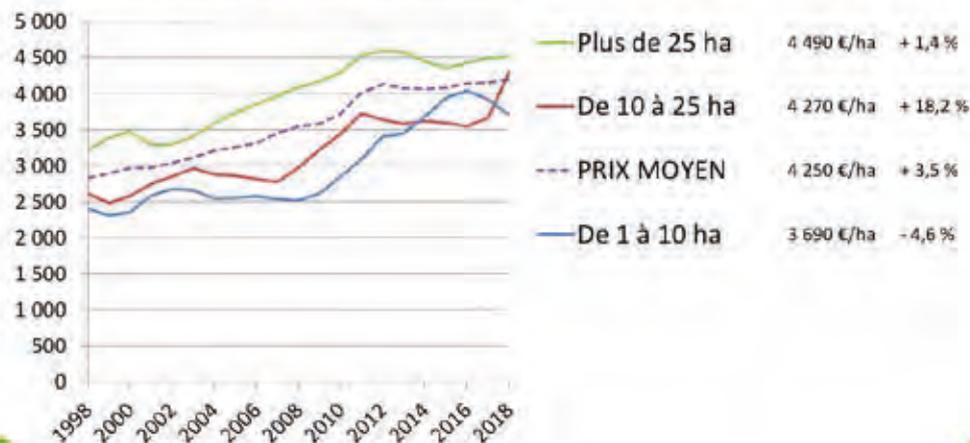
Figure 1 – Évolution du prix des forêts sans bâti par région forestière



Une hausse quasi généralisée et un point haut dans le Nord-Bassin parisien.

Figure 2 – Évolution du prix des forêts sans bâti par classe de surface

Euros constants 2018/ha – Moyennes biennales



Source : Terres d'Europe Scafr d'après Safer

Le prix des forêts de 10 à 25 ha progresse de 18,2 % et dépasse le prix moyen national.

régionales reflètent également les variations des forêts vendues d'une année sur l'autre.

Des forêts de 1 à 25 ha recherchées

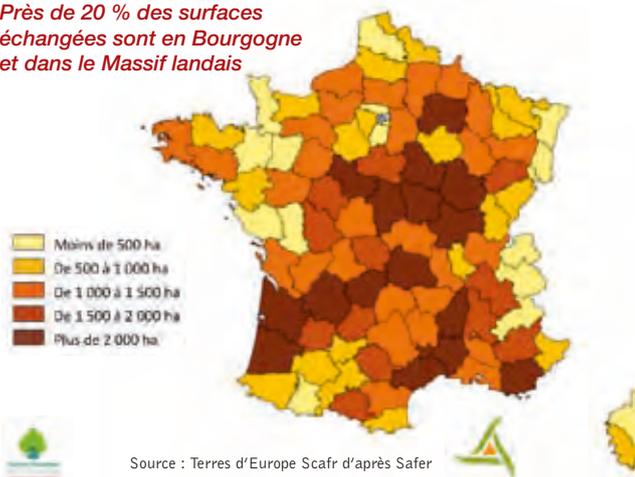
La majorité des acheteurs investissent dans des petites surfaces boisées ou un groupement forestier. En 2018, 88 % des transactions portent sur des surfaces unitaires de 1 à 10 ha représentant 37 % des surfaces. Un placement, un usage de loisir ou d'approvisionnement local en bois de chauffage, peuvent expliquer cet engouement. Une autre explication peut être avancée : pour faciliter la restructuration du foncier et la lutte contre son morcellement, les émoluments des notaires sont plafonnés à 10 % de la valeur vendue depuis 2016.

L'instauration du droit de préférence au profit des propriétaires voisins d'une parcelle boisée de moins de 4 ha mise en vente ne paraît pas avoir impacté le marché des petites parcelles : entre 2010 (début de l'installation de ce dispositif) et 2018, la progression du nombre de transactions de biens de moins de 4 ha est moins importante (+ 39 %) que celle des biens de 4 à 10 ha (+ 47 %).

Le prix moyen des forêts de 10 à 25 ha est en hausse de 18,2 % à 4 270 €/ha, dépassant le prix moyen national depuis 1997. Cela peut traduire un report des acquéreurs vers des forêts de taille plus réduite, dans un contexte de fermeture du marché des grandes forêts. Le prix moyen triennal des forêts sans bâti de plus de 50 ha progresse de 5 % en 2018, à 6 580 €/ha, avec l'écart récurrent entre les forêts septentrionales et les massifs du Sud-ouest. Le prix est d'environ 8 500 €/ha pour les régions Aisne-Ardenne-Marne, Aube-

Figure 3 – Surface vendue de forêts par département en 2018

Près de 20 % des surfaces échangées sont en Bourgogne et dans le Massif landais



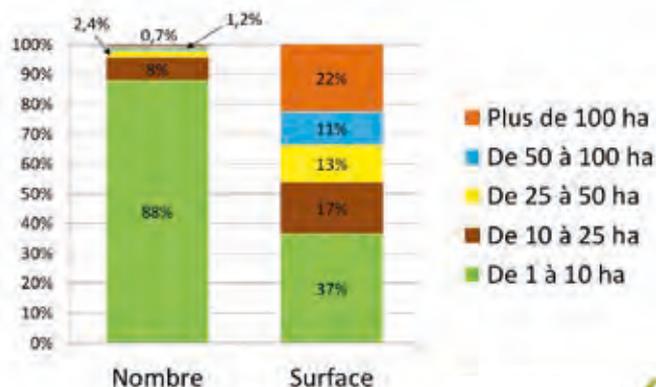
Source : Terres d'Europe Scafr d'après Safer

Nord, Bourgogne et Sologne. Celui des forêts du Massif landais reste stable à 3 550 €/ha ; les prix ayant fortement baissé après la tempête Klaus, en raison de la chute du stock sur pied et la reconstitution réalisée du massif.

Moins de vente de forêts de + 100 ha

En 2018, les transactions de forêts sans bâti de + de 100 ha diminuent en nombre (- 13 %), en surface (- 20 %) et en valeur (- 28 %). Ces transactions sont pour 91 % des biens forestiers et 9 % des biens mixtes. La Société forestière demeure le 1^{er} opérateur sur ce créneau, avec 8 000 ha de forêts négociés pour 68 millions d'euros en 2018. Le marché des massifs de + 50 ha et plus de production est toujours très étroit dans une situation de déséquilibre avec peu de vendeurs et de nombreux acquéreurs. L'offre de forêts sans bâti de production de + 100 ha baisse et reste faible avec 70 dossiers. Les prix élevés des forêts de

Figure 4 – Le marché par classe de surface en 2018



Source : Terres d'Europe Scafr d'après Safer

Le 24^e indicateur du Marché des forêts est publié par la Société forestière, filiale de la Caisse des Dépôts, et Terres d'Europe - Scafr, le bureau d'études de la Fédération nationale des Safer (Sociétés d'aménagement foncier et d'établissement rural).

L'indicateur 2019 du Marché des forêts présente les chiffres, la structure et la cartographie de ce marché en 2018, en retraçant l'évolution des prix depuis 1970. Téléchargeable sur les sites : www.forestiere-cdc.fr et www.safer.fr

La Société forestière demeure le premier opérateur sur ce marché. Spécialiste de la « forêt investissement » sur les biens forestiers sans bâti de plus de 100 ha, il représente 15 % des transactions et 35 % de la surface.

production sont liés à l'évolution du prix des sols et à la progression du prix de certaines espèces (chêne, douglas, pin maritime).

En 1^{er} les personnes morales

Pour la deuxième année consécutive, les personnes morales privées acquièrent davantage de parcelles forestières que les agriculteurs, avec 36 % du total de la surface du marché. Néanmoins, les acquisitions par les agriculteurs sont majoritaires entre 2016 et 2018, des Landes jusqu'au versant est du Massif central. Les indivisions sont davantage présentes à la vente : leur part passe de 22 % à 33 %, tant en nombre qu'en surface. En 2018, leurs 40 200 ha mis en vente représentent 31 % de la surface du marché, soit une augmentation de 5 % sur les six dernières années. L'âge moyen des acquéreurs est proche des

50 ans, alors qu'il est d'environ 67 ans pour les vendeurs. Assez logiquement, les biens de grande surface sont acquis par des acteurs non locaux. À l'inverse, les forêts de petite surface sont acquises par des acquéreurs locaux.

Un actif pérenne

La forêt reste un bien tangible, une valeur refuge recherchée par les investisseurs et contracyclique des marchés boursiers. Ce placement forestier sur le long terme peut produire du 1,5 à 2 % pour les forêts de production. Le bois est un matériau en vogue, notamment dans la construction bois qui augmente. Le marché des forêts est de façon récurrente plus demandeur qu'offreur. Cela laisse augurer des perspectives de maintien de prix élevés liées à la rareté des biens. ■



Vous vendez votre forêt



Nous pouvons réaliser une estimation gratuite et confidentielle et vous faire bénéficier des conseils d'un professionnel de la transaction rurale et forestière depuis plus de 40 ans. Profitez de notre réseau actif d'investisseurs et valorisez votre forêt à son juste prix.

DOMAINES & FORÊTS
www.forestsavendre.fr

Jean Antoine BOISSE : 42630 Pradines © 06 11 75 20 10 - jaboisse@wanadoo.fr
RCS Roanne 451 802 102 - Carte pro N° 106 T

Ressource Peuplier : gérer puis sortir du prochain déficit



E. Paillasa © CNPF-IDF

Par Emmanuel Naudin, Conseil National du Peuplier
et consultant forêt-bois

 13 min



Le développement des usages du peuplier et un déficit de renouvellement des peupleraies... les inquiétudes de la filière se confirment dans l'étude sur l'approvisionnement réalisée par le Conseil national du peuplier. Quelles sont les constats et les perspectives ?

Le peuplier reste une essence méconnue, principalement du fait de sa faible importance apparente. Avec une surface nationale de 200 000 ha, il ne représente que 1,8 % de la surface feuillue française. La récolte de bois d'œuvre – en adéquation avec la production – représente 1,4 Mm³ soit 26,5 % de la production de bois feuillu.

Comment traverser la période de déficit d'approvisionnement en peuplier qui s'annonce, et comment sortir de ce déficit : voici les deux questions que se posent respectivement de nombreuses entreprises et les organisations professionnelles de la filière.

Le reboisement : une évidence qui tend à s'oublier...

Dans nos forêts (dont peupleraies), rares étaient les acheteurs de bois à se préoccuper du renouvellement après coupe. Et pendant longtemps, le renouvellement par régénération naturelle ou reboisement était une pratique assez naturelle pour de nombreux propriétaires. Seule une réglementation nette fixait des garde-fous, qu'il était devenu rare de devoir rappeler, tout au moins en ce qui concerne le renouvellement de la forêt.

Mais depuis un peu plus d'une quinzaine d'années, est apparu de manière progressive un manque de renouvellement dans certaines situations. En témoignent les multiples initiatives destinées à favoriser les reboisements comme le FA3R, Plantons pour l'avenir,

Néosylva, *Merci le Peuplier*, Greenwest, le Fonds forestier en Limousin et bien d'autres... Les raisons en sont multiples, de tous ordres, et relativement concomitantes dans leurs effets. Ces phénomènes (y compris générationnels) ont chacun une importance variable et s'empilent plus ou moins selon les périodes et les zones géographiques, aboutissant au déficit de reconstitution avéré ou probable que connaissent certaines essences ou plusieurs régions. La surface forestière n'en est pas nécessairement impactée, mais les conséquences sur la production de bois de qualité indispensables à nos industries sont inquiétantes.

... aussi pour le peuplier

Ces facteurs de non-reboisement concernent aussi le peuplier. Plusieurs d'entre eux sont accentués pour cette essence, comme le morcellement, le prix, la demande à réaliser auprès de la Dreal¹ pour les boisements de plus d'un demi-hectare, le poids de diverses réglementations (notamment environnement et paysage), et d'autres facteurs lui sont plus spécifiques comme l'acceptabilité sociale, le

¹ Direction régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement

Figure 1 – Évolution du taux de reboisement par région entre 1996 et 1997

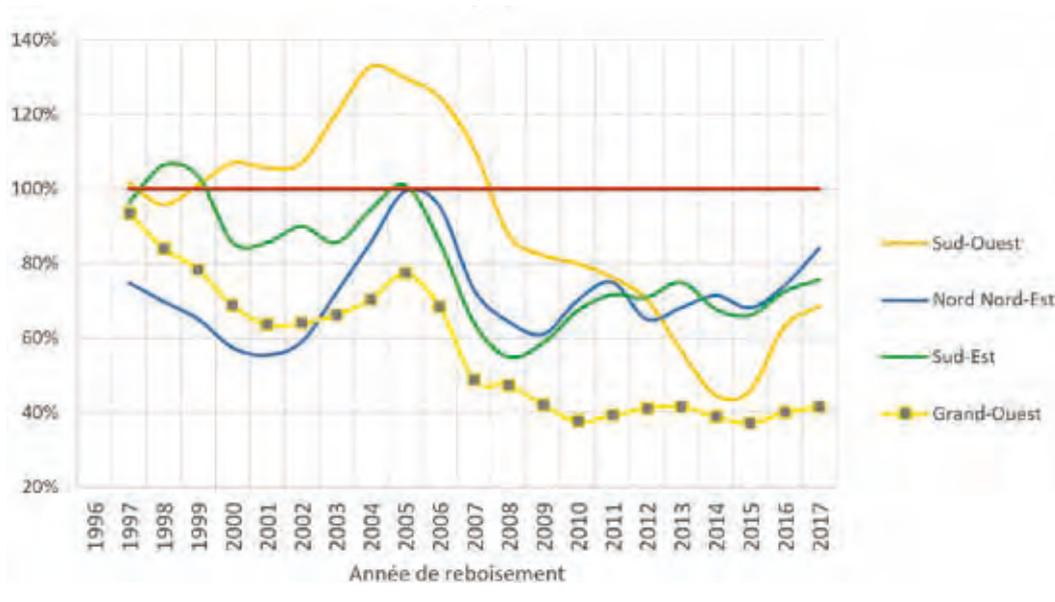
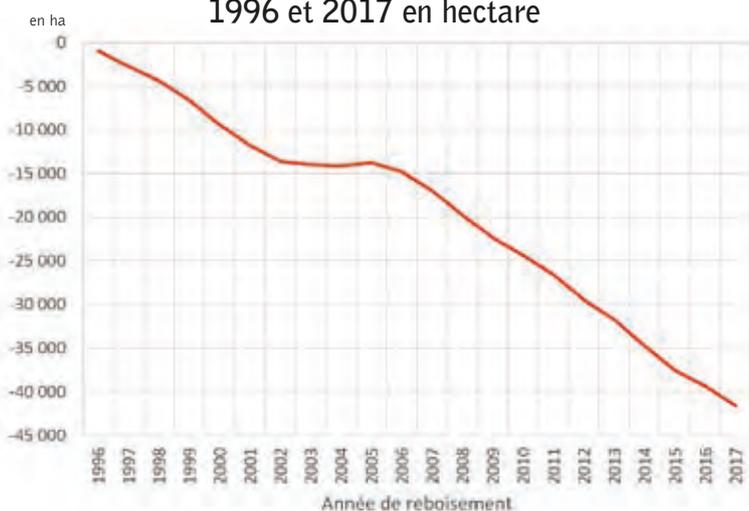


Figure 2 – Perte de surface reboisée en peuplier entre 1996 et 2017 en hectare



castor, le niveau d'impôt foncier, la concurrence avec l'agriculture.

Si le renouvellement de la ressource en peuplier a été une préoccupation récurrente au fil du temps, les premières interrogations concrètes apparaissent en 2008, lors des études de faisabilité pour l'implantation des usines Xylofrance et Garnica dans le Sud-ouest : elles pointaient déjà un déficit probable vers 2021-2023.

En 2011, face à un déficit de reboisement devenu clairement visible en Pays de la Loire et alentours, un groupe d'industriels appuyés par PEFC Ouest imaginèrent la Charte *Merci le Peuplier*. D'abord mise en place localement, elle est étendue au niveau national par le Conseil national du peuplier (CNP) depuis 2014. En 2015, inquiète pour l'avenir, l'Union

des industries du panneau contreplaqué (UIPC) a demandé la réalisation d'une étude prospective sur la ressource. Intitulée *Sécurisation des approvisionnements en peuplier : étude prospective de la ressource française*, elle a été réalisée début 2016 par le CNP. L'UIPC a estimé qu'elle était d'importance publique pour la filière peuplier et en a accepté la diffusion large. Elle a été mise à jour en 2019, il y a quelques mois.

Des chiffres sans ambiguïté

Cette présentation de l'étude reprend quelques points saillants. La version complète est accessible et librement téléchargeable². Un des points marquants est l'analyse du taux de reboisement, son impact sur la surface populicole française, et ses conséquences sur l'avenir.

Au niveau national, le taux de reboisement moyen pour la période 2008-2017 est de 61 % : concrètement, près de 42 000 ha ont été perdus depuis 1996, soit une production de plus de 410 000 m³/an... 29 % de la récolte actuelle.

Le Grand Ouest est le bassin le plus touché par le non-reboisement et depuis le plus longtemps. Les bassins Nord-est et Sud-est évoluent tous deux de façon similaire depuis les années 2006. Le bassin Sud-ouest est entré en déficit de reboisement plus tardivement, en 2008.

Après avoir analysé les données des vingt-deux dernières années par bassin et par

² <https://tinyurl.com/prospectivepeuplier>, mots clés ressource peuplier

Figure 3 – Perspective d'évolution du volume potentiel en peuplier pour les 15 prochaines années



cultivar, l'étude passe ensuite à la partie prospective. En peuplier, l'exercice est relativement simple et plutôt fiable, même s'il demeure bien sûr les impondérables liés notamment aux phénomènes climatiques.

En résumé, nous allons vers une période où la disponibilité en bois d'œuvre serait de l'ordre de 700 000 m³/an, alors que la consommation est en hausse : de 1,4 Mm³ en 2017, elle évolue vers 1,8 Mm³ prévus en 2020-2021.

L'effet « ciseaux » pourrait se faire sentir nettement à partir de 2023-2025, mais de nombreux paramètres laissent une marge d'incertitude. Détaillons les principaux.

Entrée en période de déficit et réorganisation des flux

Nous entrons actuellement dans une période charnière, avec une tension progressive du marché notamment sur les meilleures qualités de bois de peuplier et une réorganisation des flux.

Dès 2014-2015, on a pu observer une extension du rayon d'approvisionnement de certains acheteurs, à quantité et qualité constantes, notamment pour les qualités déroulage en grande longueur. **Certains de ces rayons ont pu doubler voire tripler.**

L'installation dans le Grand-Est d'entreprises de la façade ouest comme Allin (Leroy à Epernay), Thébault et Drouin (BDC à Marigny-le-Châtel) constitue une anticipation de ces industriels. Il en est de même pour le projet Garnica à Troyes. Notons que ces implantations réduisent les coûts de transport et

devraient donc permettre de mieux valoriser le produit auprès du populiculteur et de diminuer l'empreinte carbone associée. Plus récemment, un net renchérissement du prix du bois de peuplier est noté dans de nombreux secteurs géographiques.

On observe aussi des modifications de stratégie d'approvisionnement : certains industriels transfèrent tout ou partie de leurs achats de bois sur pieds vers des achats de grumes auprès d'exploitants. Ils obtiennent ainsi des bois issus de secteurs géographiques qu'ils peuvent moins bien connaître, et **concentrent leurs achats sur les qualités qui les intéressent.**

Le récent accroissement de l'activité de première transformation dans la région Grand-Est provoque d'ores et déjà des modifications de flux, notamment pour certains bois du quart nord-est qui partaient auparavant pour des destinations plus lointaines comme l'Italie. Ces réorientations vers une consommation locale de bois devraient se poursuivre dans les années à venir, à moins que les tensions qui apparaissent concomitamment sur le marché italien ne continuent à se renforcer.

Une concordance complexe d'effets

Nous parlons d'une période charnière par rapport à l'entrée dans la période de déficit, elle l'est également par la multiplicité des facteurs aggravants qui entrent en jeu de manière simultanée :

- ➡ l'entrée de la France dans un creux de production ;
- ➡ l'Italie entre, elle aussi, dans un creux de

production comme en témoigne l'augmentation des prix et des distances d'approvisionnement ;

- ▀ le déplacement progressif d'une consommation de peuplier de l'ouest vers l'est de la France, renforçant la concurrence avec l'Italie ;
- ▀ le marché national et international du contreplaqué est en hausse, et le contreplaqué 100 % peuplier rencontre un succès croissant. L'industrie du contreplaqué en France augmente nettement sa consommation de peuplier ;
- ▀ l'entrée en creux de production du massif des Landes : certaines industries consommatrices de pin sont en recherche d'alternatives, dont le peuplier.

Un risque majeur, une durée de déficit difficile à évaluer

Dans ces conditions, un risque majeur pèse sur la filière : l'exploitation de peupliers avant maturité, la forte tentation à laquelle seront soumises les entreprises qui pourraient – on le comprend – privilégier le court-terme au long-terme. Cette tendance pourrait être accentuée dans les communes où la taxe foncière pour le peuplier, due dès la 11^e année de production, est d'un niveau exorbitant (de l'ordre de 150 % de celle des terres agricoles).

Si cette tendance se développait, alors que l'on commence tout juste à observer quelques coupes précoces, les conséquences pourraient être désastreuses :

- ▀ les parcelles exploitées bien avant maturité, donc en pleine période d'accroissement en volume, n'auront pas encore produit tout leur poten-

tiel de bois d'œuvre. On se priverait donc immédiatement d'un volume de bois conséquent ;

- ▀ en corollaire, cela allongerait la période de déficit ;
- ▀ enfin, le propriétaire tirerait un revenu moindre de sa parcelle ce qui pourrait ne pas l'inciter à reboiser... accroissant la problématique que l'on cherche pourtant à résoudre. À moins que les prix soient très en hausse.

La durée du déficit sera issue du croisement de deux facteurs :

- ▀ l'évolution des reboisements en peuplier. Elle dépend des actions menées depuis 2011-2014, et de l'évolution des prix du bois.

- ▀ l'évolution de la consommation. Elle dépendra des facteurs cités ci-dessus, dont nous avons vu que la complexité rend délicate la réalisation de prévisions à ce sujet, et du comportement des entreprises face à ces difficultés d'approvisionnement.

Des perspectives très encourageantes

La filière entre progressivement dans une période agitée. Les efforts de communication réalisés par la profession et par le CNP, notamment à travers la Charte *Merçi le Peuplier*, concourent à la prise de conscience de la nécessité d'aider à la reconstitution plutôt que de la freiner, ainsi que des atouts économiques, sociaux et environnementaux du peuplier.

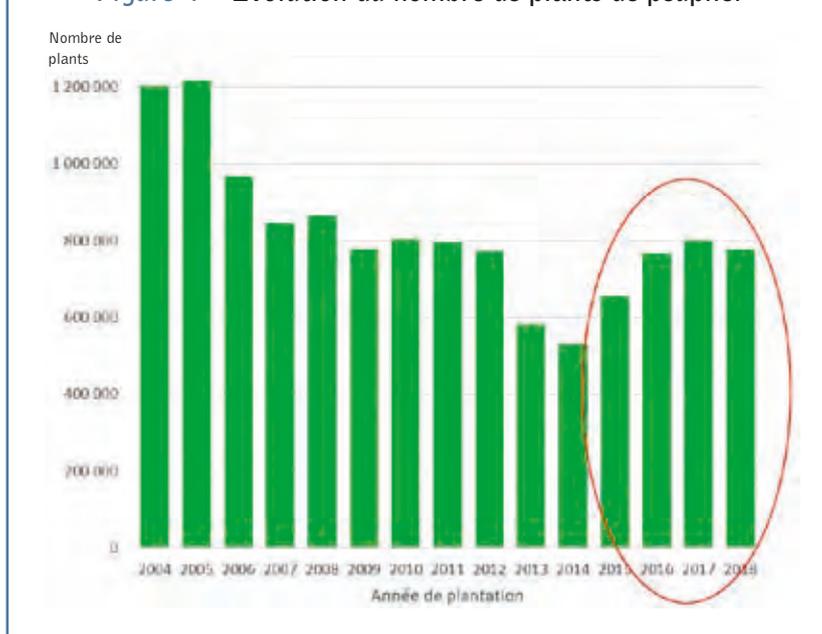
On note aussi une nette reprise des plantations (figure 4). Elle est encore fragile et surtout très insuffisante pour mettre en adéquation l'offre et les besoins futurs, mais elle est porteuse d'espoir et constitue dès maintenant une bouffée d'oxygène pour les pépiniéristes, les entreprises de travaux, et la recherche populicole.

La mise en œuvre d'actions correctives, quoique plus lente qu'espérée, a néanmoins démarré. On peut regrouper ces actions, en cours ou à prévoir, comme suit :

• Rôle des collectivités et de l'État :

- la Région Poitou-Charentes a été la première à mettre en place en 2014, un dispositif d'appui au reboisement couplé avec la charte *Merçi le Peuplier*, et aussi d'aide au boisement, à la taille et à l'élagage. Le tout avec une communication volontaire et positive ;
- la Région Nouvelle-Aquitaine a ensuite repris le dispositif Poitou-Charentes, sous une forme modifiée ;

Figure 4 – Évolution du nombre de plants de peuplier



- le CRPF Centre-Val de Loire a mis en place début 2018 « Du peuplier pour l'avenir », destiné à inciter à reboiser en peuplier (aide couplée à « Merci le Peuplier ») et à favoriser les échanges positifs entre les différentes composantes que sont la peupleraie, l'environnement, le paysage, et le tourisme ;
 - début 2019, la Région Grand-Est a lancé un plan Peuplier ambitieux, dont une partie est constituée d'une aide au reboisement couplée à Merci le Peuplier.

• Aspects « filière » :

- un programme de recherche en télédétection satellitaire spécifique sur le peuplier devrait permettre à partir de 2020 de connaître enfin, avec une précision acceptable, la ressource en peuplier et de la suivre annuellement. Ce sera une avancée majeure dans le pilotage des actions et l'appui aux entreprises³ ;
 - certaines qualités de bois sont aujourd'hui peu ou pas valorisées. L'utilisation en structure de ces bois pourrait se développer dans la prochaine décennie, arrivant à maturité vers la fin du déficit. Le gain de valorisation permettrait aux populteurs de reboiser plus facilement.

• Environnement et paysage :

- les initiatives ci-dessus permettent souvent d'aborder la place du peuplier et son rôle vis-à-vis de l'environnement. Il est peu connu que cette essence produit beaucoup sur une surface faible, et que son utilisation – notamment dans le secteur de **l'emballage léger – limite fortement la consommation de matériaux d'origine fossile**, énergivores et polluants ;
 - environnement et paysage constituent probablement les sujets qui ont le plus d'inertie, car on touche à des croyances ancrées depuis plus de 20 ans et à des aspects réglementaires parfois excessifs. Cependant, les enjeux actuels offrent une possibilité de remettre le peuplier à sa juste place, dans le respect de l'environnement et des paysages.

Le Conseil national du Peuplier représente l'ensemble de la filière populteur française.

www.peupliersdefrance.org

Pour télécharger l'étude prospective sur la ressource :

<https://www.codifab.fr/actions-collectives/bois/article/securisation-des-approvisionnements-en-peuplier-1633>

• Adaptations possibles des entreprises. Nombreuses, on citera par exemple :

- l'extension du rayon d'approvisionnement, avec des limites évidentes ;
- les sites de transformation plus proches de la ressource ;
- l'optimisation des flux avec un meilleur respect de la hiérarchie des usages ;
- l'optimisation de l'utilisation du bois, par exemple en travaillant sur le procédé, la conception de produit, les essences utilisées, de nouvelles utilisations des chutes...

³ Hamrouni Y., 2019. *Identification et suivi des peupleraies par télédétection hypertextuelle*. Forêt-entreprise n° 247 p. 31-36.

Une opportunité ?

Le défi est de taille, mais la rotation de cette essence sur 15-20 ans permet d'entrevoir des perspectives positives... à condition de poursuivre la mise en place d'actions de progrès de manière très rapide et extrêmement volontaire. La période à venir constituera une réelle difficulté. Avec une mobilisation cohérente et croissante de nombreux acteurs, c'est aussi une opportunité de progrès pour les entreprises, pour la gestion de cette essence qui dispose d'atouts considérables, et pour les prises de conscience positives qui en résultent. ■

À retenir

Le peuplier produit beaucoup - 26 % de la production de bois feuillu - sur 1,8 % de la surface feuillue. Depuis 2008, le taux de reboisement n'est que de 61 % des surfaces exploitées, aboutissant à un manque de 410 000 m³/an pour la transformation. Pourtant, l'utilisation du bois de peuplier augmente et de nouvelles entreprises se développent. Des efforts de communication et d'incitation au reboisement ont initié une prise de conscience et une mobilisation de la filière pour mieux promouvoir les atouts de cette essence.

Mots-clés : peuplier, ressource, aide au renouvellement.

La densité de plantation : un problème ancien remis au goût du jour

Par Philippe Riou-Nivert, CNPF-IDF

Le choix d'une densité de plantation engage fortement le propriétaire pour l'avenir. **Il dépend de l'objectif de gestion qu'il s'est fixé** : types de bois à produire, durée de révolution, diamètre d'exploitabilité, de ses moyens et de nombreux autres facteurs. **Il conditionne l'itinéraire technique qui sera ensuite appliqué** : réduction progressive du nombre de tiges par les dépressages ou éclaircies, interventions sur le sous-bois et sur les arbres objectifs (tailles de formation et élagages...). Avant de développer ce dossier, il n'est pas inutile de faire un état des lieux et quelques rappels historiques.

Les forêts plantées : très minoritaires en France

Un bilan récent de l'IGN¹ nous donne un aperçu intéressant des plantations forestières : **seulement 12 % de la surface forestière est issue de plantation** sur l'ensemble de la France - recensement des peuplements de tous âges dont l'origine par plantation est toujours visible grâce à une répartition régulière des arbres, parcelles de plus de 5 ares, de

plus de 20 m de large et comportant plus de 500 tiges/ha - auxquels il faut rajouter 1 % de peupleraies. Contrairement à certaines idées reçues, ce type de peuplements est donc très minoritaire en France. Il peut cependant dépasser 30 % de la surface forestière dans certains secteurs (Landes de Gascogne, Normandie, certaines zones du Massif central). 80 % des forêts plantées en France le sont avec des résineux. Cinq essences principales dépassent 100 000 ha chacune : dans l'ordre décroissant de surface : pin maritime, douglas, épicéa commun, peuplier cultivé et pin laricio. La moitié de ces plantations ont plus de 30 ans. Si l'on considère les plantations récentes, 87 % des plants produits et plantés en 2017 sont des résineux.

Des densités de plantation fonction des essences et qui évoluent dans le temps

La grande vague de plantation débutée en France au début des années 1950 sous l'égide du Fonds forestier national² (FFN) avait pour but de satisfaire des besoins en bois

¹ La forêt plantée en France : état des lieux.

L'If n° 40 mai 2017 consultable https://inventaire-forestier.ign.fr/IMG/pdf/if40_plantations.pdf

² Fonds français (1946-1999) créé pour aider la filière bois à se développer, principalement par l'encouragement au reboisement (en résineux surtout).

Sommaire

14 La densité de plantation : un problème ancien remis au goût du jour

19 Les effets des densités de plantation

22 Densité de plantation, essence et qualité des plants

30 Densité de plantation et dégâts de gibier

36 Densité de plantation, travail du sol et entretiens

36 1^{re} partie : Influence de la densité de plantation sur le travail du sol

41 2^e partie : Influence de la densité de plantation sur les entretiens

46 Pour des plantations à coûts maîtrisés et équitables



La forêt française présente des peuplements variés : mélange feuillus résineux (à gauche), plantation résineuse (à droite).

S. Gaudin © CNPF

DOSSIER

coordonné par Philippe Riou-Nivert



Philippe Riou-Nivert, ingénieur CNPF-IDF, est chargé au niveau national, des thèmes résineux, risques et changement climatique. Auteur de nombreux ouvrages : *Les résineux* - tome I-II-III, *La santé des forêts*, etc.



de construction et de papeterie, importants lors de l'après-guerre, ce qui explique la préférence donnée aux résineux. Plus de deux millions d'hectares ont été plantés, à 40 % en boisement de terres abandonnées par la déprise agricole et à 60 % en reboisement de taillis dégradés qui n'étaient plus valorisés pour le bois de chauffage.

Les densités utilisées étaient alors fortes. À cela plusieurs raisons (Guitton et Riou-Nivert, 1987). On voulait imiter la « brosse de semis » symbole d'une régénération naturelle réussie, qui donnait une impression de sécurité. On avait par ailleurs une relative méconnaissance des modes de plantation ; les entretiens souvent mal suivis entraînaient une forte mortalité initiale (40 % de pertes enregistrés dans les plantations aidées par le FFN jusqu'en 1980). Le comportement des essences (surtout introduites : épicéa en plaine, douglas...) et leur adaptation aux différentes stations étaient mal connus et les conditions de production des plants comme l'amélioration génétique balbutiaient. D'un autre point de vue, la demande industrielle laissait penser qu'on allait bien valoriser des petits et moyens bois (papeterie, bois de mines, poteaux...).

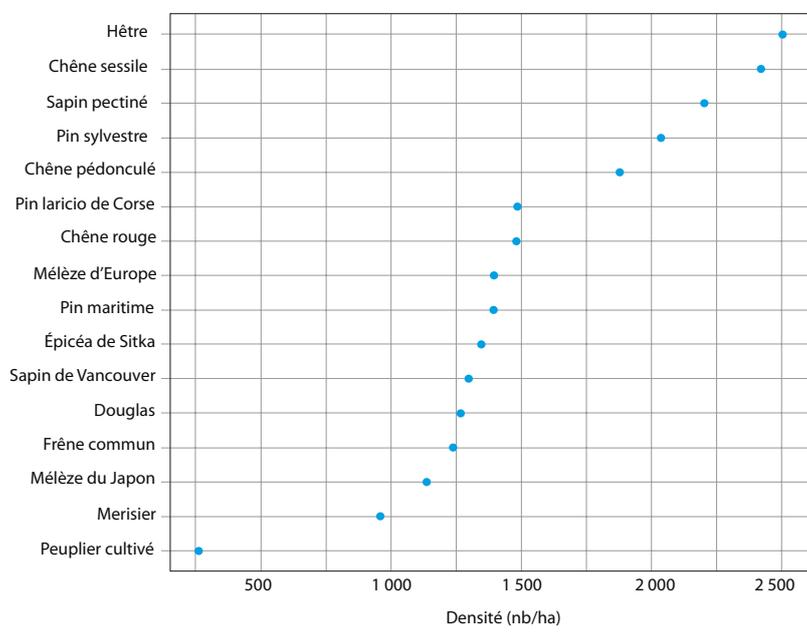
On planta donc pendant longtemps l'épicéa à 4 400 plants/ha (1,5 x 1,5 m) notamment dans les Vosges sous l'influence de l'héritage allemand, les pins, sylvestre comme laricio à 2 500 plants/ha (2 x 2 m) ou plus en Sologne et ailleurs et le douglas à 1 600 plants/ha (Massif central). Le pin maritime était encore très largement semé, en plein ou en bandes. Chênes et hêtres étaient plantés en faible quantité, mais toujours très serrés.

Puis les conditions, notamment économiques, évoluèrent. Tout d'abord le coût de la main d'œuvre bondit et avec lui ceux de la plantation et des entretiens alors que les prix du bois stagnaient. La mécanisation des dégagements permit de prendre le relais, mais demandait un interligne de plantation de 3 voire 3,5 m pour le passage du tracteur. La connaissance de l'autécologie des essences s'améliora, les techniques de pépinières se perfectionnèrent, utilisant un matériel végétal plus fiable (peuplements sélectionnés puis vergers à graines). *A contrario*, les espoirs de valorisation des petits bois de trituration furent vite déçus tandis que certains débouchés disparaissaient (poteaux, étais de mines).



Plantation d'épicéa dense, héritage de la période FFN.

Figure 1 - Densités initiales moyennes de plantation observées par essence par l'IGN (quel que soit l'âge) actuellement (IGN, 2017).



³ (instruction technique 02 11 16)

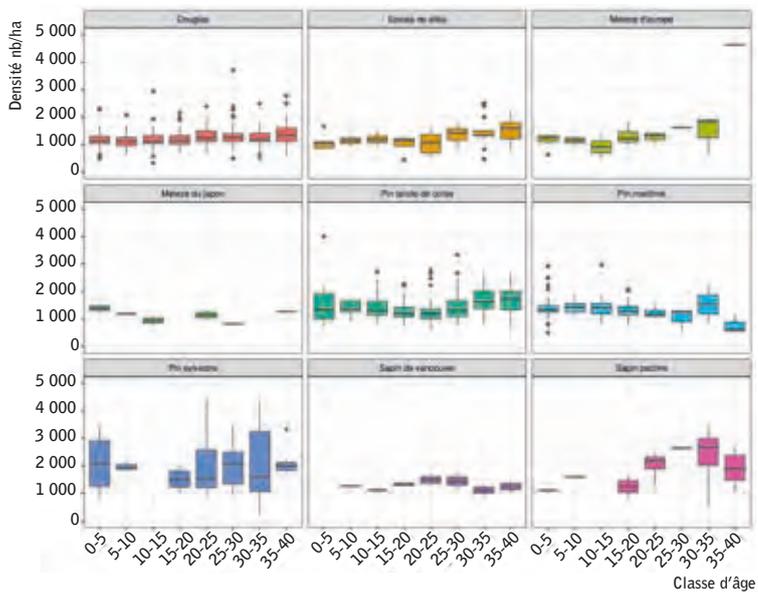
Les plantations serrées ne furent donc pas éclaircies, devinrent fragiles et les dégâts de neige puis de vent se multiplièrent à partir des années 1980. Pour toutes ces raisons, les densités de plantation diminuèrent inexorablement.

Le panorama actuel est issu de ces évolutions et très bien révélé par les travaux de l'Inventaire forestier (*figure 1*). Les densités de plantation moyennes actuellement observées varient se-

lon les essences : les résineux à croissance rapide (douglas, mélèzes, pin maritime...) et les feuillus précieux (et bien sûr le peuplier) ont été initialement plantés à moins de 1 500 plants/ha, les autres pins, sapins et feuillus sociaux à plus de 1 500 plants/ha. Ces moyennes cachent cependant l'évolution des densités à la baisse avec le temps que nous signalons (*figure 2a et 2b*). Si pour la plupart des résineux, elles se sont stabilisées autour de 1 100 à 1 200 plants/ha (sauf pour le pin sylvestre, toujours planté entre 1 500 et 2 000 plants/ha), pour les feuillus sociaux, la baisse a été beaucoup plus forte, de 3 000 (voire 4 000 plants/ha pour le hêtre) à 1 000-1 500 plants/ha aujourd'hui.

Actuellement, l'attribution d'aides de l'État (sur lesquelles s'alignent en général celles des régions) a été limitée aux plantations **de densités de plus de 1 200 plants/ha**³. Cela n'exclut pas les plantations à plus faibles densités qui, bien suivies, donnent d'excellents résultats, mais elles ne bénéficieront malheureusement pas de subventions. Ce rappel historique montre que **le choix d'une densité pour une essence donnée n'est pas immuable** comme on le croit souvent. Il répond à des contraintes conjoncturelles technico-économiques et le long terme de la croissance forestière fait que ce qui apparaissait une évidence à un moment donné peut sembler une erreur 50 ans plus tard. Il est toujours bon de prendre du recul en forêt...

Figure 2 a) - Évolution des densités initiales de plantation pour les résineux depuis 40 ans en fonction de la classe d'âge du peuplement observée.
(NB : les plantations les plus récentes sont situées à gauche de chaque graphique) (IGN, 2017).



À retenir

Seulement 12 % de la forêt française est issue de plantation. Initialement importantes (entre 1 600 et 4 400 plants / ha), les densités ont diminué en fonction de l'évolution des conditions, notamment économiques. Le choix de la densité de plantation dépend de nombreux facteurs : techniques, environnementaux, économiques et sociologiques, qu'il convient de prendre en compte.

Mots-clés : densité, plantation, facteurs de choix.

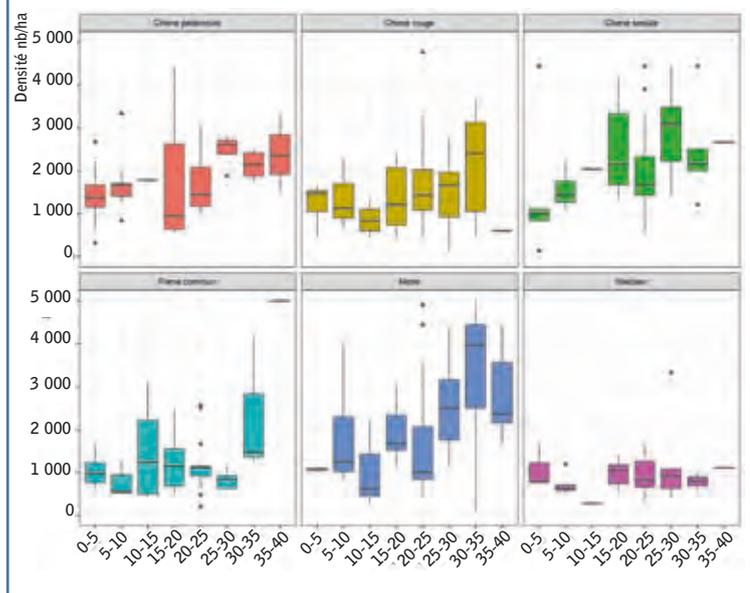
Comment choisir la densité de plantation ?

Cette question importante a déjà donné lieu à de nombreuses synthèses bibliographiques jusqu'à la fin des années 1980, notamment sous l'égide du FFN et l'IDF y a beaucoup travaillé⁴. Depuis, les publications ont été assez rares en France, car le sujet faisait à peu près consensus, avec des densités utilisées variables selon les régions et les essences mais situées en moyenne entre 800 et 1 600 plants/ha, densités autorisées alors pour les subventions de l'État⁵. D'autres paramètres ont récemment évolué : contexte économique (notamment débouchés des bois), explosion des dégâts de gibier, tempêtes à répétition, changement climatique, pression socio-environnementale. Cela nous amène à réexaminer le problème à la lumière de ces nouvelles contraintes. Le choix d'une densité de plantation ne doit en effet pas être fait à la légère, car il a de nombreuses conséquences. Nous envisagerons donc dans ce dossier les implications des densités de plantation, notamment au niveau de la croissance des arbres puis les facteurs qui influent sur le choix (voir l'inventaire en encadré), avec un focus sur les risques, les dégâts de gibier, le matériel végétal, la préparation du terrain et les entretiens (et leurs conséquences économiques). **L'objectif ici n'est pas de conseiller une densité idéale, il n'y en a pas, mais de permettre au reboiseur de prendre sa décision en connaissance de cause.** ■

⁴ Bibliographie sur demande.

⁵ voir l'enquête nationale du groupe de travail résineux de l'IDF : Riou-Nivert, 2009.

Figure 2 b) - Évolution des densités initiales de plantation pour les feuillus depuis 40 ans en fonction de la classe d'âge du peuplement observée.
(NB : les plantations les plus récentes sont situées à gauche de chaque graphique) (IGN, 2017).



Inventaire (non exhaustif) des facteurs influant sur le choix des densités de plantation

Ces facteurs sont multiples. Nous les avons classés un peu arbitrairement en quatre catégories. Pour une plantation donnée, ils ne seront bien sûr pas tous à prendre en compte.

Facteurs techniques

- Antécédent cultural et état de la parcelle : nature du peuplement précédent, topographie, ensouchement, rémanents, praticabilité, recrû à attendre...
- Type de station et potentialités de production
- Accessibilité et surface (possibilités de mécanisation)
- Préparation du terrain envisagé (travail du sol...)
- Essences et provenances prévues
- Matériel végétal (type et qualité des plants : godets, racines nues)
- Mode de plantation (standard, en potet, mécanisée...)
- Schéma choisi : pure ou en mélange, en bandes, en points d'appui, en enrichissement...
- Itinéraire technique futur envisagé et types d'exploitation (cloisonnements...)

Facteurs environnementaux et aléas

- Aléas climatiques : sécheresse, coups de soleil, gel, changement climatique...
- Tempête
- Dégâts phytosanitaires : insectes ravageurs et champignons pathogènes
- Dégâts de gibier
- Impact sur la biodiversité
- Dégradation du sol : exportations d'éléments minéraux liées à la récolte et aux méthodes de préparation du terrain, tassements liés à la mécanisation

Facteurs économiques

- Coût de préparation du terrain
- Coût des plants (essence, types de plants)
- Coût d'installation
- Coût de protection contre le gibier
- Coût de protection contre l'hylobie
- Coût des regarnis
- Coût des entretiens (mécanisés, manuels) et de gestion du recrû
- Coût des dépressages éventuels et d'éclaircies non commercialisables
- Coût des opérations d'amélioration de la qualité (taillages de formation, élagages)
- Type d'exploitation (manuelle, mécanisée, cloisonnements...)
- Débouchés des petits produits ; débouchés bois d'œuvre
- Fluctuations des marchés

Facteurs sociologiques

- Objectifs de gestion du propriétaire : économie (bois de qualité, production de masse, bois énergie...), patrimoine, paysage, environnement...
- Moyens du propriétaire : financiers, en personnel, motivation (âge, résidence...)
- Continuité dans le suivi des itinéraires (successions...)
- Pression socio-environnementale : acceptabilité de la plantation et intégration paysagère, réglementation (Natura 2000), certification forestière, associations environnementalistes, voisins, élus...

Bibliographie

Guittou J.-L. et Riou-Nivert P., 1987. *Reboisement et sylviculture des résineux*. RFF XXXIX N° sp. 1987, p. 56-67.

IGN, 2017 : *La forêt plantée en France, état des lieux*. L'IF, N° 40, mai 2017, 16 p.

Riou-Nivert P., 2009. *Les densités de plantation des résineux. Facteurs de choix et implications*. Forêt-entreprise n° 188, septembre 2009, p. 13-17.

Riou-Nivert P ; et al., 2018 : *Note de l'IDF sur les densités de plantation : éléments techniques et facteurs à prendre en compte*, document interne IDF, 7 p.

Les effets des densités de plantation

Par Philippe Riou-Nivert, CNPF-IDF

Le choix d'une densité de plantation influe sur le produit bois final et la durée de rotation. Cet article expose les avantages et inconvénients des fortes ou faibles densités.

 8 min

Les densités de plantation ont des effets directs sur la croissance, la forme, la branchaison et la qualité du bois. Nous n'envisagerons ici ces effets que pour les plantations réussies et tirées d'affaire (en général après 5 m de haut). Les facteurs externes, qui influent sur le choix du reboiseur, seront examinés dans les articles suivants.

Densité de plantation et croissance du peuplement

Hauteur

Tous les auteurs s'accordent sur le fait que la densité de plantation n'a pas d'influence sur la croissance en hauteur dominante du peuplement dans de très larges limites, du moins pour les essences de lumière qui supportent le découvert. De nombreuses mesures faites par l'IDF sur des peuplements résineux adultes plantés à 400 ou 500 plants/ha comparés à des peuplements plantés à plus de 2 000 plants/ha l'ont confirmé. Pour les feuillus sociaux cependant (chênes, hêtre), des arbres trop isolés peuvent prendre des formes typiques dites de taillis sous futaie et sont moins hauts de quelques mètres à l'âge adulte que les arbres de futaie.

Production en volume total et en volume individuel

Seules des densités très faibles (moins de 500 plants/ha pour les résineux) entraînent des pertes de production initiales notables tant que le couvert n'est pas fermé (de l'ordre de 40 % à 30 ans) mais qui se réduisent ensuite : voir par exemple pour le pin laricio les courbes commentées des tables britanniques (figure 1). Ces pertes représentent les petits bois de peu de valeur (premières éclaircies) qui n'ont pas été produits. Certains auteurs, après 30 ans, ne trouvent pas de différence de production de biomasse aérienne et de stockage de carbone ; c'est le cas de Marziliano *et al.*, (2015) par exemple pour des douglas de 32 ans, plantés entre 800 et 2 500 plants/ha.

Les faibles densités entraînent toujours une plus forte croissance en diamètre et en volume individuel moyen (volume double à 20 ans pour 600 par rapport à 2 000 tiges/ha par exemple : placettes IDF), produisent des arbres plus gros plus tôt et donc permettent des coupes d'éclaircie plus précoces et un raccourcissement de la durée de révolution.

Figure 1 a) et b) - Pin laricio : effet de la densité de plantation sur la production totale et la croissance individuelle en volume (tables de production britanniques classe de productivité 18 m³/ha/an, sans éclaircie).

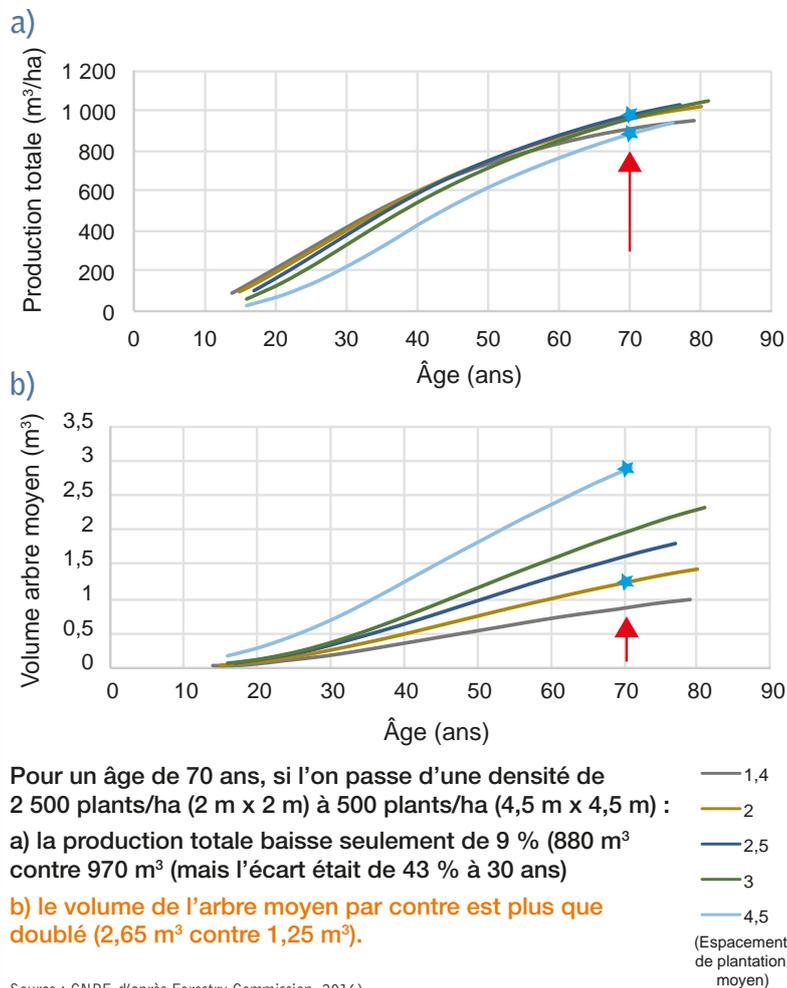
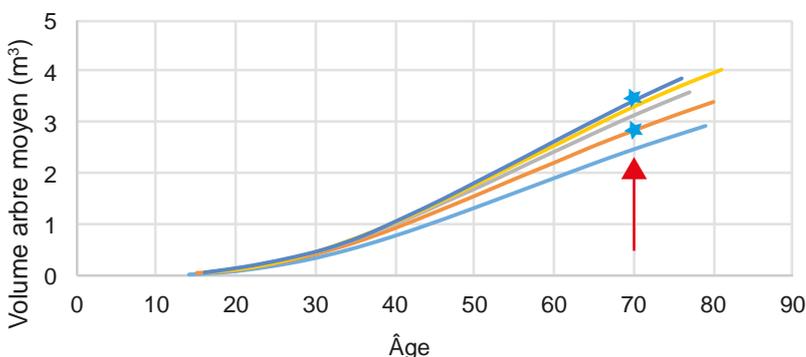
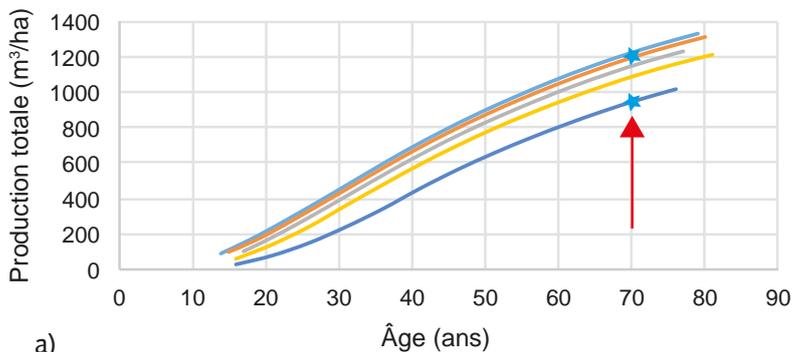


Figure 2 - Deux douglas de 57 ans ayant poussé serré (à gauche : diamètre 54 cm) et à faible densité à droite (diamètre 70 cm).



© Aliénor Riou-Nivert

Figure 3 a) et b) - Pin laricio : effet de la densité de plantation et de l'éclaircie sur la production totale et la croissance individuelle en volume (tables de production britanniques, classe de productivité 18 m³/ha/an, avec éclaircies fortes et précoces dès 12 m de haut).



Pour un âge de 70 ans, si l'on passe d'une densité de 2 500 plants/ha (2 m x 2 m) à 500 plants/ha (4,5 m x 4,5 m) :

a) la production totale baisse de 20 % (950 m³ contre 1 190 m³ (mais l'écart était de 49 % à 30 ans)

b) le volume de l'arbre moyen reste cependant en faveur des faibles densités (3,4 m³ contre 2,8 m³, soit + 21 %).

— 1,4
— 2
— 2,5
— 3
— 4,5
(Espace-ment de plantation moyen)

Source : CNPF, d'après Forestry Commission, 2016

Densité de plantation et itinéraire technique ultérieur

Tous ces effets sont à relativiser. Une forte densité suivie de dépressages ou d'éclaircies précoces, permettant la sélection progressive des meilleures tiges, amènera rapidement le peuplement à de plus faibles densités. Les écarts entre faibles et fortes densités initiales seront alors nettement plus réduits. Les tables britanniques commentées, toujours pour l'exemple du pin laricio (figure 3) permettent d'apprécier quantitativement cet effet.

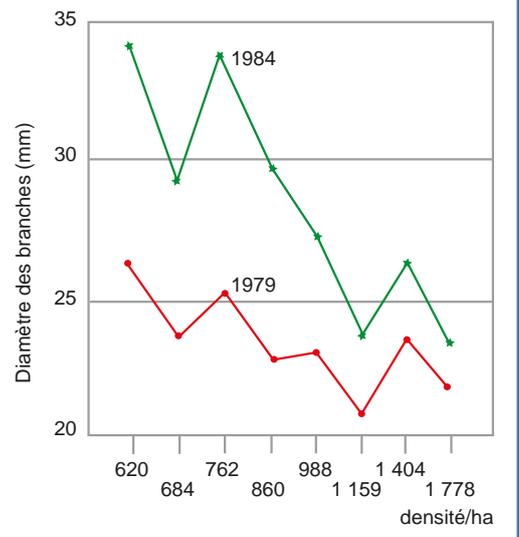
Densité de plantation, branchaion et forme des tiges

Les faibles densités produisent des arbres plus trapus (coefficient d'élanement H/D faible¹) et donc plus résistants aux tempêtes (Biro *et al.* 2009) comme à la neige. En outre, les arbres habitués à être isolés « apprennent » à mieux résister au vent en fabriquant un bois adapté et en installant un système racinaire mieux ancré. Des densités de plus de 1 200 plants/ha imposent des éclaircies dès 12 m de haut si l'on veut conserver la stabilité du peuplement. En contrepartie, à faible densité, les jeunes tiges auront un plus fort défilement, avec comme conséquence plus de pertes au sciage en première éclaircie. Par contre, les arbres adultes (une fois le couvert fermé) ont un tronc qui redevient plus cylindrique.

Les faibles densités (moins de 800 à 1 000 plants/ha) produisent des branches plus grosses (sauf élagage ou gainage par un recru ligneux maîtrisé). Ceci est encore plus flagrant sur sols fertiles (anciennes terres agricoles où les défauts s'expriment plus). Ce point est pénalisant pour l'utilisateur des bois de

¹ Rapport entre la hauteur totale de l'arbre et le diamètre à 1,30 m.

Figure 4 - Densité de plantation et diamètre des branches à 2 m de hauteur sur douglas à 6 ans (1979) et 11 ans (1984) (de Champs, 1990).



première éclaircie. Prenons deux exemples sur douglas. À 20 ans, Newton *et al.* (2012) trouvent un diamètre maximal de branches sur les 5 premiers mètres du tronc de 60 % supérieur à 500 plants/ha par rapport à 1 700 plants/ha (3,6 cm contre 2,2 cm). De Champs (1990) a mesuré l'effet de la densité de plantation (6 niveaux) sur le diamètre des branches à 2 m de hauteur (figure 4) : à 11 ans, il passe de 2,3 cm à 3,2 cm, entre 1 780 et 620 tiges/ha. **À noter que le classement bois rond et le classement visuel structurel des résineux ne devient pénalisant que pour des nœuds de plus de 4 à 5 cm de diamètre.**

Remarque importante. La plupart des auteurs constatent une proportionnalité entre le diamètre maximal des branches vivantes et le diamètre du tronc. Toute tentative d'accélérer la croissance du tronc (par faibles densités ou éclaircies précoces) aboutira inéluctablement à augmenter la taille des branches. De même, et pour la même raison les arbres dominants des peuplements denses (souvent ceux qui resteront après éclaircies) auront des branches plus grosses que la moyenne. Cependant, le coefficient de proportionnalité entre diamètre des branches et du tronc n'est pas le même selon les essences. Le pin laricio de Calabre par exemple à une branchaison plus forte à diamètre égal que celui de Corse. Chez le pin laricio de Corse lui-même, le verger à graines d'origine continentale à une branchaison plus forte que le verger issu de provenances de l'île de Corse.

Densité de plantation et qualité du bois

Les faibles densités entraînent chez les résineux des cernes plus larges, un bois moins dense, et une plus forte proportion initiale de bois juvénile². Ces points peuvent être pénalisants pour certaines essences (épicéa, sapin), moins pour d'autres (douglas, mélèze) et s'atténuent avec l'âge. Les cernes larges ne sont gênants pour le classement bois rond et le classement visuel structurel des résineux (charpente) qu'à partir de 7 mm (sapin-épicéa, pin sylvestre, mélèze) ou 8 mm (douglas, pin maritime) de moyenne, ce qui est relativement rare, même en plantations à très faibles densités. La largeur de cernes a par ailleurs peu d'importance pour les usages nobles (menuiserie intérieure, déroulage...). **Les plantations à faibles densités ont une proportion de duramen en général plus faible**, ce qui peut être pénalisant pour les essences recherchées pour leur bonne durabilité en usages extérieurs (douglas, mélèze), mais **l'aubier, de plus forte densité, est excellent pour les usages intérieurs.**

En résumé, ce n'est donc pas l'augmentation de la largeur de cerne qui est le plus dommageable sur le bois des résineux, mais plutôt le diamètre des branches (donc des nœuds). Pour les feuillus, le problème est plus compliqué, car si l'augmentation de la largeur de cerne n'a que peu d'effet sur la densité pour les feuillus à bois homogène (hêtre), elle augmente la densité des bois à zone poreuse (chêne).

Conclusion

Les effets des densités de plantation sont donc très divers. Une bonne croissance individuelle impliquant un raccourcissement de la révolution – 50 ans par exemple au lieu de 70 ans pour la production de gros bois – sera contrebalancée par une plus forte branchaison qu'il faudra contrôler par un élagage artificiel ou bien un gainage des fûts par un recru naturel, souvent délicat à gérer. ■

² Bois formé au niveau des branches vertes (à la base du tronc dans le jeune âge ou dans le houppier à l'âge adulte).

Bibliographie

Birot Y., Landmann G., Bonhême I., coord., 2009. *La forêt face aux tempêtes*. Synthèses. Éd. Quae, 433 p.

De Champs, 1990. *Quelle densité de plantation pour le douglas ?* Afocel, Fiche Information Forêt N° 2, fasc. 385, p 97-108.

Forestry Commission, 2016. *Forest yields. A handbook on forest growth and yield tables for British forestry*, 100 p.

Marziliano P.-A., Coletta V., Menguzzato G., Nicolaci A., Pellicone G., Veltri A. *Effects of planting density on the distribution of biomass in a Douglas-fir plantation in southern Italy*. Éd. Italian Society of Silviculture and Forest Ecology, Parma, Italy. iForest, 2015, 8, pp 368-376.

Newton M., Lachenbruch B., Robbins J.-M., Cole E.-C. 2012. *Branch diameter and longevity linked to plantation spacing and rectangularity in young Douglas-fir*. Éd. Elsevier, Oxford, UK, *Forest Ecology and Management*, 2012, 266, pp 75-82.

À retenir

La densité de plantation a des effets sur la croissance, la forme, la branchaison et donc la qualité du bois. Une faible densité entraîne une plus forte croissance en diamètre, en volume individuel, avec en corollaire des branches plus grosses, cependant la récolte sera plus précoce.
Mots-clés : densité de plantation, effets.



Plantation comparative de provenances de douglas à Saint-Victor de Monvianeix (63) : plantation en 1998, écartement de 4 x 2,5 m (1 000 plants/ha) sur une ancienne pâture et élagage de pénétration en 2011.

Densité de plantation, essence et qualité des plants



Par Philippe Riou-Nivert, Sabine Girard, Dominique Merzeau, CNPF-IDF

L'amélioration de la qualité des plants permet-elle de diminuer la densité de plantation ? Les plants de qualité nécessitent un travail particulièrement soigné d'installation pour optimiser leur supériorité.

cas aussi de certains résineux (**pin sylvestre, pin maritime, cèdre**). D'autres essences conserveront souvent une forme correcte à faible densité (**douglas, pin laricio, mélèze**), mais verront leur diamètre de branches augmenter avec celui du tronc.

La densité de plantation doit être ajustée en particulier en fonction du taux de réussite espéré du reboisement. Celui-ci dépend en grande partie de la qualité des plants et du soin apporté à la plantation pour une essence donnée.

Essence

Toutes les essences ne peuvent pas être plantées à la même densité

Certaines essences présentent naturellement une **forme de tronc** défectueuse ou une **forte branchaison**, qui s'exprimeront plus à faibles densités et d'autant plus que la station est fertile (anciennes terres agricoles notamment). C'est le cas des feuillus précieux (**noyer, merisier, érable...**), du hêtre ou du chêne ; c'est le

Plusieurs solutions sont alors envisageables. Pour les feuillus asociaux comme le noyer, **les densités de plantation sont obligatoirement faibles**, mais les tailles de formation et les élagages sont indispensables. Pour d'autres essences, **les densités conseillées sont plus fortes**, c'est le cas du **pin sylvestre**, rarement planté à moins de 1 600 plants/ha. À l'inverse, le **mélèze** supporte mal la concurrence et les densités n'excèdent pas 1 100 plants/ha.

Certaines essences sont plus souples comme le **douglas** ou le **pin laricio** et **des densités très variées sont possibles** : entre 800 et 1 600 plants/ha par exemple (moyennant un itinéraire technique ultérieur adapté), cependant les faibles densités impliquent un gainage

feuillu ou un élagage artificiel (voire un défouillage pour le pin laricio) pour contenir la branchaison. D'autres essences demandent une densité assez élevée (plus de 1 300 plants/ha) pour des raisons de **qualité de bois**, c'est le cas de l'**épicéa** ou du **sapin pectiné** pour lesquels des cernes trop larges sont pénalisants pour les propriétés mécaniques.

Exemple du pin maritime

Pour le **pin maritime**, la gamme de densité initiale a varié entre 800 et 1 660 plants/ha avec un « standard » de 1 250 plants/ha, comparable à la densité recommandée après le dernier dépressage d'un semis. Cette densité constitue un bon compromis entre une croissance initiale correcte, qui permet d'attendre pour déclencher l'éclaircie que les arbres atteignent des dimensions commercialisables sans toutefois que la concurrence ne devienne trop importante, et la préservation d'un nombre suffisant d'arbres d'avenir. À plus faible densité, il y a un risque de développement de grosses branches et potentiellement un nombre important d'arbres mal conformés pour des raisons sanitaires ou accidentelles (gibier, rouille courbeuse, pyrale du tronc, verse). L'augmentation des densités, si elle accroît la possibilité d'élimination des arbres de mauvaise qualité, entraîne un surcoût à la plantation et un risque de difficulté de commercialisation de produits d'éclaircie de trop petits diamètres.

Qualité génétique des plants forestiers

Des plants de provenances mieux connues et souvent améliorées...

La qualité génétique des plants utilisés en forêt s'est fortement améliorée depuis 40 ans. Plus d'une **soixantaine d'espèces forestières sont désormais soumises à la réglementation** sur les matériels forestiers de reproduction, contre seulement une douzaine dans les années 70. Les semences de toutes ces espèces ne sont pas récoltées n'importe où, mais uniquement dans des peuplements forestiers identifiés, sélectionnés ou testés et sur un nombre de semenciers important. Nous sommes loin des prélèvements réalisés par le passé sur quelques arbres de lisières faciles à récolter car bas branchus.

Par ailleurs, des programmes d'amélioration génétique ont été lancés dès l'après-guerre pour les principales espèces utilisées alors en reboisement, essentiellement résineuses (pin

maritime, épicéa, douglas, mélèzes, pin sylvestre). Les **variétés forestières améliorées** actuellement commercialisées sont issues de ces programmes, **elles représentent actuellement plus de 80 % des plants résineux vendus en France**.

Si les améliorateurs ont initialement privilégié la **croissance** comme critère de sélection principal, la **qualité des tiges** (forme et branchaison) est vite apparue comme un critère lui aussi important. On sait depuis longtemps que croissance et qualité sont malheureusement deux facteurs antagonistes.

Il a donc fallu trouver des compromis. Pour le **pin maritime**, dont le principal problème était la courbure basale, l'amélioration de la rectitude a été prise en compte dès le départ conjointement avec l'amélioration de la vigueur. Pour les variétés VF3, plantées aujourd'hui, le gain prévisionnel par rapport à du matériel sauvage (hors pollution génétique) est de 40 % à la fois sur la croissance en volume et sur la rectitude et ce gain devrait être encore supérieur dans les nouveaux vergers à graines. Pour le douglas, même si la vigueur a été le critère de sélection prépondérant lors de la constitution du verger à graines de La Luzette, la qualité de la branchaison avait également été prise en compte. Le résultat est apparu décevant pour certains, mais a pu être légèrement amélioré grâce aux éclaircies pratiquées dans le verger qui ont éliminé les arbres de forme médiocre. À noter que certaines variétés améliorées ont été créées à partir d'origines réputées pour leur bonne forme. C'est le cas du **pin maritime hybride Landes x Corse** ou du **pin sylvestre polonais de Taborsz**, bien plus droit que les provenances françaises d'Haguenau par exemple.

... mais peu d'influence sur les densités de plantation

Le sylviculteur a donc le choix entre privilégier une **sélection préalable**, mais assez limitée, effectuée par les améliorateurs ou pratiquer lui-même une **sélection après plantation à plus forte densité par les dépressages et les éclaircies**, voire une correction par les **taillages de formation ou les élagages** artificiels. Cependant, il faut bien reconnaître que les espoirs qui avaient été mis dans l'amélioration génétique pour permettre des plantations à faible densité et favoriser ainsi la croissance ont été en partie déçus. Le matériel amélioré ne permet pas la densité définitive, loin de là, à part pour le **peuplier**. Il faudra souvent, selon les essences, **planter au moins quatre fois**



Peuplement
de pins maritime
Landes x Corse (LC1)
de 17 ans,
essai de Mimizan.

D. Merzeau © CNPF

la densité finale espérée au moment de la récolte pour se ménager une marge de sélection par les coupes successives. En effet, l'amélioration de la rectitude ou de la branchaison n'évite pas les nombreux défauts accidentels liés notamment aux attaques de gibier ou aux problèmes sanitaires. Certains opérateurs conseillent même aujourd'hui de réaugmenter les densités de plantation tout en utilisant du matériel amélioré (**douglas, pin maritime**) pour viser un débouché « moyens bois industriels » en plein développement. Cette tendance doit être examinée avec circonspection à la lumière des expériences passées issues des plantations denses du FFN, qui n'ont pas été éclaircies en temps utiles.

Qualité morphologique des plants forestiers

Des plants de qualité et performants...

Parallèlement à l'amélioration de la qualité génétique des plants forestiers, les progrès techniques réalisés en matière de traitements des semences et d'élevage des plants en pépinière¹ permettent de disposer aujourd'hui de plants de bonne qualité assurés d'une bonne reprise après plantation dans des conditions « standard ».

En dehors des années exceptionnellement sèches comme 2015 et 2018, le taux de reprise moyen des jeunes plantations réalisées en France est de 90 % la première année selon l'enquête annuelle effectuée par les correspondants observateurs du DSF². Il était souvent de moins de 50 % avant les années 1980 !

Ces bons résultats sont également à mettre en relation avec la généralisation de pratiques, comme l'emballage des plants voire leur mise en jauge évitant la dégradation de leur qualité physiologique durant leur transport et avant leur plantation.

Ils sont aussi à relier au développement des travaux préparatoires à la plantation (sous-solage, labour, travail localisé à la minipelle...) dont on sait l'intérêt pour lutter contre la végétation concurrente et limiter l'impact de sécheresses printanières ou estivales³.

La préparation du sol est particulièrement importante dans le cas de plants de petite taille susceptibles d'être précocement dominés par la végétation concurrente. Les plants de douglas élevés hors sol (godets) sont ainsi, dans la plupart des cas, installés sur des sols préparés. Précisons d'ailleurs que la différence de taille s'estompe rapidement entre des plants racines nues de 30 à 50 cm de hauteur initiale, et en godet de 20 à 30 cm, la croissance de ces derniers étant beaucoup plus forte les premières années après plantation. Pour l'avenir, des techniques encore non passées dans la pratique courante comme la mycorhization contrôlée, le rajout de rétenteurs d'eau dans le substrat des godets ou le paillage pour limiter la concurrence sont encore susceptibles d'améliorer les conditions de reprise. Elles se heurtent toujours à des problèmes de coûts.

... mais peu d'influence sur les densités de plantation

Toutes ces améliorations de la qualité et les bonnes performances enregistrées immédiatement après plantation ne se sont néanmoins

¹ Dossier *De la graine au plant forestier : innovations*. Forêt-entreprise n° 227, mars-avril 2016.

² Boutte B., 2013 – *Principaux résultats de six années d'observation des problèmes phytosanitaires dans les plantations forestières de l'année*. Boutte B., 2017 : – *Suivi national « plantation de l'année », bilan des campagnes 2015 et 2016*.

³ Vidal C. 2019. *Densité de plantation, travail du sol et entretiens*. Forêt-entreprise n° 248 p. 36-45.



Peuplement de pin maritime landais non amélioré de 17 ans, essai de Mimizan.

pas traduites par une réduction des densités de plantations dans notre pays. Au contraire, dans le cas du douglas, la tendance est à les augmenter ; depuis les 1 100 plants/ha qui ont prévalu ces dernières décennies jusqu'à 1 300, voire 1 600 plants/ha ! Si, 1 300 plants/ha peuvent s'avérer nécessaires dans certains cas (gibier, hylobe, objectif branches fines), il faudra bien réfléchir aux effets induits par des densités supérieures (coûts, difficultés d'entretiens...).

Il est vrai que d'autres facteurs de risque sont en progression et en premier lieu la pression du gibier⁴. Les forestiers craignent également une augmentation des **dégâts d'hylobe**, en raison de l'interdiction des traitements insecticides en pépinière. Les résineux en godets, au diamètre plus fin que celui des plants racines nues sont particulièrement exposés à ce risque, d'autant qu'ils ne peuvent bénéficier, comme les racines nues, de l'application de barrières physiques à base de cire, de type Ekowax®.

Attention toutefois à ce que l'augmentation des densités ne s'accompagne pas d'une moindre qualité de plantation ! **Le soin apporté à la mise en terre des plants est en effet une étape cruciale dans la réussite d'une plantation.** Or, les tarifs de ce poste sont souvent

négociés au plus bas sans tenir compte du temps nécessaire pour réaliser correctement ce travail particulièrement pénible. Pour faciliter leur plantation et aller plus vite, les plants racines nues sont souvent amputés d'une grande partie de leur système racinaire, ce qui les rend particulièrement sensibles, lorsque survient une sécheresse dans les semaines qui suivent. À cet égard, la plantation de plants en godets, s'avère moins problématique et peut par ailleurs, dans certain cas, être réalisée à la canne à planter voire à la planteuse mécanique. **Dans tous les cas, mieux vaut planter moins, mais bien !**

Conclusion

Outre le tempérament de l'essence et la qualité des plants disponibles, le choix d'une densité de plantation doit également intégrer des paramètres liés à l'environnement direct du chantier. Le terrain a-t-il été préparé au préalable ? Quels types d'entretiens sont prévus ? Quelle est la pression du gibier ? Quels sont les risques sanitaires, climatiques... ? C'est l'ensemble de ces considérations qui permettront de définir LA bonne densité de plantation. Une fois cet élément établi, on ne peut qu'insister sur l'attention à porter à la qualité de la mise en terre des plants, liée au travail du planteur, dont la tâche mériterait d'être revalorisée. ■

⁴ Beaudesson P., 2019. Densité de plantation et dégâts de gibier. Forêt-entreprise n° 248 p. XX.

À retenir

Les essences forestières feuillues ou résineuses se plantent à différentes densités, suivant leur tempérament. Les améliorations concernant la qualité des plants permettent des taux de réussite importants, ce qui permet *a priori* d'éviter de trop fortes densités de plantation. Il est conseillé de planter au moins 4 fois la densité finale souhaitée (excepté le peuplier) pour une sélection des tiges les mieux conformées lors des éclaircies successives.

Mots-clés : densité de plantation, qualité des plants, amélioration génétique.

Densité de plantation et risques

par Philippe Riou-Nivert, CNPF-IDF

Une plantation au cours de sa vie est soumise à divers aléas : sécheresses, tempêtes, attaques d'insectes, de gibier, de champignons, ... Une plantation dense sera-t-elle plus ou moins sensible aux agressions ?

Il est très rare de planter à densité définitive. C'est le cas pour du matériel clonal (peuplier) où des essences intolérantes à la concurrence (noyer commun). Pour les autres essences, il est prudent de se ménager une marge de sélection pour éliminer précocement les arbres de mauvaise conformation, mais aussi de prendre en compte les pertes accidentelles. On pourrait se dire que plus on plante dense, plus la proportion de pertes sera faible. Ce n'est malheureusement pas si simple. Les fortes densités peuvent avoir un intérêt, mais être également être un facteur de risque, que ce soit dans les premières années ou par les conséquences qu'elles impliquent sur la sylviculture ultérieure, comme nous allons le voir.

¹ ONERC, 2015.

Le risque climatique

Le risque climatique est une importante cause de mortalité, notamment dans les jeunes peuplements. Il s'agit là principalement du gel, d'incidence globale relativement faible, et surtout de la sécheresse. Il est difficile à compenser en augmentant la densité. Des conditions climatiques particulières affectent en effet des zones entières et rarement un plant sur deux bien réparti.

² DSF 2017.

C'est surtout le **gel de printemps** (ou gel tardif) qui affecte certaines essences lorsqu'elles ont la mauvaise idée de débourrer trop précocement. Les essences sensibles sont connues : douglas, épicéa commun, sapin et plus généralement les essences de montagne introduites en plaine. Le débourrement tardif est donc un facteur bénéfique, à forte connotation génétique, et qui a d'ailleurs parfois été pris en compte dans les programmes d'amélioration (douglas). Les **gels d'automne** (ou précoces) étaient jusqu'ici moins préoccupants

mais pourraient le devenir, car le changement climatique allonge la période de végétation et perturbe le phénomène d'aoûtement (durcissement progressif des tissus des plants avant l'hiver). Un gainage des plants par un bourrage ligneux ou une plus forte densité peuvent constituer une certaine protection par rapport aux plants isolés, dans une certaine limite.

La **sécheresse** affecte des zones beaucoup plus étendues, d'ampleur souvent régionale. Elle entraîne un déficit hydrique des plants et est souvent liée à la **canicule** qui les « grille » suite à des températures excessives. Sécheresse et canicule sont les principaux effets du changement climatique¹. Les années de sécheresse sont cause d'une importante augmentation des mortalités dans les jeunes plantations. L'enquête annuelle sur les plantations menée par le Département de la santé des forêts a ainsi enregistré des pertes qui peuvent dépasser le double de celles d'une année normale, par exemple lors des sécheresses de 2003, 2015, 2016, 2018². En 2015 notamment, 27 % des plantations résineuses ont été fortement affectées (taux de réussite inférieur au taux standard de 80 %). De bonnes conditions de plantation permettant un enracinement rapide des plants constituent souvent le meilleur moyen de se prémunir de ces dégâts : plants « frais », bien plantés, plantation après travail du sol, en potet, à la mini-pelle ou avec paillage au pied du plant pour conserver l'humidité. Ces méthodes sont coûteuses et impliquent souvent de ce fait une réduction des densités. Par la suite, il n'est pas toujours facile de choisir entre faire des entretiens ciblés qui vont réduire la concurrence hydrique de la végétation adventice (effet sécheresse) et maintenir un accompagnement ligneux maîtrisé qui va conserver une ambiance forestière et protéger les plants des coûts de soleil (effet canicule).



O. Baubet © DSF

Plantation de douglas affectée par la sécheresse de 2003.

Mais il faut voir au-delà de la plantation. Lorsque le peuplement est constitué, **il commence à perdre beaucoup d'eau par évapotranspiration**. Plus sa surface foliaire est importante et donc plus il est dense, plus il transpire et plus la concurrence pour l'eau entre les tiges est forte. Il devient alors très sensible à la sécheresse quel que soit son âge. Les écophysiolgistes ont ainsi mis en évidence l'effet très net de l'indice foliaire (LAI en anglais : surface de feuilles par unité de surface au sol) sur la résistance au stress hydrique³. Un sous-étage abondant sous un peuplement très clair peut également aussi, dans une moindre mesure, augmenter l'évapotranspiration. Les observations du DSF suite à des dépérissements souvent initiés par des sécheresses notent très fréquemment que l'absence de sylviculture est un facteur prédisposant à la mortalité. Ainsi, que l'on ait installé une forte densité de plantation ou bénéficié d'un recru vigoureux, la réduction précoce du nombre de tiges par dépressage ou éclaircie est indispensable dans un contexte de changement climatique.

Le risque tempête

Le vent est la principale cause de dégâts en forêt, loin devant toutes les autres (20 fois plus de volumes concernés de 1990 à 2010 que les insectes ou dépérissements divers). Les tempêtes provoquent des ravages, mais sont en général espacées dans le temps, sur un même lieu, d'une ou plusieurs décennies. De ce fait, le sylviculteur a souvent tendance à les oublier. Les tempêtes sont essentiellement hivernales et concernent donc en priorité les

résineux qui conservent leurs feuilles en hiver. La plupart des études et enquêtes⁴ montrent que les peuplements clairs, notamment pour les résineux, sont plus résistants au vent. Les arbres ayant poussé initialement espacés sont en effet trapus et stables. Les feuillus peuvent se comporter différemment car ils développent, à l'état isolé, un houppier globuleux qui augmente le bras de levier (hêtre) et le risque de renversement. Les peuplements denses peuvent également résister au vent par « effet bloc », les arbres s'appuyant les uns contre les autres. Mais cet effet est éphémère et le peuplement ne résiste plus si sa hauteur dépasse 18-20 m. Il s'effondre alors comme un château de cartes, surtout si l'on vient de faire une première éclaircie tardive qui enlève aux arbres l'appui de leurs voisins. **La meilleure protection contre la tempête est donc de conserver un peuplement clair** en plantant à faible densité (800 à 1 200 plants/ha pour les résineux par exemple) ou bien en dépressant ou éclaircissant très précocement les peuplements plus denses (avant 12 m de hauteur en général).

Par ailleurs, aux stades jeunes, certaines essences (douglas, mélèze), en bonne station, ont une croissance aérienne trop rapide par rapport à leur croissance racinaire ; elles peuvent donc avoir tendance à se coucher sous l'effet de vents violents (verse). Une plus forte densité n'empêche pas le phénomène mais peut réduire la proportion de plants affectés. Cependant, une plantation dense est souvent moins soignée pour réduire les coûts globaux et peut entraîner un mauvais enracinement des plants : plantation au coup de pioche avec racines en crosse.

³ Bertin et Perrier, 2016.

⁴ par exemple : Birot *et al.*, 2009.

Plantation d'épicéa dense non éclaircie affectée par la tempête de 1999 et futur foyer de scolytes.



L.-M. Nagelisen © DSF

Le risque biotique

Les risques phytosanitaires sont multiples. Nous nous intéresserons ici aux risques biotiques qu'on classe souvent en deux catégories selon les agents en cause : insectes ravageurs ou champignons pathogènes, le gibier étant traité à part. Il n'est pas toujours facile de lier ces agents à la densité de plantation. Généralement il est admis que des plants vigoureux plantés avec soin sont plus aptes à se défendre contre les parasites, mais le problème n'est pas si simple, comme nous allons le voir.

Insectes ravageurs

Certains insectes sont peu sensibles à la densité de plantation et attaquent des plants même en bonne santé. C'est le cas de **l'hylote** par exemple, charançon qui se reproduit dans les souches fraîches de résineux et consomme l'écorce des jeunes plants à proximité. Il y a peu de moyens de défense aujourd'hui à part des barrières physiques à base de cire applicables en pépinière, encore au stade expérimental. Dans les zones sensibles, **une densité de plantation assez élevée** (plus de 1 200 plants/ha par exemple) est une précaution utile, même si les dégâts ne sont pas régulièrement répartis.

D'autres insectes comme **la chenille processionnaire du pin ou la tordeuse des pousses** réagissent à des stimuli visuels et sont plutôt attirés par les arbres vigoureux et plus ou moins isolés. La pyrale du tronc des pins a également une propension pour les arbres vigoureux (et portant des plaies d'élagage), on parle souvent dans ces cas de parasites de vigueur. **Mieux vaut alors ne pas trop réduire les densités** afin de ne pas

augmenter le pourcentage de dégâts. Ainsi la plantation de pin maritime se fait en général aujourd'hui à 1 250 plants/ha, qui est un compromis tenant compte de ces aléas et de la nécessité d'obtenir un diamètre suffisant à la première éclaircie.

Par contre, de nombreux insectes et non des moindres, comme **scolytes**, pissodes, cochenille du pin maritime, sont qualifiés de parasites secondaires, ou de faiblesse ; ils attaquent préférentiellement les arbres affaiblis qui émettent des « signaux de détresse ». Cela peut être des arbres préalablement déstabilisés par une tempête ou en état de stress hydrique suite à une sécheresse. **Les peuplements serrés, soumis à une forte concurrence individuelle sont particulièrement sujets à ces attaques.** Il s'agit en général de peuplements plantés à forte densité et qui n'ont pas été éclaircis suffisamment tôt ; c'est très fréquemment le cas par exemple pour l'épicéa, proie préférée du scolyte typographe. Mais l'éclaircie est également un facteur de stress pour les peuplements serrés si elle est faite trop tardivement, en particulier si elle intervient l'année d'une sécheresse.

Champignons pathogènes

Pour certaines maladies comme les **phytophthoras (sur chênes, châtaignier, mélèze)**, la densité du peuplement a vraisemblablement peu d'importance. Les agents de pourriture du bois comme le **fomès ou l'armillaire**, très fréquents, peuvent se disséminer par contacts racinaires. **Les peuplements denses sont alors particulièrement exposés** (épicéa, pins, douglas), surtout s'ils ont été éclaircis car les souches fraîches non traitées sont également des



F.-X. Saintonge © DSF

L'hylobe, principal parasite des jeunes plantations résineuses, limite la réduction des densités dans les secteurs où il est présent.

portes d'entrée privilégiées du fomès. L'armillaire est en général un parasite de faiblesse qui affectionne les arbres stressés. Une plantation à faible densité (en terrain non infecté), qui limite les éclaircies (et donc les souches) et réduit les contacts entre racines, peut alors être un moyen de diminuer le risque.

Les champignons foliaires se disséminent par des spores transportées par le vent et sont favorisés par l'humidité du sous-bois. C'est le cas des **rouilles** (rouille suisse sur douglas, rouille du peuplier...) ou du rouge cryptogamique. Les peuplements clairs (à faible densité ou bien éclaircis) où la circulation de l'air réduit l'humidité atmosphérique sont *a priori* moins sensibles. La maladie des bandes rouges des pins qui atteint fortement le pin laricio actuellement pourrait entrer dans cette catégorie d'après des études effectuées à l'étranger mais des expériences sont encore en cours en France pour confirmer l'effet des densités. Il semble également que pour le frêne, des arbres isolés ou avec bourrage d'autres essences soient moins atteints par la **chalarose**.

Conclusion

Les causes de dégâts sont très diverses et leur mode d'action variés. La densité de plantation est souvent un élément à prendre en compte, parmi d'autres, dans les moyens de prévention. Une plantation dense n'est pas forcément plus sensible aux agressions bio-

tiques ou abiotiques au stade jeune, mais elle engendre souvent, si les éclaircies ne sont pas faites à temps, un peuplement serré qui est en général plus exposé aux risques quels qu'ils soient. Une plantation monospécifique avec des arbres de même essence et de même âge joue en outre le rôle de caisse de résonance et amplifie les dégâts. Une plantation claire avec un recru ligneux maîtrisé qui conduit à un mélange d'essences (principales et accessoires) est souvent une garantie de meilleure résistance aux aléas, notamment biotiques. C'est aussi un gage de résilience face aux changements climatiques. Cependant elle demande une bonne technicité et complexifie la gestion, de la plantation jusqu'à l'exploitation. ■

Bibliographie

³ Bertin S., Perrier C. (coord.), 2016. *Le bilan hydrique des peuplements forestiers. État des connaissances scientifiques et techniques. Implications pour la gestion.* Édition IDF, 189 p.

⁴ Birot Y., Landmann G., Bonhême I. (coord.), 2009. *La forêt face aux tempêtes.* Édition Quae, 433 p.

² Département de la santé des forêts 2017. *Épisodes de sécheresses 2015-2016 et santé des arbres.* Note DSF janvier 2017, 4 p.

Nageleisen L.-M., Piou D., Saintonge F.-X., Riou-Nivert P., 2010. *La santé des forêts. Maladies, insectes, accidents climatiques... Diagnostic et prévention.* Édition IDF, 608 p.

¹ ONERC, 2015. *L'arbre et la forêt à l'épreuve d'un climat qui change. Rapport au Premier ministre et au Parlement.* La documentation française, 181 p.

Remerciements à Louis-Michel Nageleisen et François-Xavier Saintonge pour leur relecture attentive.

À retenir

Une plantation est exposée à de multiples risques : climatiques, tempêtes, biotiques (insectes, champignons). Face aux tempêtes, sécheresses ou canicules, un peuplement clair est préférable. Des plants en station et en pleine vigueur seront naturellement plus résistants pour se défendre contre les parasites.

Mots-clés : risques climatique, tempête, risques biotiques, densité de plantation.

Densité de plantation et dégâts de gibier

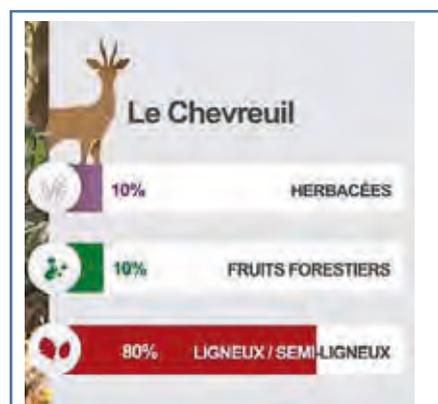
🕒 15 min

Par Pierre Beaudesson, CNPF-SG et Pierre Brossier, CNPF-CRPF Bretagne

En fonction de la population de gibier présente, quels sont les moyens pour se prémunir des dégâts de gibier ? Un dialogue avec les chasseurs est à instaurer pour définir ensemble les actions possibles avant une plantation. Il existe de nombreuses solutions techniques. L'augmentation de la densité de plantation en fait partie.

Le grand gibier se nourrit de végétaux, il est donc normal qu'il ait des impacts sur la forêt. Il faut cependant maintenir les dégâts à un niveau acceptable pour assurer la gestion durable des peuplements. Parmi les nombreuses pistes pour réussir une plantation en présence de gibier, nous n'envisageons ici que l'augmentation de la densité de plants comparée avec l'installation de protections. Sachant que ces dernières restent, le plus souvent, révélatrices d'un constat d'échec d'équilibre sylvo-cynégétique.

Rappel du régime alimentaire du grand gibier Quelques auteurs d'impacts sur les plantations



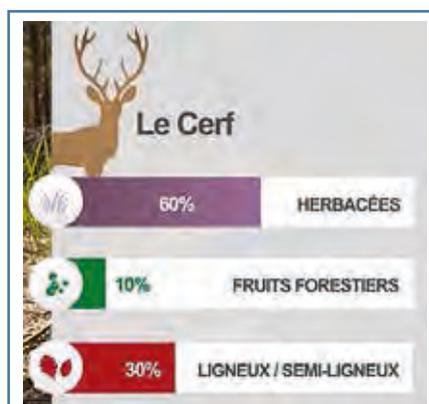
Le **chevreuil** est un fin gourmet qui sélectionne et recherche une alimentation riche et diversifiée, c'est un brouteur.

Les **semis-ligneux** (ronce, lierre...) sont les plus consommés, et ceci toute l'année. Les herbacées le sont surtout au redémarrage de la végétation au printemps.

En hiver et au début du printemps les résineux fournissent le complément alimentaire. Inversement, les feuillus sont consommés en période de végétation (d'avril à octobre).

En milieu agricole, le chevreuil se nourrit de céréales d'hiver, colza, luzerne et betteraves.

Le chevreuil consomme **jusqu'à 2 kg de végétaux** par jour au cours de 8 à 12 périodes d'alimentation entrecoupées de périodes de rumination.



Le **cerf** a des besoins importants, c'est un paaisseur non sélectif. Il est plus « herbivore » que le chevreuil.

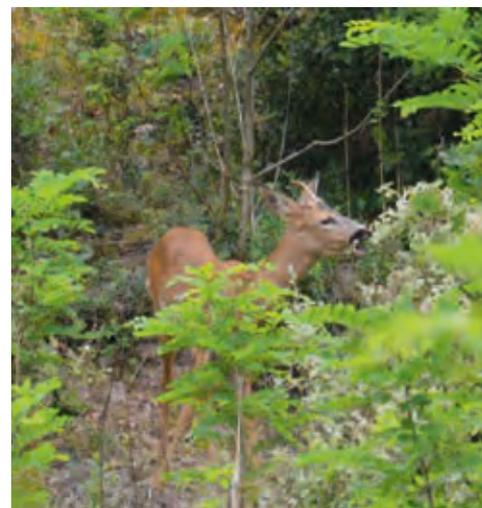
Les **herbacées** sont majoritairement consommées durant le printemps, l'été et l'automne.

L'été, les feuillus et semi-ligneux sont également très appréciés.

L'hiver et au début du printemps, les résineux subissent la plus forte pression avant le redémarrage de la végétation.

En fin d'hiver les écorces sont très convoitées.

En absorbant jusqu'à **30 kg de nourriture** surtout la nuit au cours de 4 à 6 périodes de gagnage quotidiennes, le cerf façonne son territoire d'autant plus qu'il vit en groupe.



P. Brossier © CNPF



Le **sanglier** s'adapte à une très vaste diversité de ressources alimentaires selon leurs disponibilités au fil des saisons.

C'est un omnivore opportuniste qui consomme 95 à 97 % de matière végétale : **graminées, bulbes, racines... Les fruits forestiers (glands, châtaignes et faines) et céréales** (maïs et blé) ont leur préférence.

Il complète son régime alimentaire avec quelques protéines animales (insectes, vers, rongeurs, cadavres d'animaux à l'occasion...).

Le **mouflon** a une stratégie alimentaire de paaisseur.

Le **chamois**, l'**isard**, le **bouquetin**, le **daim** ou le **cerf sika**, ont une stratégie plutôt mixte : paisseurs pendant la saison de végétation et brouteurs l'hiver.

Leurs impacts peuvent se cumuler avec ceux des autres gibiers en présence.



Tableau 1 - Les différents types de dégâts aux plantations

Origine des dégâts	Types de dégâts	Essences	Impacts sylvicoles
Alimentaire	Abroustissement	Essences très sensibles : merisier, frêne, chênes, sapin, érables... Essences moyennement sensibles : noyer, châtaignier, douglas, mélèze, épicéa, hêtre, pin maritime... Essences peu sensibles : épicéa de Sitka, bouleau	Épuisement des tiges, déformation, retard de croissance, apparition de fourches voire disparition des essences les plus sensibles ou bou- leversement de l'écosystème (fragi- lisation pouvant aller jusqu'à une transformation radicale)
	Écorçage	Essence à bois tendre et écorce lisse : frêne, peuplier, châtaignier, épicéa, érable... Essences moyennement sensibles : douglas, pins sylvestre et maritime, peuplier, hêtre... Essences peu sensibles : sapin, chêne, mélèze	Altère le bois et favorise le développe- ment de parasites, de maladies, voire dessèchement de la tige et mortalité
	Arrachage, déterrage	Plant installé en motte ou fraîchement installé Jeunes peuplements de pin maritime en secteur littoral sableux pauvre	Mise à nu des racines et parfois consommation, dessèchement et mortalité
Comportemental	Frottis	Essences touchées et sensibles : merisier, frêne, douglas, mélèze, feuillus à bois tendre (peuplier)... Essences peu frottées : chênes (sauf chêne rouge), hêtre	Cassures, dessèchement et parfois mortalité
Autre	Affouillement, piétinement, pollution par les déjections	Toutes	Mortalités localisées



1- Écorçage d'un houx. S. Gaudin © CNPF

2- Frottis sur pin. A. de Lauriston © CNPF

3- Arrachage de racines sur pin en forêt littorale dans les Landes. P. Brossier © CNPF



4- Abroustissement sur rejet de châtaignier. A. de Lauriston © CNPF

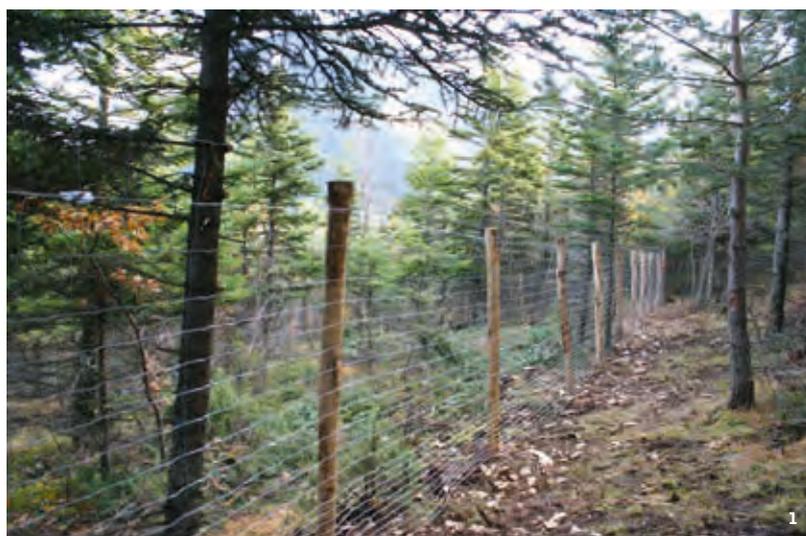
5- Affouillement par les sangliers. J. Degenève © CNPF

Tableau 2 – Les dégâts possibles par type de gibier

Chevreuil		Cerf			Sanglier
Abroustissement *	Frottis (brocard et cerf)	Abroustissement	Frottis (cerf mâle)	Écorçage	Déterrage, arrachage, piétinement
< 1,20 m	< 0,4 à 0,80 m sur tige de diamètre maxi de 4 cm	< à 1,80 m en plaine (plus haut lorsqu'il y a du relief ou de la neige)	De 0,80 à 1,60 m sur des tiges jusqu'à 20 à 30 cm de diamètre	De 0,40 à 2 m sur des arbres jusqu'à 30 cm de diamètre	Même sur des plants âgés de 10 ans

* La reconnaissance de l'auteur des abroustissements à moins de 1,2 mètre ne peut se faire qu'avec d'autres indices de présence.

En présence du chevreuil, les régénérations sont tirées d'affaire lorsque les tiges dépassent les 4 cm de diamètre. En sylviculture régulière et en présence du cerf, on doit attendre 20 à 30 ans, voire plus pour être enfin tranquille. Ces valeurs sont à moduler en fonction des essences et du mode de régénération. La protection par engrillagement ou par protections individuelles est une solution provisoire pour limiter l'impact du gibier.



1- Protection par engrillagement.

G. Bossuet © CNPF

2- Protection individuelle par manchon.

P. Van Lerberghe © CNPF

Quelques facteurs influençant les dégâts de gibier aux plantations

Le gibier

- L'espèce
- L'importance des populations
- Sa répartition sur le territoire et son mode d'alimentation

Le plant

- L'essence et donc son appétence
- L'origine (naturelle ou pépinière)
- La densité de plantation
- Sa taille ou son âge

Le contexte

- La station, donc la végétation accompagnatrice
- La capacité alimentaire ou la présence d'abris à proximité
- La capacité d'accueil du massif, et les aménagements cynégétiques
- La quiétude, ou inversement le dérangement ou la pression de chasse
- La saison
- La météo : froid, neige
- Les grillages et barrières infranchissables situés à proximité

L'itinéraire sylvicole

- La surface de plantation (effet de dilution des dégâts lorsque la surface de plantation est grande). Il est conseillé de planter sur des surfaces minimales de 2 ha.
- Le rapport périmètre/surface et contenu des parcelles voisines (c'est souvent sur les lisières que les dégâts sont les plus importants, frottis notamment)
- La préparation de la plantation (terrain nu plus exposé que plantation dans le recru)
- L'accessibilité du plant par le gibier
- L'intensité des dégagements et entretiens
- Les protections :
 - individuelles mécaniques ou olfactives : manchon, piquets, répulsif...
 - collectives : engrillagement, clôture électrique
- La présence ou absence du recru qui peut être très appétant et ainsi former un dérivatif (charme...)

L'augmentation de la densité de plantation n'est donc qu'un des facteurs possibles pour diminuer les dégâts du gibier. Ce facteur est étudié maintenant.

Quel choix faire entre une augmentation de la densité de plants ou la mise en place d'une protection ?

La meilleure solution reste, avant tout, d'anticiper et de rétablir ou de maintenir l'équilibre sylvo-cynégétique. Celui-ci consiste à rendre compatible la présence durable d'une faune sauvage riche et variée et la pérennité et la rentabilité économique des activités sylvicoles. Cet équilibre est possible par la chasse qui permet la régulation, la limitation des dégâts. Les pratiques cynégétiques et sylvicoles adaptées y contribuent... Cette harmonie doit « tendre à permettre la régénération des peuplements forestiers dans des conditions économiques satisfaisantes pour le propriétaire » (L.425-4 du code de l'Environnement). C'est-à-dire « en limitant l'utilisation des protections contre le gibier aux seules situations exceptionnelles » (Circulaire du ministère de l'Agriculture du 17/09/2012). Au-delà de cet équilibre, la forêt se dégrade et les populations de gibier perdent en vigueur. **La nécessité de l'utilisation de protection gibier est souvent signe d'échec de l'équilibre sylvo-cynégétique. Ce préliminaire étant fait, regardons maintenant comment trouver le juste milieu entre augmentation de la densité de plants installés et mise en place de protections.**

L'augmentation de la densité de plantation est un facteur envisageable pour limiter les dégâts. Par exemple, hors plantation à densité

définitive (noyer, peuplier), une augmentation de 30 à 40 % du nombre de plants (passant de 1 100 à 1 500 plants/ha par exemple), entraîne les effets suivants :

Tableau 3 – Avantages et inconvénients de l'augmentation de la densité des plants

Augmentation de la densité de plants dans le but de limiter les dégâts de gibier	
Effets positifs	Effets négatifs
<ul style="list-style-type: none"> - Nombre de plants non impactés par le gibier <i>a priori</i> plus élevé - Meilleure cylindricité et plus faible développement des branches des futurs arbres - Augmentation du choix des tiges lors des éclaircies - Regarnis inutiles si les dégâts restent raisonnables (< à 15 %) et bien répartis 	<ul style="list-style-type: none"> - Surcoût à la plantation - Baisse d'espace favorable au recru qui peut être un dérivatif à l'abrutissement - Augmentation de la pression du gibier attiré par un apport de plants, s'ils sont appétents

Une augmentation de la densité initiale nécessite des premières interventions relativement précoces pour éviter de produire des arbres trop déséquilibrés, à croissance lente et sensibles aux vents et aux stress divers.

Protéger ou augmenter la densité de plantation Étude d'un cas fictif

Comparons par exemple une plantation de douglas (essence appétente) de 2 ha, plantés à 1 100 plants/ha, avec un objectif à 8 ans de 800 tiges/ha bien réparties, sur un secteur avec chevreuils impactant les plantations (cas où habituellement 1/4 des plants se retrouvent sans avenir), avec une autre plantation à 1 500 t/ha.

Tableau 4 – Comparatif de coûts d’installation de protections des plants versus l’augmentation de la densité

Coût/ha	Sans protection mais en augmentant la densité (à 1 500 plants/ha) (1)	Protection individuelle (manchon contre le chevreuil sur 1/3 des plants, soit 400 plants/ha) (2)	Protection répulsif sur l’ensemble des plants (3)	Protection collective (grillage) (4)
Densité de plantation	1 500/ha	1 100/ha	1 100/ha	900/ha
Préparation du terrain	300 €	300 €	300 €	300 €
Coût de fourniture des plants (0,8 €/plant)	1 200 €	880 €	880 €	720 €
Coût de mise en terre (0,8 €/plant)	1 200 €	880 €	880 €	720 €
Coût des protections (fourniture + pose)/ha	0	400 protections 2,5 € unitaire 1 000 €	0.25 € unitaire et 5 passages 1 375 €	14 €/ml Surf de 2 ha pour un périmètre non optimal (5) 5 000 €
Dégagements, taille de formation/ha...	1 125 €	1 125 €	1 125 €	1 125 €
Coût d’entretien des protections/ha	0	350 €	0	0 €
Coût de retrait des protections/ha	0	500 €	0	1 000 €
Revenu chasse/ha (location à 10 €/ha) sur 8 ans	- 80 €	- 80 €	- 80 €	0 €
Coût total/ha	3 745 €	4 955 € + 32 %	4 480 € + 20 %	8 865 € + 137 %

(1) L’augmentation de densité de plantation peut être homogène sur la parcelle ou localisée en bordure de plantation, par exemple sur les 3 ou 4 premières lignes tout autour de la parcelle.

(2) Choix de ne protéger qu’un tiers des plants.

(3) Choix de traiter tous les plants, mais il pourrait être retenu par exemple de ne traiter que les lignes de bordure de plantation et une ligne sur deux au milieu.

(4) Chiffres donnés pour une plantation de 2 ha et une faible densité de plantation (900 plants/ha). Le grillage peut être compétitif par rapport à une protection individuelle (mise sur tous les plants) qu’à partir de 4,5 ha pour une parcelle carrée dans le cas d’une plantation à 1 100 plants/ha.

(5) Périmètre « optimal » = carré. En général, le périmètre n’est pas carré, le coefficient retenu ici est 1,2.

Pour cet exemple chiffré, l’augmentation de la densité de plantation à 1 500 tiges / ha reste un itinéraire moins coûteux que la mise en place de protections individuelles, même qu’un plant sur trois n’est protégé, ou avec l’emploi de répulsif. Cependant, même à forte densité, on accepte de prendre le risque d’échouer et donc potentiellement de devoir replanter si les arbres n’arrivent pas rapidement à s’affranchir de la dent des chevreuils (4 cm de diamètre et bourgeon terminal à plus de 1,2 m du sol).

Astuce : La densité de plantation ainsi que les éventuelles protections gibier peuvent être augmentées en lisière de parcelle et inversement diminuées au milieu où les dégâts semblent plus faibles.

Des solutions alternatives ou complémentaires existent :

En présence de forte densité de gibier, il faut savoir anticiper le renouvellement et prendre en compte cette donnée dans les travaux de préparation et d’entretien, nous pouvons citer par exemple :

- planter dans le recru,
- protéger l’essence objectif grâce aux essences d’accompagnement (accompagner la colonisation par les bouleaux ou installer

des essences plus appétentes comme le charme...),

- utiliser la végétation accompagnatrice comme protection de l’essence plantée :

- dégagement des plantations en cheminée (que la tête du plant),
- entretenir des cloisonnements sylvicoles par fauche à 10-15 cm de hauteur (1 rang sur 2), afin d’améliorer le gagnage tout en limitant l’effet refuge des plantations non entretenues,
- laisser une bande de végétation autour du plant pour améliorer l’ambiance forestière et maintenir une protection physique.

Les itinéraires sylvicoles, dans le respect des documents de gestion durable, sont également à adapter sur l’ensemble de la propriété, en présence de forte densité de gibier. Nous pouvons citer par exemple :

- appliquer une sylviculture dynamique (éclaircies régulières, renouvellement des peuplements mûrs...) qui favorisera l’arrivée de lumière au sol et permettra le développement d’une végétation appétente et de brins à froter,
- disperser les coupes dans l’espace et le temps,
- programmer en amont des éclaircies autour des futures coupes rases et plantations dans des peuplements en amélioration et qui ne

Les loyers de chasse, même élevés, ne compensent que très rarement les protections gibier !

En Allemagne, deux gestionnaires de grandes forêts ayant eu la main sur la chasse, ont fortement augmenté les prélèvements de gibier jusqu'à obtenir, sans protection, les régénérations souhaitées alors qu'ils devaient auparavant les protéger systématiquement par palissage en bois. En incluant la baisse de la location de chasse, le fait de ne plus mettre en place des protections leur a fait économiser respectivement 125 et 135 €/ha/an.

Pour plus d'information, l'article de Beaudesson P., Brossier P., Apert A., 2015. *Prélèvements intensifs et soutenus pour la maîtrise des populations de cervidés dans les forêts allemandes* ; Forêt-entreprise n° 225, p. 12-15.

craignent pas « la dent du gibier »,

- recourir plus systématiquement aux cloisonnements d'exploitation à la fois pour préserver les sols et créer des linéaires de gagnage favorable aux cervidés,
- cloisonner les régénérations naturelles pour que les animaux ne se sentent pas trop en sécurité, améliorer les gagnages et les renouveler.

Conclusion

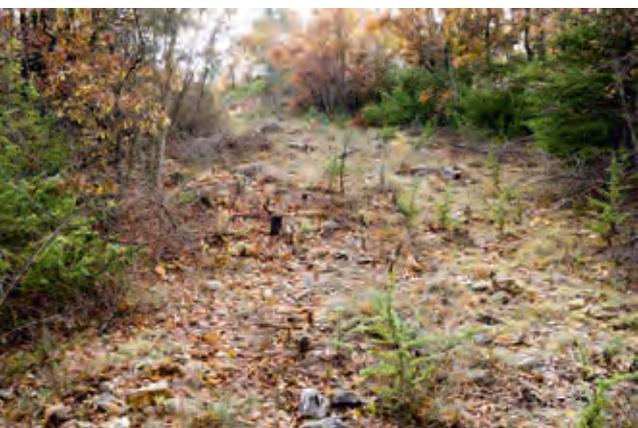
Dans les secteurs où les boisements/reboisements sont impactés par les dégâts de gibier, l'augmentation de la densité de plantation est l'un des critères qui peut influencer sur la quantité de plants viables après dégâts de gibier, comme alternative à la protection. Cependant, il faut toujours anticiper cette délicate phase de

la vie des peuplements forestiers par l'étude des points suivants :

- en premier lieu, baisser la pression du gibier par la chasse en se servant de la complémentarité des pratiques cynégétiques (tir d'été pour limiter les frottis, prélèvement tôt des animaux en saison pour ne pas avoir à les nourrir pendant toute la mauvaise saison...),
- mettre en œuvre une sylviculture dynamique proposant des itinéraires sylvicoles qui prennent en compte la présence du gibier (cloisonnements sylvicole et d'exploitation, maintien d'une végétation d'accompagnement protectrice...),
- et, quand l'équilibre est là, améliorer la capacité d'accueil de la forêt pour optimiser les conditions de vie du gibier. ■



<https://www.jemeformepourmesbois.fr/n/des-solutions-pour-generer-le-gibier/n:3373>



Des plants trop accessibles = Servez-vous !

B. Petit © CNPF

Formation

Usage du Guide pratique de l'équilibre forêt - gibier

Champrond-en-Gâtine (28) – 15 au 17 octobre 2019 – 2,5 jours – Animé par Pierre Brossier, CRPF, David Pierrard, École de Belval ; Christophe Launay, Domaine du Bois Landry,

- Diagnostiquer l'impact du gibier sur les peuplements forestiers sensibles,
- Donner une méthode pour analyser le complexe forêt-gibier,
- Définir et mettre en œuvre des adaptations cynégétiques et sylvicoles.

Renseignements pratiques et inscription par Tél. : 02 38 71 91 14 ou courriel : idf-formation@cnpf.fr ou christine.clemente@cnpf.fr

Retrouvez tous nos stages : <http://www.foretriveefrancaise.com/n/le-catalogue-des-formations-de-l-idf/n:534>



Enrichissement dans le recru par plantation sur potets travaillés à la mini-pelle.

DR

À retenir

De nombreux facteurs influencent les dégâts de gibier sur les plantations : présence ou non de gibier, capacité d'accueil du territoire, l'essence choisie et son appétence, la surface et l'itinéraire sylvicole, le contexte... Avoir besoin de protéger ou d'augmenter la densité de la plantation est un constat d'échec de l'équilibre forêt-gibier. Un dialogue entre les forestiers et les chasseurs est à instaurer pour aboutir à un équilibre sylvo-cynégétique.

Mots-clés : dégâts de gibier, densité de plantation, comparatif de protection, recommandations.

Densité de plantation, travail du sol et entretiens

Par Christophe Vidal, Julien Fiquepron et Philippe Riou Nivert, CNPF-IDF

1^{re} partie : Influence de la densité de plantation sur le travail du sol



Le choix d'une densité ne saurait garantir seul la réussite d'une plantation : de multiples facteurs interagissent, comme le type de préparation du sol et l'efficacité des entretiens.

Une des clés de la réussite réside dans la qualité du diagnostic de la parcelle et de son environnement, préalable au projet de reboisement par plantation. Les opérations de nettoyage (andainage, broyage...) suite à l'exploitation antérieure ne seront évoquées que dans le cadre de leur interaction avec le travail du sol (objet de cette première partie de l'article), les entretiens (objet d'une seconde partie) et le choix des densités. La méthode d'exploitation doit être en cohérence avec le projet futur du reboisement.

Diagnostic :

Le terrain est-il encombré ?

Le sol est-il compacté ?

Craint-on une végétation bloquante ?

La compaction du sol liée à la circulation des engins d'exploitation et la présence d'une végétation concurrente ou de rémanents influent sur le choix des méthodes de préparation du terrain. Précisons d'emblée qu'en l'absence de ces contraintes, le travail du sol ne doit pas être systématique, surtout dans des terrains meubles (sableux ou plus ou moins pierreux), non encombrés. Un simple décapage superficiel et un ameublissement localisé au plant, par exemple à la bêche ou la pioche à planter, peuvent parfois suffire. Le temps de jalonnement et de circulation du planteur, qu'un travail du sol préalable peut limiter, sont alors à prendre en compte.

Tableau 1 – Propositions de travaux fonction des contraintes rencontrées

Contrainte sur la parcelle		Nettoyage	Travail du sol	Entretiens
Encombrement	Souches <100/ha ; peu de rémanents	Absent ou localisé	Sans ou Mécanisé : tracteur ou pelle	Mécanisés
	100 à 200 souches/ha ; rémanents présents	Absent ou localisé, en bandes ou en plein (broyage, andainage)	Sans ou Mécanisé : tracteur ou (mini)pelle	Manuels ou Mécanisés
	> 200 souches/ha ; rémanents abondants	En bandes ou en plein (broyage, andainage)	Sans ou Mécanisé : (mini)pelle	Manuels
Compactage (orniérage, scalpage, liquéfaction) voir guide Praticsol ²	Absent	-	Sans ou Mécanisé : tracteur ou (mini)pelle	Manuels ou Mécanisés
	Sur cloisonnements	-	Sans ou Mécanisé avec appui cloisonnement existant	Manuels ou Mécanisés
	Sur toute la parcelle	-	Mécanisé ; tracteur ou (mini)pelle avec outil à dents	Manuels ou Mécanisés
Végétation concurrente	Absente	Absent	Sans ou Mécanisé : tracteur ou (mini)pelle	Manuels ou Mécanisés
	Discontinue (< 50 % surface)	En bandes (broyage)	Mécanisé : tracteur ou (mini)pelle	Manuels et Mécanisés
	Continue (>50 % surface)	En bandes ou en plein (broyage)	Mécanisé : tracteur ou (mini)pelle	Manuels et Mécanisés

Le pôle Renfor¹ de Nancy travaille sur le renouvellement avec de multiples partenaires de la forêt, notamment dans le cadre des projets Alter et Pilote. Les impacts du travail du sol sont étudiés dans des situations diverses comme le blocage par une végétation concurrente développant des systèmes racinaires à maîtriser car puissants (fougère aigle, molinie...) ou pour des sols engorgés ou compactés à restaurer². Négliger la concurrence occasionnée par des adventices sur le système racinaire des plants peut amener à des surcoûts, voire à des échecs cuisants.

Le diagnostic du projet de reboisement et donc le choix des densités de plantation, doit prendre en compte les objectifs du propriétaire (souhaits personnels, type de sylviculture), ses moyens et ses contraintes (finances, matériels disponibles localement, aspects réglementaires...) et l'état de la parcelle. Nous insistons sur ce dernier point dans le tableau 1 non exhaustif mais dont l'objectif est de montrer les différents facteurs en jeu et leurs implications. Ces facteurs sont présentés séparément mais peuvent se cumuler.

Travail du sol :

deux options à comparer : tracteurs sur roues et pelles chenillées

La comparaison des différents engins met en évidence la maniabilité et la précision des outils sur (mini) pelles contre la rapidité des outils tractés.

Outils sur mini-pelle ou pelle

Certains outils comme le scarificateur réversible³, le sous-soleur multifonction³, la bident Maillard, montés sur des mini-pelles ou des pelles, montrent leur performance quand il s'agit de travailler profondément le sol et d'éliminer efficacement les systèmes racinaires concurrents. Le travail du sol est d'excellente qualité, mais son coût est élevé surtout dans le cadre de préparations en linéaire continu. Les pelles sont en effet limitées par leur vélocité, mais sont conçues pour travailler en puissance selon leur tonnage. Elles travaillent à distance de la cabine de l'opérateur grâce à la portée du bras ; elles permettent de gérer des problèmes d'encombrement du sol (rémanents). La reprise des sols dégradés lors des exploitations est plus difficile : la priorité reste la prévention. Les pelles chenillées ont une excellente portance sur les sols temporairement engorgés et ont la possibilité de travailler sur des pentes de 30 à 50 %. Au-delà de 50 %,



Scarificateur réversible³ travaillant une bande de 2 m de large dans de la fougère aigle de 2 m de hauteur.



<https://www.youtube.com/watch?v=W3iewrsYGil>

il existe des pelles araignée, adaptées notamment aux travaux de restauration de terrains en montagne (RTM). Cependant, le travail de diagnostic doit déterminer s'il est raisonnable de maintenir un projet de reboisement sur des sols trop mouilleux ou trop pentus.

En ce qui concerne la végétation concurrente, certains outils montés sur (mini-) pelle sont en capacité de gérer le problème par l'élimination de cette végétation.

Outils tractés

Les outils tractés ont une qualité de travail variable et une vitesse d'avancement supérieure à celle des pelles. Les tracteurs sont adaptés au travail linéaire, mais la surface du sol doit être exempte de rémanents, présenter un nombre limité de souches (maximum 200 souches/ha selon leur hauteur et leur grosseur) en place et une faible présence de végétation. L'engorgement éventuel du sol est déterminant, car un tracteur à roues a une plus faible portance qu'une pelle chenillée. Le patinage répété, ou pire, l'embourbement de l'engin révèlent souvent trop tard des conditions trop humides, avec des impacts négatifs sur la qualité du sol. La pente est aussi à prendre en compte : au-delà de 30 %, les tracteurs ne peuvent pas travailler correctement et en sécurité. Par ailleurs, il n'est pas judicieux de travailler le sol en plein ou linéairement dans le sens de la pente du fait du risque de ravinement. Au voisinage de 30 %, il est nécessaire d'avoir des chemins à assiette horizontale en haut et en bas de la parcelle pour permettre un retournement de l'engin. Les positions en dévers sont délicates.

¹ Ce pôle d'innovation et de pédagogie sur le renouvellement des peuplements forestier associe l'Inra, l'ONF et AgroParisTech : <https://www6.inra.fr/renfor/>

² Sur les interactions entre exploitation et dégradation des sols, voir le guide Praticsol (ONF, FNEDT, 2017). <https://www.onf.fr/produits-services/+192::praticsol-guide-sur-praticabilite-des-parcelles-forestieres.html>

³ Outil sur mini-pelle inventé par Claude Becker et commercialisé par l'entreprise Grenier Franco.



Culti 3B® travaillant une bande de 1,4 m de large au deuxième passage.

Deltasol® travaillant une bande de 1 m de large en 1 seul passage.



<https://www.youtube.com/watch?v=EC1kfOZFgck>

En présence de végétation concurrente, plusieurs passages de tracteur sont parfois nécessaires. Dans le cas d'un tapis de graminées denses, un premier passage avec des disques est indispensable. Un second passage, par exemple avec un outil à dents, permet de retourner les mottes herbeuses qui repoussent un peu plus tard.

Quelques notions de coûts

On peut estimer que le coût du travail du sol avec des outils tractés varie de 100 à 500 € HT/ha en linéaire (sous-solage) ou en bande. Le prix du travail en bandes avec une mini-pelle ou une pelle s'échelonne de 2 000 à 5 000 € HT/ha. Ce rapport de 1 à 10 entre pelle et tracteur n'est uniquement valable qu'en préparation en bandes de 1 à 2 m avec des densités de plantation de 1 300 plants/ha ou plus. Il existe par ailleurs des dents de conception artisanale montées sur pelle qui réalisent des sous-solages classiques sur 2 à 3 rangs à planter, en un seul passage, pour un coût d'environ 400 € HT/ha.

⁴ Outil tracté par un tracteur et inventé par Claude Becker et commercialisé par l'entreprise Grenier Franco.

⁵ Outil tracté par un tracteur et conçu par la coopérative Alliance Forêts Bois.

⁶ Vidal C., 2012. *Bien dégager autour du plant*. Forêt-entreprise N° 206, p. 17 à 53.

Densité et travail du sol en plein, en bande, en plateau et en potet

Travail en plein

Dans le cas des densités de plantation supérieures à 1 100 plants/ha, le travail du sol est souvent réalisé sur toute la surface de la parcelle ce qui augmente son coût. Il peut permettre de déstructurer un tapis de graminées denses, mais s'avère parfois néfaste lorsque la capacité germinative des graines présentes est sous-évaluée. Par exemple, le genêt à balais, un allié à contrôler, est dynamisé par

un travail du sol. Une végétation continue est difficile à gérer, car elle demande d'être vigilant et d'intervenir au bon moment. L'élimination d'une végétation sur toute la surface risque de favoriser le développement d'une autre végétation toute aussi concurrente. C'est le phénomène d'inversion de flore: la nature a horreur du vide! La fougère aigle par exemple, dans des parcelles plus ou moins humides, peut être rapidement remplacée par la molinie ou d'autres graminées.

Travail en bandes

Depuis une trentaine d'années, la tendance évolue vers la concentration du travail du sol sur les linéaires plantés. Dans le cas des outils tractés, la largeur de la bande travaillée correspond à la largeur de l'outil, soit 1 m à 1,8 m, plus ou moins égale à la hauteur de la végétation herbacée plutôt basse ou semi-ligneuse (en général inférieure à 2 m). Par exemple, le Culti 3B⁴ et le Deltasol⁵ sont deux outils qui travaillent une bande large, respectivement de 1,4 m et 1 m avec des disques et qui sous-solent en même temps à l'aide d'une dent. Pour un optimum de démarrage et de croissance, le plant doit disposer d'une surface d'1 m² sans végétation concurrente⁶. Celle-ci est alors éloignée de 0,5 m en tous sens). En présence de fougère aigle voisine de 2 m de haut la distance doit être augmentée à 1 m.

Prenons le cas d'une plantation de douglas. La maille de 3 m par 3 m (1 100 plants/ha) est classique pour ce résineux afin de répartir au mieux les plants sur le terrain. La tendance actuelle est à une augmentation de la densité à 1 500/1 600 plants/ha. Deux solutions sont possibles: diminuer l'écartement sur la ligne (de 3 m à 2,2 m) sans changer l'interligne ou

Tableau 2 - Distances linéaires parcourues et surface du sol impactée par les outils tractés en fonction de la largeur de l'interligne

Écartement interligne en m	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5
Linéaire parcouru en m par ha	5 000	4 000	3 330	2 860	2 500	2 200	2 000
Surface impactée tracteur 2,4 m de large + outil en %	100	96	79	69	60	53	48
Surface sol travaillée : bande 1 m de large en %	50	40	33	29	25	22	20
Surface sol travaillée : bande 2 m de large en %	100	80	67	57	50	44	40

réduire l'écartement entre les lignes (passer de 3 à 2,5 m en tous sens par exemple).

Quelle est l'implication d'une diminution de l'interligne ?

Voir tableau 2

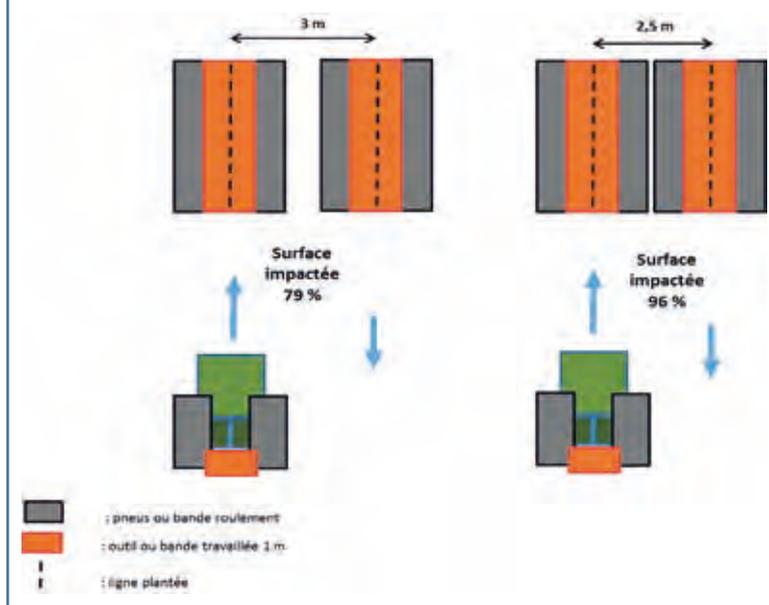
Tout d'abord, l'interligne de 2,5 m est souvent trop faible pour bon nombre de matériels d'entretien pour lesquels 3 m est un minimum en terrain plat et même **parfois insuffisant en sol pentu (voir plus loin)**.

Ensuite, la diminution de l'écartement entre les lignes entraîne l'augmentation de la distance parcourue par les engins pour des préparations de sol en bande. Pour des écartements de 3 m entre les lignes, le tracteur parcourt des linéaires de 3 330 m/ha. Pour des écartements de 2,5 m, la distance passe à 4 000 m soit 20 % en plus. Ces distances peuvent être réduites de moitié dans le cas d'un sous-solage sur deux rangs en un seul passage.

La surface de sol impactée par les engins est supérieure avec un interligne de 2,5 m. Un tracteur de 100 chevaux tractant un outil travaillant une bande d'au moins 1 m de large a un empattement avec les roues arrière de 2,4 m. Il impactera de ce fait près de 80 % de la surface de la parcelle du sol avec un interligne de 3 m et 96 % avec un interligne de 2,5 m (figure 1).

Enfin, on peut penser à l'exploitation future de la première éclaircie en résineux. Celle-ci s'accompagne très généralement d'un cloisonnement une ligne sur 5 pour limiter la pénétration des engins sur la parcelle et faciliter le débardage. La largeur du couloir de 6 m (parfois considérée comme un peu élevée) en cas d'interligne de 3 m, est ramenée à 5 m si l'interligne est de 2,5 m, ce qui est en général suffisant si la pente n'est pas trop forte et s'il

Figure 1 - Schéma indiquant la surface impactée pour un tracteur et son outil en préparation en bandes



n'y a pas d'obstacles qui déportent l'engin. Dans les Landes de Gascogne, sur pin maritime, la méthode habituelle est de travailler des bandes distantes de 4,2 à 4,5 m d'axe en axe. Cela réduit la surface impactée par le passage du tracteur (2 400 m de linéaire parcouru à l'hectare avec 4,2 m). Il existe par ailleurs des plantations résineuses réussies avec des écartements entre les lignes de 5 m, ce qui évite les cloisonnements d'exploitation (voir plus loin à propos des entretiens).

Travail en placeau

Il s'agit là de préparer le sol sur des surfaces appelées placeaux, voisines du carré, de 4, 9, 25 et jusqu'à 100 m². On y installe un plant (placeau de 4 m²) ou plusieurs à des



Scarificateur réversible® réalisant un plateau de 100 m².



Sous-soleur multifonction® créant des potets de 1 m² tous les 3 m. Nettoyage par broyage en bande tout les 6 m.



Scarificateur réversible® créant des plateaux de 4 m² tous les 4 m en tous sens.



<https://www.youtube.com/watch?v=DHJd1UGYndE>

⁷ Outil sur mini-pelle inventé par Claude Becker et commercialisé par l'entreprise Grenier Franco.

⁸ Morfin A. *et al.*, 2018. Maîtrise de la fougère aigle en plantation. Forêt-entreprise n° 239 mars-avril 2018 sur l'essai de Mers sur Indre p. 6 à 12.

⁹ Le décapage préalable facilitera la mise en place des plants et évitera d'enfourer le broyat.



<https://vimeo.com/131530979>

écartements de 1 à 3 m. Ces méthodes par plateaux ou points d'appui restent expérimentales et sont assez complexes à mettre en œuvre. Elles sont bien adaptées pour l'enrichissement. Seules les mini-pelles sont en capacité de réaliser ce travail, avec un conducteur expérimenté et organisé et un suivi rigoureux du chantier. La technique permet des densités localement plus fortes tout en ayant une densité faible à l'hectare. Des fiches techniques ont été produites pour certains outils et sont accessibles sur le site du pôle RENFOR. Dans l'exemple de l'utilisation du scarificateur réversible⁷, le coût est de 6,5 à 10 € HT pour un plateau de 25 m² et de 70 € HT pour un plateau de 100 m²⁸.

Travail en potet

Le potet peut être assimilé à un plateau réduit à 1 m² de surface où un décapage de surface est réalisé, complété si nécessaire par la destruction du système racinaire de la végétation concurrente et le décompactage du sol. Seuls les outils montés sur des mini-pelles ou des pelles sont capables de réaliser ce travail. Le potet est employé de manière systématique après andainage et sans dessouchage dans le sud-est de la région Auvergne – Rhône-Alpes. Cette méthode peut être appliquée sans nettoyage après la coupe rase, selon l'encombrement de la parcelle et la pente. Le sol est moins perturbé sur l'ensemble de la parcelle. Les branchages sont étalés et couvrent le sol,

ce qui réduit la dynamique de la végétation concurrente; mais l'espacement entre plants doit être supérieur à 2 m pour que le conducteur puisse gérer les branchages sans qu'ils retombent sur le potet précédent. Le potet peut aussi être réalisé après un andainage ou un broyage en plein. Il est dans ce dernier cas fortement conseillé si l'épaisseur du broyat est importante⁹. Les outils utilisés vont du godet classique (sols à dominante sableuse) à des matériels plus perfectionnés comme le sous-soleur multifonction⁷.

Les considérations économiques sont ici très importantes. La fourchette de coûts varie de 0,7 à 1,20 € HT pour un potet de 1 m². L'augmentation des densités ne favorise pas ce type de travail: passer de 1 100 à 1 500 plants/ha augmente le coût d'environ 50 %. La préparation localisée est compétitive si le nettoyage préalable du terrain est absent ou sommaire. Voici quelques éléments permettant des comparaisons: un andainage en plein varie de 700 (sans dessouchage) à 1 300 € HT/ha (avec dessouchage); un broyage en plein coûte entre 1 000 et 1 400 € HT/ha selon le matériel et l'encombrement du terrain. Des entreprises proposent des chantiers nettoyés et sous-solés prêts à planter et à être entretenus mécaniquement à 1 250 € HT/ha. Pour les préparations localisées, le seuil de compétitivité est donc d'environ 1 300 € HT/ha. Au-dessus de 1 300 plants/ha la préparation localisée n'est plus compétitive. ■



2^e partie: Influence de la densité de plantation sur les entretiens

Par Christophe Vidal, Julien Fiquepron et Philippe Riou Nivert, CNPF-IDF



Les types d'entretien

Le terme entretien inclut le **dégagement**¹ (végétation inférieure à 3 m) et le **nettoie-****ment** (végétation supérieure à 3 m). La taille, l'élagage et le dépressage ne sont pas pris en compte. L'impact de la densité sera étudié ici plutôt pour les plantations en ligne. Nous n'envisagerons pas l'impact de la préparation du sol — pourtant réel — sur la dynamique de la végétation et donc sur les entretiens.

Nous pouvons définir quatre types principaux d'entretien (figure 1):

- **l'entretien localisé** est une intervention uniquement à proximité du plant. La végétation est contrôlée sur un rayon de 0,5 à 1 m voire 1,5 à 2 m dans le cas d'une végétation haute. Le terme de dégagement en puits est utilisé dans le cas d'une végétation haute.

- **l'entretien sur la ligne** supprime la végétation sur une bande large de 1 à 2 m. L'intervention est classique en zone de moyenne montagne où les parcelles sont difficilement mécanisables.

- **l'entretien en plein** enlève la végétation concurrente sur toute la surface de la plantation. Il est réalisé uniquement manuellement dans le cas de parcelles non mécanisables ou couplé avec une intervention mécanique dans les interlignes.

- **l'entretien à partir de l'interligne** se fait le plus souvent mécaniquement sur le principe des cloisonnements sylvicoles. Il est classique dans la gestion des plantations en plaine et plus rare dans les plantations résineuses de moyenne montagne. Un tracteur conventionnel avec divers outils de broyage (broyeur à axe vertical ou horizontal) ou de travail du sol est utilisé à condition que la parcelle soit circulaire. Le tracteur passe un interligne sur deux pour permettre l'accès à chaque ligne de plant. Dans le cas de parcelles andainées avec des lignes impaires entre les andains, l'andain

est un obstacle à gérer. Cet interligne entretenu peut être fixe ou alterné, le prochain passage étant décalé d'un interligne (exclu dans les parcelles andainées). Cette modalité est conseillée pour gérer une végétation ligneuse à croissance rapide (noisetiers, bouleaux). Cet entretien un interligne sur deux peut être couplé avec une intervention localisée autour des plants.

Quels outils pour quels coûts ?

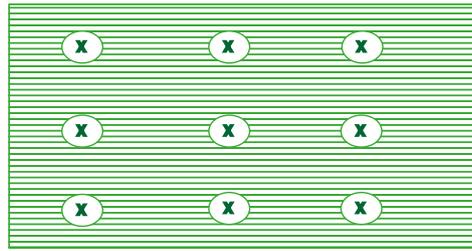
Le but n'est pas ici de faire une liste exhaustive de tous les engins et outils. Ces derniers sont abordés selon les types d'intervention.

L'entretien localisé se fait le plus souvent manuellement à la débroussailleuse puis au croissant mécanique (sorte de débroussailleuse équipée d'une scie circulaire se tenant avec les deux mains) pour des interventions en hauteur afin de suivre la croissance des plants. Avec une débroussailleuse, le coût est de 200 à 300 € HT/ha pour une densité de 1 100/ha dans une végétation haute de 0,5 à 1 m. D'autres outils comme le croissant, le sécateur emmanché, le taille haie manuel ou motorisé peuvent être aussi très efficaces.

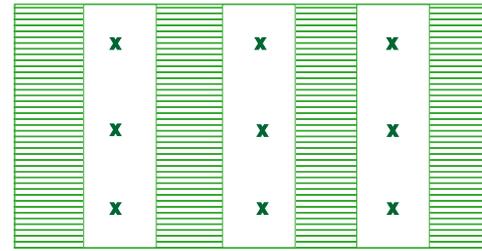
L'entretien localisé peut se faire également mécaniquement avec un outil monté sur minipelle. Il existe des outils variés plus ou moins lourds et plus ou moins contraignants en puissance et en tonnage du porte outil. Certains outils sont commercialisés, d'autres sont de conception artisanale. Le Sylva'cass^{®3} est conçu depuis plus de 10 ans. Il peut agir autant sur ligneux que sur semi-ligneux par cassage ou écrasement. Il a une action également sur des herbacées, graminées ou trèfles par décapage avec un peigne. Un essai à confirmer laisse envisager un coût dans un mélange de

¹ Dégagement et nettoyage : définition du *Vocabulaire forestier* édition CNPF-IDF, ONF, AgroParisTech.

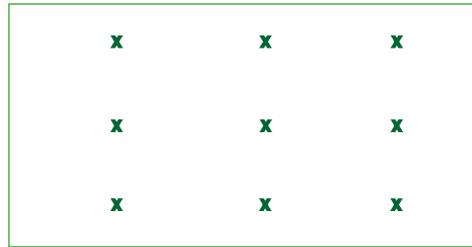
Figure 1 - Les quatre principaux types d'entretien de plantation



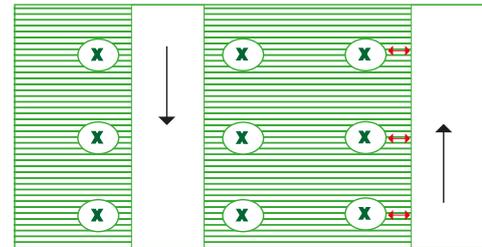
Entretien localisé autour du plant (x)



Entretien sur la ligne



Entretien en plein



Entretien un interligne sur deux et localisé

↔ Ourlet conservé d'environ 50 cm



C. Vidal © CNPF

Nettoisement au SYLVA'CASS® dans une plantation de douglas.

graminées et de trèfles de 700 à 900 € HT/ha. En nettoyage de ligneux, l'outil est performant par rapport à des opérateurs à pied avec un coût de 300 à 600 € HT/ha selon la hauteur et la densité des ligneux.

L'entretien sur la ligne se fera principalement manuellement avec la débroussailluse. En dégagement, il faut compter 300 à 600 € HT/ha selon la hauteur, la largeur et la densité de la végétation. Il est possible de le faire mécaniquement dans des cas particuliers².

Les entretiens en plein sont en général à éviter : ils impliquent la perte de l'ambiance forestière (coups de soleil, sécheresse) et donnent accès au gibier. Des essais en Beaujolais³ sur douglas montrent que l'entretien en plein est plus coûteux que l'entretien un interligne sur deux et localisé n'entraîne pas une croissance supérieure des plants.

Les entretiens un interligne sur deux couplés ou non avec un entretien localisé sont à favoriser. La plupart du temps, dans des parcelles mécanisables, l'ouverture de l'interligne est faite avec un tracteur équipé d'un broyeur à axe vertical ou horizontal pour un coût de 150 à 250 € HT/ha selon les conditions de terrain, l'importance de la végétation et la régularité des passages (rajouter 150 à 200 €/ha pour un entretien localisé). Les outils à disques sont généralement employés dans des plantations de feuillus à grands écartements comme en peupleraies et parfois dans les plantations résineuses. Ils sont cependant susceptibles de détériorer le système racinaire superficiel des plants et d'entraîner des blessures du tronc si l'interligne est trop étroit. Les outils à dents sont également utilisés pour peigner la ronce. Les outils de type rouleau landais sont efficaces sur sol sableux. Les outils de type rotavator sont plus utilisés en préparation de sol et déconseillés en entretien surtout sur sol limoneux ou argileux.

Réflexions sur la densité de plantation et les types d'entretien

Précisons tout d'abord que des fortes densités de plantation ne garantissent pas que les plants domineront plus rapidement une végétation concurrente déjà présente et très bien adaptée au milieu. L'augmentation de la densité permet une fermeture du couvert plus rapide par les essences plantées lorsque les hauteurs totales sont comprises entre 3 et 6 m

² Vidal C., 2016. *Maîtrise mécanique éprouvée de la fougère aigle dans le grand Ouest*. Forêt-entreprise n° 231 p. 55-57.

³ Vidal C., 2012. *Comparaison de trois méthodes de dégagement dans une plantation de douglas du Beaujolais*. Forêt-entreprise n° 206 p. 38-42.

Tableau 1 - Quelques types d'outils avec leurs conditions d'emploi et leurs coûts

Avis	Entretien	Action	Végétation	Intervention	Coût
	Localisé (seul)	coupe sur un rayon de 0,5 à 1 m	< 1 m (manuel) jusqu'à 6-9 m de haut (mécanique) avec entretien régulier d'un cloisonnement sylvicole	Manuel : (débroussailluse, taille haie à main ou thermique, croissant...) Mécanique outils sur mini-pelle (Sylva'cass®, bâtonneur à fougère)	Débroussailluse : 200 à 300 € HT/ha (1 100 plants/ha) Nettoisement (Sylva'cass®) 300 à 600 € HT/ha
	Ligne	bande large de 1 à 2 m	< 3 m (+ coûteux si > 2 m)	Manuel : débroussailluse, tronçonneuse légère Mécanique (rare) végétation < 2 m	Débroussailluse : 300 à 600 € HT/ha
	Plein		< 2 m (> 1 m problème visibilité plants)	Manuel (coûteux) : débroussailluse, Mécanique : broyeur interligne	Débroussailluse : 400 à 800 € HT/ha Mécanique : 300 à 500 € HT/ha
	1 interligne sur deux	couloir 1 à 2,5 m	1 à 2 m (> 1 m problème visibilité plants)	Manuel (expérimental) Mécanique : divers broyeurs	Mécanique : 150 à 250 € HT/ha
	1 interligne sur deux couplé avec localisé	couloir 1 à 2,5 m + rayon de 0,5 à 1 m autour du plant	< 2 m (> 1 m problème visibilité plants)	Manuel (localisé) : débroussailluse, croissant, croissant mécanique Mécanique : divers broyeurs	Broyeur + débroussailluse : 300 à 400 € HT/ha

En vert : idéal ; orange : à limiter ; rouge : à éviter

Les prix sont estimatifs et variables selon les territoires, les conditions de terrain et le matériel utilisé.

soit aux alentours de 10 ans. La végétation concurrente a dans tous les cas le temps de s'installer, les coûts d'entretien ne sont pas diminués. Un plant mis en terre demande 2 à 5 ans pour pouvoir bien s'installer selon l'essence plantée, la préparation du sol et les entretiens. Entre 5 et 10 ans, il commence à prendre le dessus et après 10 ans, il domine en général la végétation concurrente avec des hauteurs totales supérieures à 3 m.

Cependant, la concurrence avec les bois blancs ou à croissance rapide (bouleaux, trembles, saules, châtaignier, robinier) peut être encore forte et nécessiter des entretiens jusqu'à 15 ans. **La maîtrise doit se faire dès le jeune âge.** Deux solutions sont possibles :

- Les éliminer systématiquement dès leur apparition. Cela simplifie la gestion en la concentrant sur une seule essence, mais on se prive du rôle éducateur de l'accompagnement ligneux, et on limite la biodiversité.

- **Les contrôler de manière progressive**, quitte à les laisser monter à des hauteurs de 6 à 9 m, voire à conserver quelques individus sur un plus long terme pour gagner les tiges de l'essence principale et réduire le diamètre des branches. Cette gestion est coûteuse surtout si les interventions sont manuelles et demande une vigilance constante par des visites périodiques. La mise en place de cloisonnements sylvicoles matérialisés et entretenus au cours du temps est capitale dans ce type d'itinéraire. L'emploi de mini-pelles équipées d'outils adaptés comme le Sylva'cass®⁴ permet de minimiser les coûts et la pénibilité du travail.

Comme nous l'avons dit pour la préparation du sol, l'augmentation de la densité au-dessus de 1 100 plants/ha va entraîner une diminution des écartements sur la ligne ou bien une réduction de l'interligne. Une maille de plantation rectangulaire est possible, mais une trop grande dissymétrie est déconseillée ; on considère généralement qu'il vaut mieux que l'interligne ne dépasse pas le double de l'espacement sur la ligne.

Pour l'entretien localisé, le coût est directement proportionnel au nombre de plants. Si l'écartement entre les plants est inférieur à 2 m, le dégagement sur la ligne deviendra complet. Pour l'entretien sur la ligne, si la densité augmente, l'opérateur doit concentrer son attention sur un plus grand nombre de plants, mais le repérage d'un plant à l'autre sera facilité. Il devra couper plus de végétation et le travail sera donc plus pénible, cependant le temps passé par plant sera mieux rentabilisé. Il en est de même pour les entretiens à partir des interlignes.

La réduction de la largeur des interlignes amène mathématiquement l'augmentation de la longueur des linéaires à parcourir par les engins, sachant qu'on peut prévoir un passage un interligne sur deux. Par ailleurs, toute réduction des écartements entre les lignes devra prendre en compte la largeur des machines disponibles dans le secteur de la plantation. On considère en général qu'un **ourlet de végétation d'une largeur de 50 cm** (photo p. 45) au moins de part et



⁴ Outil sur mini-pelle inventé par Claude Becker et commercialisé par l'entreprise Grenier Franco <https://vimeo.com/131530980>

Tableau 2 - Quelques conséquences différées du choix des densités de plantation résineuse

Densité/ha	Espaces interligne x ligne (m)	Implication sylvicole	Implication sur les entretiens	Implication sur l'exploitation
1 500	2,6 x 2,5	Cernes fins et branches fines Pas d'élagage	Entretien manuel ou engins spécifiques étroits	Cloisonnement de 5,2 m 1 ligne/5
	3,0 x 2,2		Tracteur classique (terrain plat)	Cloisonnement de 6 m 1 ligne/5
1 100	3,5 x 2,6	Cernes plus larges, branches plus fortes Élagage possible	Tracteur classique (terrain en pente possible) ; ourlet de gainage préservé	Cloisonnement de 7 m 1 ligne/5
	3,0 x 3,0		Tracteur classique (terrain plat)	Cloisonnement de 6 m 1 ligne/5
800 - 1 000	4,5 x 2,2	Cernes plus larges et branches plus fortes Élagage conseillé ou gainage ligneux	Tracteur classique ; ourlet de gainage préservé	Pas de cloisonnement (terrain plat)
	5,0 x 2,5			Pas de cloisonnement (terrain en pente possible)

d'autre des lignes devra être préservé **pour assurer un minimum de protection** des plants contre le soleil (ambiance forestière) et éventuellement le gibier. Nous avons déjà signalé à propos du travail du sol que les tracteurs communément utilisés par les entreprises ont une emprise de 2,4 m, liée à l'emplacement des roues arrière plus qu'au matériel tracté (emprise de 1,5 à 2,5 m). Cela les rend inutilisables en cas d'interlignes de 2,5 m et même très limites pour des interlignes de 3 m : l'ourlet de végétation ne serait alors plus que de 30 cm de part et d'autre des lignes et les dégâts aux plants sont à craindre en cas de pente et de végétation de type ronce qui peut être tirée par l'outil. Il est alors conseillé d'augmenter l'interligne par exemple à 3,5 m. Cela implique de resserrer l'écartement sur la ligne à 2,6 m si l'on veut conserver une densité de 1 100 plants/ha et à 1,9 m pour une densité de 1 500 plants/ha. La dissymétrie dans ce dernier cas est alors plus prononcée. Cependant, un interligne de 3,5 m est insuffisant pour les engins d'exploitation qui réaliseront la première éclaircie. **Un cloisonnement indispensable une ligne sur 5 ouvrira alors des couloirs** de 7 m de large, souvent jugés trop importants.

Une autre **solution est d'opter pour un interligne de 4,5 m (en terrain plat) ou 5 m (en cas de pente)**, ce qui cumule un certain nombre d'avantages. La circulation des machines d'entretien est facile. On peut se contenter d'un passage unique avec des broyeurs de 2 m de large. Il faudra faire un aller-retour pour des broyeurs de 1,5 m de large. Un ourlet est plus aisé à préserver. Pour des interventions manuelles sur la ligne, la longueur des linéaires à entretenir est diminuée.

En serrant les plants sur la ligne, on peut viser par exemple des densités de 800 plants/ha (5 m x 2,5 m) à 1 100 plants/ha (4,5 m x 2 m) mais guère plus. Un écartement de 5 m entre les lignes permet de contourner un obstacle comme une souche haute. L'interligne permet la circulation des engins d'exploitation sans nécessité de réaliser une éclaircie systématique. Il existe néanmoins différents modèles d'engins (broyeurs téléguidés, petits chenillards...) pouvant s'adapter aisément à l'écartement de 2,5 m. La largeur travaillée est souvent comprise entre 1 et 1,5 m, ce qui laisse alors un ourlet de végétation de 0,5 à 0,75 m de part et d'autre des lignes plantées.

Une bonne solution quoique plus difficile à mettre en place est **de prévoir un interligne standard de 3,5 m avec un interligne plus large (4,5 ou 5 m) toutes les 5 lignes. Les entretiens peuvent alors se faire avec du matériel courant et les exploitations ne nécessiteront pas d'éclaircie systématique.**

Conclusion générale des deux parties

Les implications des densités de plantation sur la préparation du sol et les entretiens sont multiples.

Une augmentation des densités conduit soit à réduire l'écartement sur la ligne, ce qui a une limite, soit à réduire l'interligne, qui a une limite impérative aussi ! Dans ce dernier cas, diverses contraintes apparaissent sur le travail du sol et les entretiens ; parcours allongé, diminution de la rentabilité des préparations en ligne ou en bande, augmentation de la consommation de carburant et de la pénibilité du travail, travail du sol sur une plus grande



Broyage d'une bande de 1,4 m (largeur de la double flèche rouge) préservant un ourlet de végétation (largeur de la double flèche bleue) entre le passage et le plant (3,2 m entre lignes).

surface. La préparation du sol localisée (par exemple avec mini-pelle) devient économiquement non rentable pour des densités de plus de 1 300 plants/ha. Les entretiens manuels et surtout mécaniques sont également impactés pour les mêmes raisons. Un interligne inférieur à 3 m implique un entretien manuel ou mécanisé avec un matériel spécifique de faible largeur. **Le choix, pas toujours simple, revient donc au propriétaire en fonction de ses moyens et du matériel disponible dans les entreprises locales.** ■



Bobcat équipé d'un broyeur à axe vertical Grenier Franco.

Formation

Module 1 – Bien préparer une plantation

Nancy (54) – 15 au 17 octobre 2019 – 3 jours – Animé par Alban Depaix, ONF et Julien Fiquepron, CNPF-IDF
Diagnostiquer la parcelle à reboiser et mener à bien un projet de reboisement

Module 2 – Bien choisir et planter des plants de qualité

Peyrat-le-Château (87) – 19 au 21 novembre 2019 – 3 jours – Animé par Sabine Girard, CNPF-IDF
Connaître les principes de la réglementation des matériels forestiers de reproduction et leurs applications dans une zone géographique donnée, réceptionner une commande de plants et un chantier de plantation, et enfin connaître les bonnes pratiques sur un chantier de plantation

Renseignements pratiques et inscription par Tél. : 02 38 71 91 14
 ou courriel : idf-formation@cnpf.fr ou christine.clemente@cnpf.fr

Retrouvez tous nos stages : <http://www.foretpriveefrancaise.com/n/le-catalogue-des-formations-de-l-idf/n:534>

À retenir

Les travaux préalables pour une plantation dépendent des contraintes d'encombrement (nombre de souches/ha et rémanents), du sol (compactage ou non) ou de la végétation concurrente. Choisir une densité de plantation induit le choix du travail du sol et des différents entretiens. Différents modes de travail du sol sont possibles : en plein ou en bandes, en placeau ou potet ; dégagement localisé, en plein, sur la ligne ou l'interligne.

Mots-clés : densité de plantation, préparation du sol, entretiens manuels et mécanisés, dégagement.

Pour des plantations à coûts maîtrisés et équitables

Entretien avec Pierre Baron, entrepreneur de travaux forestiers (ETF), président des ETF du Centre et représentant national des ETF à la FNEDT¹, extrait de son intervention au colloque « Dernières innovations sur la plantation forestière »

¹ Fédération nationale des entrepreneurs des territoires

Un entrepreneur de travaux forestiers donne son point de vue technique et économique sur les contraintes actuelles de renouvellement de la forêt.

Quelques mots pour vous présenter ?

Pierre Baron : Je suis entrepreneur de travaux forestiers (ETF), diplômé niveau Master II et sylviculteur depuis 12 ans, un peu par hasard et on ne peut plus heureux de ce choix ! Je n'ai pas de salarié, j'accueille des stagiaires et travaille en réseau avec d'autres ETF. J'interviens en région Centre et dans le Morvan. Concrètement, je plante quasiment tous les jours durant 3 mois en hiver. Je suis également Gestionnaire forestier professionnel ; à ce titre, je suis investi pour la défense et la promotion des ETF au sein de la FNEDT (syndicat représentatif des ETF) et en tant que président de l'association ETF du Centre.

La réussite des plantations : quel est votre constat d'évolution ? Est-ce plus facile/difficile de réussir une plantation aujourd'hui du point de vue technique ?

P. Baron : En premier, je tiens à souligner qu'il ne faut pas céder au fatalisme et que, dans la grande majorité des cas, on y arrive ! Et notamment pour les principales essences reboisées : — d'une part pour le pin maritime, qui représente plus de la moitié des plants installés, et que l'on « reboise » mieux qu'il y a dix ans : on est passé à plus de 90 % de surface de plantation par rapport aux semis avec une bien meilleure compétitivité ; d'autre part pour le douglas (si tant est qu'il soit en station !) qui représente près du tiers restant... En 2018 en région Centre, malgré une année « compliquée », le Département de la santé des forêts annonce 80 % de réussite des plantations. Néanmoins, il est vrai que globalement la réussite des plantations est plus aléatoire, voire plus coûteuse qu'il y a quelques années. Cela explique certainement pour partie la

chute du reboisement, et ce pour 3 raisons principales :

- la première, et pour laquelle on ne peut rien faire, ce sont les **aléas climatiques** et plus particulièrement sur ces 5 dernières années avec des périodes prolongées de sécheresse et de pluie en alternance, qui diffèrent d'une année à l'autre (ex. comparaison hiver printemps dernier avec cette année 2019 !), auxquelles peut s'ajouter un gel tardif. Ces aléas ont une influence directe sur la reprise, et également sur notre activité (travaux préparatoires et plantation) ;
- la seconde, que l'homme pourrait maîtriser, c'est la **pression cynégétique**, qui impacte fortement notamment d'un point de vue économique ; il s'agit là davantage d'une problématique politique que technique ;
- enfin, la **suppression des solutions chimiques** notamment dans des contextes particuliers (graminée, fougère voire ronce abondante...) rend les itinéraires plus complexes.

Quelles sont vos préoccupations face aux facteurs climatiques et enjeux techniques nouveaux ?

P. Baron : Dans un tel contexte, il est d'autant plus important de





Plantation mélangée de douglas, mélèze châtaignier, chêne rouge avec un recrû naturel de douglas et chêne sessile.

bien respecter les précautions d'usage et de tout mettre en œuvre pour bien réussir dès le début (c'est toujours compliqué quand on rate la première année !).

Mon 1^{er} conseil est de bien choisir la ou **les essences adaptées à la station.**

En 2^e, privilégier des itinéraires de plantation qui favorisent **la diversité et l'accompagnement**, tout en tenant compte là encore de la nécessité de rationaliser les travaux d'entretien. Troisièmement, **une réduction des surfaces plantées d'un seul tenant**, en particulier sur les stations « à risques », tout en tenant compte **d'une nécessaire « surface minimale » pour rationaliser les travaux préparatoires, d'entretien**, voire à plus long terme de récolte, notamment pour les résineux où la récolte est quasiment systématiquement mécanisée.

Une **préparation du sol** est souvent gage de davantage de réussite. Il serait pourtant préférable en amont de prendre toutes les précautions au moment de l'exploitation des coupes rases... ! La préparation ne doit pas s'envisager comme un « remède » à une mauvaise exploitation préalable ! Elle ne peut être non plus considérée comme indispensable, ne serait-ce qu'au regard de ce qu'elle coûte... Dans la majorité des cas, on fait sans...

Le **choix des plants** et leur conservation, en particulier ceux à racines nues : ils doivent être bien stockés, bien « habillés »² : on travaille avec du vivant...

La **préparation et la mise en place soignées des plants** : cet aspect me semble être plutôt négligé, ne serait-ce qu'en observant les prix contraints de plantation ; or il est particulièrement important de bien planter à la houe ou à la bêche (la pioche devrait de mon point de vue être bannie).

Le taux de reprise ne doit pas être considéré comme le seul critère pour apprécier un bon travail de plantation (avec une bonne saison, des plants mal taillés et/ou mal installés démarreront...).

Enfin pour conclure sur ce point, je pense que pour relever ce défi du renouvellement, **la filière aura besoin d'entreprises locales, réactives et compétentes !** Cela implique une nécessaire revalorisation des travaux de plantation, ainsi que la remise en cause des contrats de reprise, notamment en raison des aléas climatiques possibles entre la plantation et le constat de reprise réalisé en octobre...

Quels sont les apports perçus des travaux de R&D (recherche & développement) dans vos pratiques ?

P. Baron : Nous ne percevons que peu d'apports de la R&D dans nos pratiques et ce constat semble partagé. Les dernières nouveautés « vulgarisables » sont l'utilisation du Trico®, répulsif efficace, et le **bâtonneur à fougère**. Pour le reste, et en particulier concernant les techniques de préparation, les difficultés pour le développement sont liées, me semble-t-il, à :

— **la diversité des contextes stationnels** et des antécédents dans un contexte climatique changeant. Ce qui fonctionne à un endroit ne fonctionne pas forcément à un autre, de même que ce qui fonctionne une année ne fonctionnera pas forcément l'année suivante... !

— **la contrainte économique** : il s'agit de proposer des itinéraires acceptables et réalistes, qui intègrent l'ensemble des coûts. Ce qui nous interpelle, c'est le décalage entre les coûts de préparation du sol qui s'élèvent au minimum à 1 500 voire 2 000 €/ha, et dans

² Le plant en racines nues nécessite davantage de précautions que le plant en godet, il impose une préparation des racines et sa plantation est plus « technique » (plant et racines bien droites, profondeur au collet, tassement...).



Plantation de pins sylvestre à N+2 dans une régénération de pins sylvestre et recrû.

le même temps, la pression exercée sur les planteurs pour quelques centimes... 10 centimes de plus par plant pour des plantations à 1 400 tiges/ha, ce n'est que 140 euros/ha ! L'investissement pour s'équiper d'outils de travail du sol, quand on a déjà tracteur ou pelle n'est pas si excessif et de mon point de vue, c'est davantage faute de marché que peu d'ETF s'équipent (et non l'inverse) ;

— **le recul nécessaire sur plusieurs années pour juger du réel intérêt d'une technique.**

À quel type d'actions/questions (techniques) pensez-vous pour garantir la réussite des plantations ?

P. Baron : Est-ce que la problématique de l'hylobe, qui est une menace importante évoquée par plusieurs intervenants, pourrait être traitée par la R&D ?

Il serait peut-être intéressant de **faire l'inventaire des principaux itinéraires de reboisement** par grande région forestière et d'essayer d'identifier ce qui fonctionne et ce qui pose problème... à partir d'exemples concrets. **Une concertation fructueuse pourrait être mise en place avec un transfert par les opérateurs de terrain qui feraient apport de leurs expériences de terrain à la R&D.**

Il me semble enfin que l'innovation ne doit pas s'envisager uniquement d'un point de vue technique, mais également en termes de « mentalité ». Les **ETF** ne doivent plus être considérés comme de simples tâcherons, tantôt là pour planter au plant, tantôt là pour dégager à l'hectare, mais davantage comme **des partenaires qualifiés et compétents pour participer à l'organisation globale d'un projet...**

Quels itinéraires de plantation conseillez-vous par essence ? densité, préparation et entretien, avec et sans présence de gibier ?

P. Baron : Cela varie tellement suivant les essences et les contextes. **La densité la plus commune est 3,5 m x 2 m soit 1 400 plants/ha.** Le gibier a peu d'influence sur la densité, sa présence est à gérer en fonction du recrû ou l'accompagnement, et d'éventuel traitement répulsif comme le Trico®. Un peu de mélange pourrait s'envisager également ! Par exemple cette année, j'ai réalisé une plantation dans le Morvan en mélange 40 % mélèze 40 % douglas et 20 % châtaignier, avec, sur la ligne 4 mélèzes puis un châtaignier, puis 4 douglas puis un châtaignier, etc. Cependant, une remarque : le douglas est un peu une exception, car non seulement les revenus qu'il génère permettent d'envisager des investissements et en plus sa vitesse de démarrage (et sa capacité à « supporter » la concurrence) limite bien souvent les coûts de dégagement ! Le schéma de plantation est à envisager correctement pour rationaliser les entretiens. Il faut pouvoir entretenir pour partie de façon mécanique, donc 3,5 m entre les lignes, afin « d'avoir accès » aux plants facilement. Je préconise le plus souvent l'entretien mécanique (broyeur) d'un interligne sur 2 et l'entretien de la ligne et de l'interligne non broyé d'abord à la débroussailluse en individualisant tôt, puis éventuellement au croissant mécanique voire, notamment dans le feuillu en détournement, un dernier passage à la tronçonneuse (coût d'un dégagement aux alentours de 500 à 700 €/ha).

Le recrû naturel est utile pour gagner les plants selon la végétation en place et le « potentiel » d'accompagnement... Un minimum de 30 % d'accompagnement (charme essentiellement voire saule, bouleau..., sachant que ces plants coûtent 2 fois moins cher qu'un plant de chêne !) est envisageable de manière artificielle, en particulier pour les plantations de chêne. Les avantages sont nombreux : plantation plus stable vis-à-vis des aléas, meilleure conformation des plants, rôle de protection contre le gibier, coût potentiellement réduit (diminution de la densité)... ■

Hêtraies du Haut-Languedoc

Face au défi des changements climatiques



13 min



par Thomas Brusten CNPF-IDF, Johann Housset*, Constance Proutière* & Juliane Casquet*

Les hêtraies sont des forêts typiques du Parc naturel régional du Haut-Languedoc. Saviez-vous qu'elles sont associées à de forts enjeux de biodiversité ? La question de l'avenir de ces milieux face aux sécheresses estivales de plus en plus fréquentes se pose. Comment anticiper leurs conséquences dans la gestion forestière ?

* Parc naturel du Haut-Languedoc

Aux confins du Massif central, entre Tarn et Hérault, le Parc naturel régional du Haut-Languedoc (PNR HL) s'étend sur 313 000 hectares dont les 2/3 sont couverts par la forêt. À la croisée des climats méditerranéen, océanique et montagnard, ce territoire est riche en biodiversité, mais également sensible aux effets des changements climatiques ; les forêts sont vulnérables face à la répétition de fortes sécheresses estivales. Par exemple, en 2003, le Tarn a connu un été similaire à celui observé habituellement à Marseille. De nombreux peuplements de douglas ont alors subi des mortalités (Lemaire, 2017).

La hêtraie acidiphile¹ à houx, un habitat typique du Haut-Languedoc

Le projet LIFE FORECCAsT² souhaite favoriser l'adaptation des forêts du PNR HL aux effets des changements climatiques. Nous y étudions un habitat forestier d'intérêt communautaire³ représentatif des enjeux environnementaux et socio-économiques de ce terri-

toire, **la hêtraie acidiphile à houx**. L'analyse des documents d'objectifs des sites Natura 2000 nous indique que cet habitat est le plus représenté dans ce réseau, suivi des chênaies vertes⁴, des forêts alluviales et des châtaigneraies méditerranéennes. D'autres habitats forestiers d'intérêts communautaires y sont présents, mais rares, comme les forêts de ravins ou les hêtraies calcicoles⁵.

Le hêtre face aux changements climatiques

Le hêtre nécessite un climat ni trop chaud, ni trop sec, avec des précipitations bien réparties tout au long de l'année. Une étude en Hauts-de-France (Perez, 2015), a montré qu'une proportion importante de hêtraies y était déperissante sous le seuil de « - 160 mm » de déficit hydrique estivale moyen (P-ETP0608). À l'échelle du domaine biogéographique atlantique, la limite de P-ETP0608⁷ que le hêtre tolère est estimée à environ « -190 mm » (Dumas, 2017). Le hêtre est toutefois présent au sein de climats plus secs, à la faveur de

¹ Composée d'espèces montrant une nette préférence pour les sols acides.

² Projet co-financé par le programme LIFE « Actions pour le climat » de la commission européenne. <http://www.foreccast.eu> LIFE15 CCA/FR/000021

³ Qui est concerné par la Directive européenne « Habitat, Faune, Flore ». Le réseau Natura 2000 vise à la conservation des habitats naturels et espèces cités par cette Directive.

⁴ Où domine le chêne vert (*Quercus ilex*).

⁵ Composée d'espèces préférant les sols calcaires.

⁶ liés à la décomposition du bois.

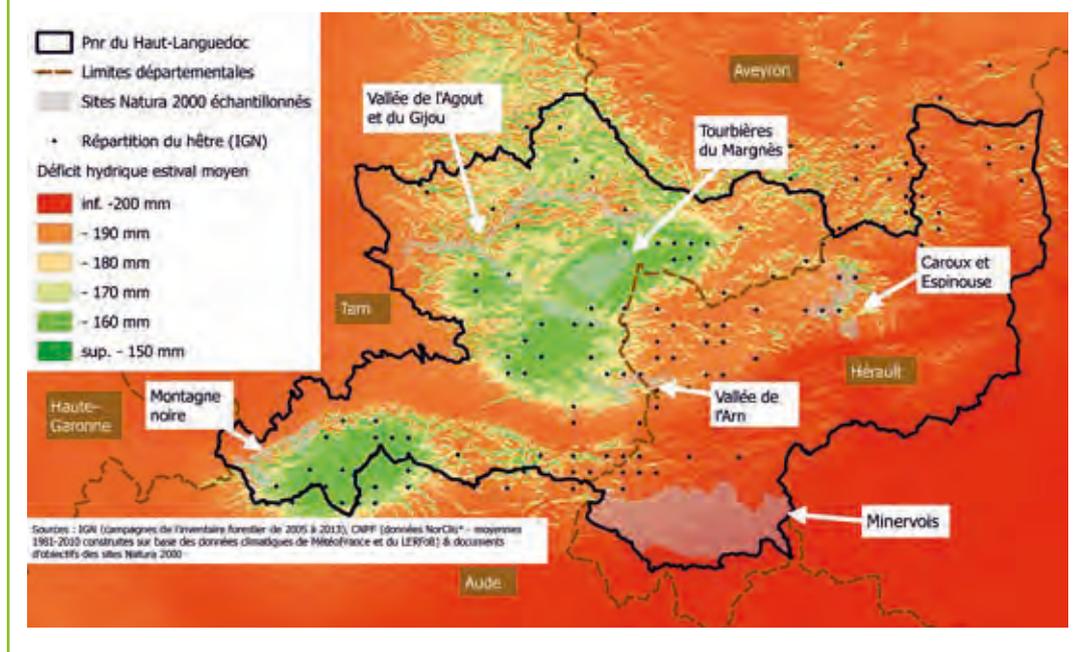
⁷ Précipitation - évapotranspiration potentielle entre juin et août.

LE SAVIEZ-VOUS

La hêtraie acidiphile à houx est caractérisée par un peuplement dominé ou présentant une proportion significative de hêtre (en mélange naturel avec le chêne sessile ou le sapin pectiné), un sous-bois marqué par le houx et enfin une flore acidiphile. Maillon essentiel des paysages naturels du Haut-Languedoc, leur préservation participe à la connectivité écologique de ce territoire. Plusieurs espèces d'intérêt commu-

nautaire y sont inféodées, comme par exemple le Pic noir, des chauves-souris ou encore des coléoptères saproxyliques⁶ (*Lucane cerf-volant*, *Rosalie des Alpes*, etc.). Cet habitat joue aussi un rôle important dans la préservation de la qualité de l'eau ; la présence de la moule perlière dans certaines rivières témoigne de cette richesse à préserver.

Figure 1 - La répartition du hêtre est étroitement liée au gradient de déficit hydrique estival moyen



stations fraîches (versant nord ou confiné, val-lon). Les hêtraies du Haut-Languedoc, les plus méridionales du Massif central, sont parfois présentes en conditions climatiques « limites » pour le hêtre. Surplombant la Méditerranée, ces forêts peuvent être considérées comme des peuplements « sentinelles » vis-à-vis du changement climatique en cours (figure 1).

L'objectif de cette étude est de **caractériser l'écologie et l'état sanitaire des hêtraies acidiphiles à houx** de ce territoire et de proposer des **préconisations de gestion** visant à favoriser la préservation de cet écosystème et sa résilience face aux changements climatiques.

Ce houppier de hêtre présente plus de 50 % de branches mortes et de perte de ramification fine ; il est qualifié de dépérissant. Le houppier à l'avant plan est sain.



30 placettes représentatives de cet habitat

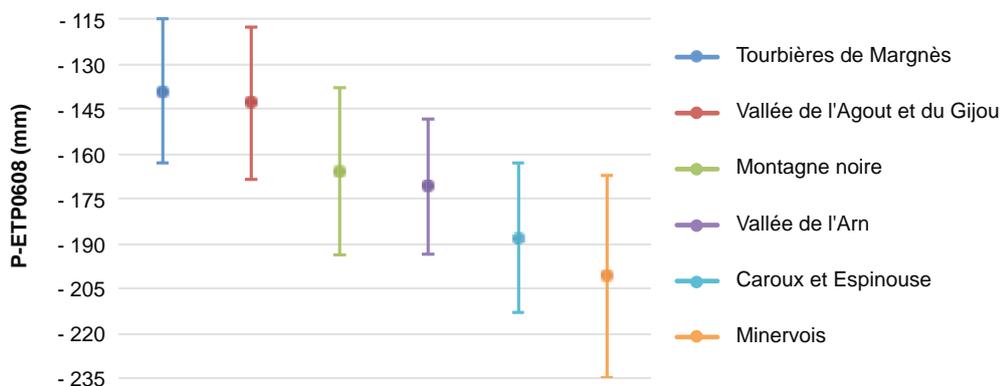
Nous avons échantillonné 30 placettes dans des peuplements biologiquement matures, non éclaircis récemment, au sein de 6 sites Natura 2000 du PNR HL. Cet échantillonnage aléatoire est stratifié de manière à couvrir le gradient de contrainte climatique :

- 11 placettes dans une **zone théoriquement favorable au Hêtre** (P-ETP0608 > - 160 mm) ;
- 10 placettes dans une **zone moins favorable au Hêtre** (- 160 > P-ETP0608 > - 190 mm) ;
- 9 placettes dans une **zone théoriquement défavorable au Hêtre** (P-ETP0608 < - 190 mm).

Pour chaque placette, nous avons récolté des informations sur :

- **la station** : le sol, le relief et la flore indicatrice ;
- **le peuplement**, selon le protocole de l'inventaire forestier national et l'état sanitaire des hêtres, en caractérisant le houppier de 20 arbres dominants selon le protocole du département de la santé des forêts (DSF). Un hêtre est qualifié de « dépérissant » si l'atteinte globale au niveau de son houppier est supérieure à 50 % ; cette atteinte peut être due à la mortalité des branches ou à de la perte de ramification. Un peuplement est qualifié de « dépérissant » si plus de 20 % des tiges sont dépérissantes ;
- **l'état de conservation de l'habitat**, selon le protocole du Muséum national d'histoire naturelle (Maciejewski, 2016) ; voir encadré p. 51.

Figure 2 - Moyenne et écart-type du déficit hydrique estival moyen des placettes dans les 6 sites Natura 2000 échantillonnés



L'état de conservation d'un habitat

L'état de conservation « favorable » d'un type d'habitat désigne une situation où cet habitat prospère et où les perspectives concernant sa vitalité sont propices. À l'échelle d'un site Natura 2000, cet état peut être appréhendé par différents indicateurs : surface et connectivité de l'habitat au sein du site, présence d'espèces allochtones ou d'espèces exotiques envahissantes, présence de très gros bois vivant et de bois mort, qualité de la régénération, *etc.*

L'étude des placettes réalisées dans le cadre de cette étude indique un état de conservation légèrement altéré, avec :

- un nombre moyen à l'hectare de **2,2 très gros bois sur pied** (circonférence > 212 cm) et **6,7 bois mort sur pied ou au sol** (diamètre > 30 cm), mais de fortes disparités selon les placettes (0 bois mort dans la moitié des placettes et jusqu'à 12 bois morts dans une placette en situation de ravin) ;
- la présence d'une **espèce exotique envahissante** dans certains peuplements : le séneçon du Cap. Peu dynamique en contexte forestier et préférant les zones ouvertes ou perturbées (talus, terrain vague, *etc.*), il ne semble pas représenter une menace majeure pour cet habitat ;
- des **difficultés de régénération** liées à des surfaces terrières parfois trop importantes (taillis très denses, futaies non éclaircies, *etc.*), combinées souvent à un déséquilibre sylvo-cynégétique.

Des peuplements diversifiés...

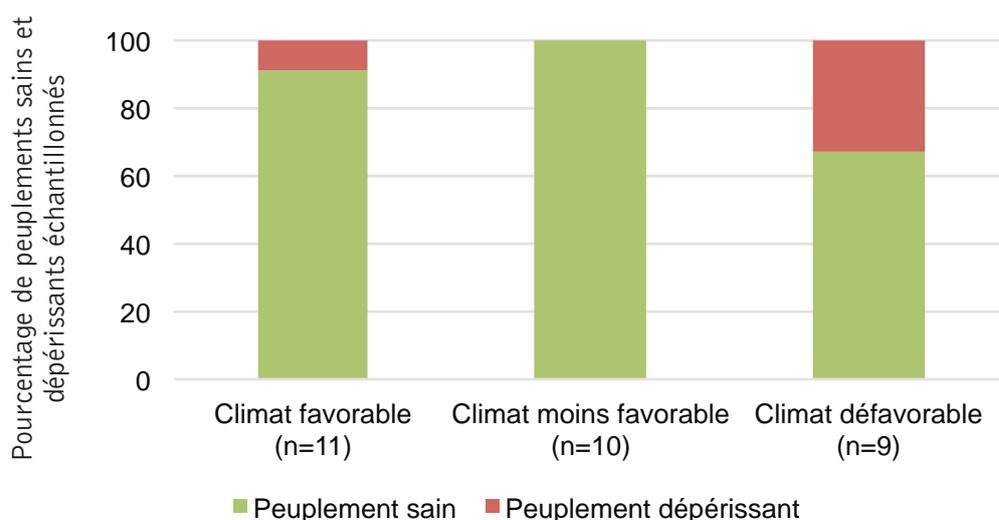
Les placettes sont situées entre 400 et 1 100 m d'altitude, sur des sols bruns acides développés sur diverses roches siliceuses (granites, gneiss, grès et schistes). Les espèces acidiphiles sont fréquentes (canche flexueuse, fougère aigle, chèvrefeuille des bois, myrtille, germandrée scorodaine, *etc.*) et accompagnées d'espèces typiques des hêtraies (érythronium dent-de-chien, anémone des bois, sceau de salomon mutliflore, *etc.*). C'est une flore ordinaire, mis à part la présence du rare lis des Pyrénées observé sur la Montagne noire. Quatre types de peuplements sont analysés : futaie irrégulière et régulière, mélange de taillis et de futaie et localement des taillis simples sur les sites méridionaux. Les essences accompagnant fréquemment le hêtre sont le chêne sessile, le sapin pectiné et le châtaignier. Les hauteurs dominantes des hêtres s'échelonnent entre 11 m dans les taillis les moins productifs

et 35 m. Climatiquement, les situations théoriquement les moins favorables au hêtre (P-ETP0608 < -190 mm) sont rencontrées surtout sur les sites « Minervois » et « Caroux et Espinouse ». *A contrario*, les autres sites Natura 2000, en particulier « Tourbières de Margnès » et « Vallée de l'Agout et du Gijou » lui sont davantage favorables (*figure 2*).

...plutôt en bonne santé!

Sur les 30 placettes, 26 sont jugées « saines » (87 %) et 4 « déperissantes » (13 %), dont 3 sont situées dans la zone climatique défavorable (P-ETP0608 < -190 mm) sur des versants ayant diverses expositions. La quatrième est située dans la zone climatique favorable mais sur un sol superficiel développé sur éboulis granitique, ce qui limite la prospection racinaire des hêtres et pourrait expliquer leur état sanitaire (*figure 3 page 52*).

Figure 3 - Pourcentage de peuplements sains et dépérissants selon le gradient de déficit hydrique estival



Ces observations ne couvrent bien sûr pas toutes les situations du parc, mais indiquent une certaine vulnérabilité des hêtraies dans la zone climatique défavorable. Dans les autres situations, le hêtre montre une résilience certaine face aux sécheresses répétées qu'il a subi ces dernières années. Enfin, notons que, même dans les secteurs climatiques défavorables, la majorité des peuplements observés sont jugés « sains », souvent à la faveur de conditions locales fraîches (versant nord ou encaissé).

Quelle gestion pour ces peuplements ?

Les préconisations que nous formulons sont émises dans l'optique de favoriser à la fois le bon état de conservation de cet habitat et sa résilience face aux changements climatiques (tableau 1, p. 53). Ces conseils peuvent être pris en compte en dehors du réseau Natura 2000, selon les caractéristiques des peuplements et les objectifs de gestion. Pour connaître le dispositif réglementaire quant à la gestion de cet habitat en forêt privée, le lecteur doit se référer à l'annexe Natura 2000 du Schéma régional de gestion sylvicole de la région concernée.

Conclusion et perspectives

Les hêtraies du Haut-Languedoc, structurant les paysages et la biodiversité de ce territoire, sont un patrimoine à préserver. En limite d'aire de répartition ou sur les stations les plus difficiles (sol très rocheux, versant chaud), les hêtraies sont parfois dépérissantes. Sur les autres zones, la répétition de sécheresses

estivales pourrait les stresser. Une gestion adaptative de ces milieux, basée sur la régénération naturelle d'essences autochtones est à mettre en œuvre. Les coupes rases sont à éviter, car le hêtre rejette peu et se régénère plus facilement sous couvert. Localement, des éclaircies sanitaires (coupe des hêtres dépérissants) peuvent favoriser la régénération naturelle des hêtres sains. En raison du comportement social du hêtre, la gestion des mélanges avec des essences plus héliophiles comme les chênes, n'est pas évidente. Quand ils sont présents, les semis de chênes doivent être favorisés très tôt (dès 50 cm de hauteur) pour qu'ils perdurent, si la pression des cervidés le permet. Des essais ou guides techniques pourraient être développés sur ce sujet, ainsi que sur celui de la gestion du houx. Dans le Haut-Languedoc, les dépérissements de hêtraies sont surtout observés sous le seuil de « - 190 mm » de déficit hydrique estival moyen contre « - 160 mm » en Haut-de-France. Les hêtraies du Haut-Languedoc seraient-elles donc plus résilientes et cela pourrait-il être la conséquence d'écotypes méridionaux davantage résistants aux sécheresses ? Cette hypothèse renforce l'intérêt de préserver les hêtraies en limite de leur aire de répartition, pour que les descendants des hêtres actuels puissent peut-être un jour être valorisés dans d'autres secteurs (concept appelé « migration assistée »). Une unité de conservation génétique du hêtre est d'ailleurs située sur la Montagne noire⁸. Consciente de ces enjeux, l'Office national des forêts a lancé en 2011 le projet « Giono⁹ » visant à favoriser le brassage génétique avec des hêtres méridionaux, notamment ceux de la Sainte-Baume

⁸ www.euforgen.org

⁹ www.onf.fr/+/14e::le-grand-exode-climatique-des-arbres-du-projet-giono.html

Tableau 1 - Quelques préconisations de gestion des hêtraies acidiphiles à houx

Composition des peuplements	Suivre l'état sanitaire des hêtres, en particulier dans les secteurs climatiques défavorables (P-ETP0608 < -190 mm).
	Favoriser ou maintenir un mélange d'essences typiques de l'habitat : - dans les zones favorables au hêtre, le conserver en essence principale ou en mélange avec le chêne sessile ou le sapin pectiné ; - dans les zones climatiques défavorables, favoriser le chêne sessile, voire le chêne pubescent, surtout si les hêtres montrent des signes de dépérissements et conserver les hêtres en bonne santé. Favoriser les chênes n'altère pas l'état de conservation de l'habitat tant que des hêtres sont conservés en mélange.
	Maintenir les essences secondaires typiques de l'habitat (houx) et autres feuillus (sorbier des oiseaux, alisier blanc, bouleau verruqueux, noisetier, etc.).
Exploitation et régénération	Éviter les mises à blanc et privilégier une gestion irrégulière ou régulière via des coupes progressives de régénération naturelle. Une fois la régénération acquise, une sylviculture dynamique peut être envisagée.
	Ne pas éliminer systématiquement le houx. S'il empêche la régénération naturelle, plusieurs solutions sont envisageables : - coupe partielle consistant à enlever une partie de la cépée, tout en conservant des « tires-sèves » afin d'éviter le drageonnement ; - arrachage localisé et mise en andain des rémanents sur les cloisonnements ; - broyage localisé, suivi de plusieurs débroussaillages.
	Laisser les souches et rémanents sur place lors des exploitations.
Gros bois et bois mort	Laisser vieillir des gros bois sur pied ainsi que des arbres à cavités.
	Maintenir des bois mort sur pied et au sol, y compris dans les parcelles gérées.
	Eventuellement, maintenir des îlots de vieillissement (bouquet de quelques arbres qu'on laisse vieillir davantage que le peuplement principal).

(Var), dont des semis ont été implantés en forêt de Verdun. Enfin, les données récoltées dans le cadre de cette étude, vont participer au développement d'un modèle quantifiant la vulnérabilité climatique de cette essence à l'échelle nationale. Il sera intégré dans l'application « FORECCAsT by BioClimSol » développée durant le projet LIFE FORECCAsT. ■

Notes : Les auteurs remercient les agents de l'IGN (I. Bonhême, S. Delhaye & S. Guitet) et les stagiaires qui ont participé aux campagnes de terrain. Un rapport d'étude détaillant les résultats présentés dans cet article est disponible sur demande auprès des auteurs.



© PNR Haut-Languedoc

Bibliographie

- Dumas N., 2017. *Vers une meilleure compréhension de la répartition des hêtraies en région biogéographique atlantique grâce aux données habitats de l'inventaire forestier*. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur. Bordeaux Sciences Agro., 31 p.
- Lemaire J., 2017. *BioClimSol : un outil de vigilance climatique appliqué au douglas*. Forêt-entreprise n°234, pp 28-32.
- Maciejewski L., 2016. *État de conservation des habitats forestiers d'intérêt communautaire, Evaluation à l'échelle du site Natura 2000, Version 2. Tome 1 : définitions, concepts et éléments d'écologie*. Rapport SPN 2016-75, Service du patrimoine naturel, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 82 p.
- Perez M., 2015. *Impact du climat et de son évolution sur l'état sanitaire des hêtraies en Nord-Pas-de-Calais-Picardie*. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur. Bordeaux Sciences Agro., 31 p.

Hêtraie non dépérisissante dans un versant encaissé orienté au nord du Minervois (Cassagnoles, 34). Cette topographie compense localement un climat défavorable au hêtre.

Résumé

La hêtraie acidiphile à houx du Haut-Languedoc est un patrimoine écologique important de ce territoire. Des dépérissements de hêtre sont observés sur les stations les plus méridionales, mais la majorité des peuplements observés sont sains. Des préconisations sont émises afin de favoriser la résilience de cet écosystème face aux changements climatiques et un état de conservation favorable.

Mots-clés : hêtraie acidiphile à houx, Parc naturel du Haut-Languedoc, gestion sylvicole, changements climatiques.

Scolytes, chablis, canicules et changement climatique : un mélange explosif !

Première partie

Les scolytes aiment la chaleur

 8 min



par Marie-Antoinette Mélières¹ et Philippe Riou-Nivert, CNPF-IDF

La crise des scolytes, qui sévit dans l'Est de la France depuis 2018, interroge le forestier. Doit-il s'attendre à une augmentation de la fréquence de tels événements ? Dispose-t-il de moyens pour s'en prémunir ? Doit-il infléchir sa gestion ? C'est à ces questions que nous tentons de répondre par trois articles successifs consacrés respectivement aux scolytes, à l'évolution des canicules et aux moyens de prévention.

¹ Marie-Antoinette Mélières, docteur d'État en physique, a été enseignante-chercheur à l'Université Grenoble-Alpes au laboratoire de Spectrométrie puis de Glaciologie où elle s'est spécialisée dans la climatologie. De 1995 à 2008, elle a créé et assuré la rédaction de la lettre «Changement Global», publication du Comité national français sur le changement global, rattaché à l'Académie des Sciences.

² Les galeries des larves se développent sous l'écorce tout autour du tronc et finissent par interrompre la circulation de la sève



<https://www.google.com/search?q=scolytes>
sur google vidéos :
recherche / scolytes

³ Somme du nombre de degrés dépassant chaque jour 7 °C cumulés pendant les jours suivant la ponte

Les scolytes : petits mais dangereux

Les scolytes sont des insectes coléoptères de petite taille (1 à 10 mm de long) qui s'introduisent sous l'écorce des arbres pour y pondre leurs œufs. Parmi les 140 espèces endémiques présentes en France, le **typographe** (4 à 6 mm) est sans doute la plus agressive (*Figure 1*). Il est surtout inféodé à l'**épicéa** et c'est de ce couple que nous traiterons principalement.

Après l'essaimage et la ponte d'une cinquantaine d'œufs par femelle au printemps, les larves éclosent et se nourrissent du cambium de l'arbre en provoquant une annelation² et une infestation par des champignons qui entraînent rapidement la mort de l'arbre.

Les scolytes compensent leur taille par leur nombre et leur rapidité de reproduction. En période épidémique, courant juillet, 30 000 adultes de **1^{re} génération** peuvent émerger d'un arbre colonisé d'1 m³ et engendrer une **deuxième génération** au cours de l'été. En condition climatiques favorables, en plaine, on peut observer une **troisième génération**. Pendant ce temps, les femelles initiales peuvent effectuer une deuxième, voire une troisième ponte sur d'autres arbres, à l'origine de **générations sœurs**.

Les scolytes sont considérés comme des parasites secondaires (ou de faiblesse) : ils sont attirés par les arbres stressés. C'est le cas après une période de sécheresse ou très fréquemment à la suite de dégâts de tempête.

Des scolytes pionniers explorent le milieu puis, après avoir découvert une cible, émettent des phéromones d'agrégation qui orientent leurs congénères. Si la ressource est abondante, le parasitisme devient primaire : des arbres sains sont alors attaqués et commence une phase épidémique. Une épidémie peut se prolonger **trois à quatre ans** et concerner des volumes considérables. Cinq millions de m³ ont ainsi été ravagés après les tempêtes de 1999.

La petite bête qui monte

Le développement des scolytes est lié au climat pour plusieurs raisons :

- ➔ les scolytes adultes entrent en hibernation dans le sol ou sous l'écorce et **leur nombre est partiellement régulé par la température hivernale**. Après un hiver doux, ils seront beaucoup plus nombreux à essayer au printemps suivant ;
- ➔ **l'essaimage nécessite une température supérieure à 18 °C** pendant quelques jours ; un printemps doux et sec est alors particulièrement favorable ;
- ➔ le développement, de l'œuf à l'adulte, demande un cumul de 600 degrés-jour³ au-dessus de 7 °C ; **les étés chauds** accélèrent donc le processus (*Figure 3*) ;
- ➔ en année climatique favorable, le **nombre de générations** peut passer de une à deux en montagne et de deux à trois en plaine ;
- ➔ en climat chaud et sec, surtout si les années sèches se répètent, les arbres souffrent de **stress hydrique** et émettent des composés volatils spécifiques reconnus par les insectes.

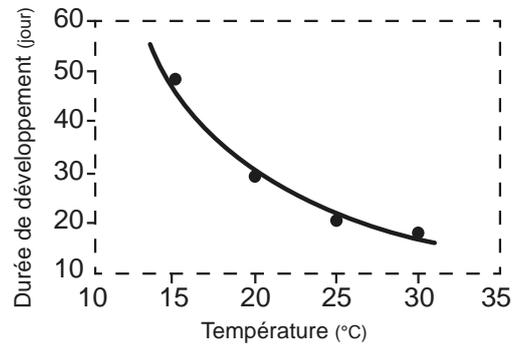
Figure 1 - Le typographe et sa signature



À gauche, adulte immature; à droite, les « cocons » blancs au bout des galeries larvaires sont des nymphes de scolytes.

Figure 2 - La durée du cycle de développement du scolyte typographe est liée à la température

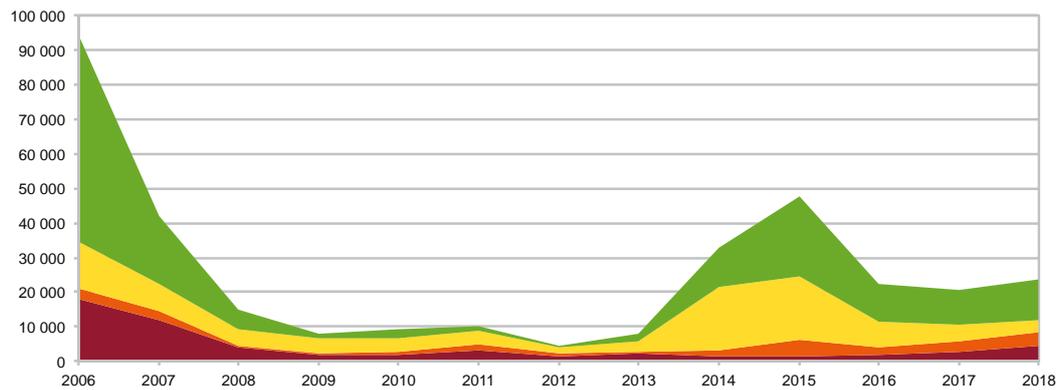
(études en laboratoire, méthode des sandwichs).



Lorsque la température passe de 15 à 30 °C, le cycle est deux à trois fois moins long. (Wermelinger, 1998)

Figure 3 - Évolution de 2006 à 2018 du volume de bois scolytés (en m³) en forêts publiques dans les Alpes du Nord

- HAUTE-SAVOIE
- SAVOIE
- ISÈRE
- AIN



Lien entre épidémies de scolytes et sécheresses dans les Alpes du Nord : après la période de sécheresse de 2003-2006, la sécheresse de 2015 a provoqué une nouvelle épidémie.

(source : correspondants observateurs du DSF, ONF Rhône-Alpes)

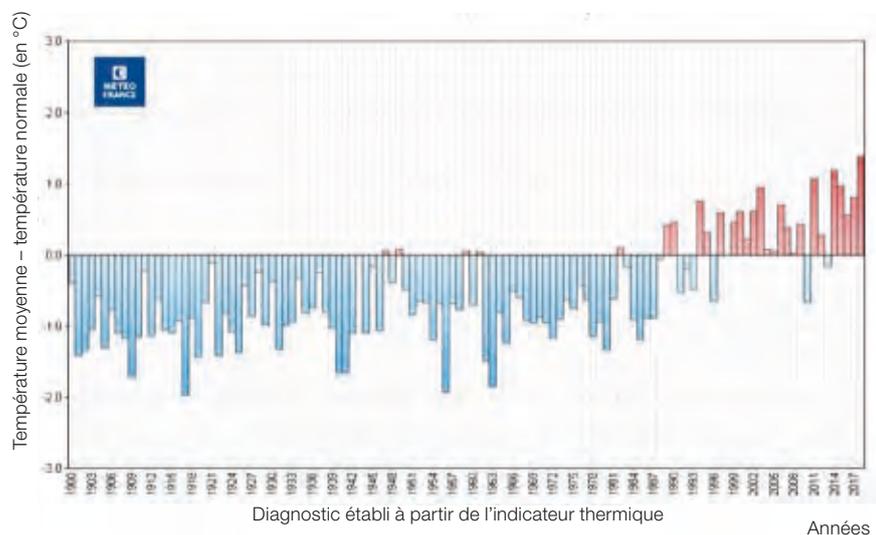
Le réchauffement climatique, qui se caractérise par une augmentation de la fréquence des années chaudes (canicules) et sèches, est donc très favorable aux scolytes.

En Colombie britannique (Ouest du Canada), le dendroctone des pins de montagne (*Dendroctonus ponderosae*), cousin du typographe, a causé depuis le début des années 2000 la plus spectaculaire épidémie due aux insectes jamais enregistrée. Plus de 15 millions d'hectares (équivalent à la surface forestière française) et un milliard de m³ ont été ravagés⁴. Le phénomène a clairement été relié à la remontée vers le nord des isothermes, due au réchauffement climatique. Le dendroctone a largement dépassé son aire naturelle de départ et atteint aujourd'hui la forêt boréale.

La canicule de 2018 : une aubaine pour les scolytes

2018 est l'année la plus chaude qui ait jamais été enregistrée en France depuis le début du

Figure 4 - Écart à la normale (moyenne sur la période 1981 - 2010) des températures moyennes de 1900 à 2018 en France : 2018 est l'année la plus chaude enregistrée depuis plus d'un siècle (source : Météo France).

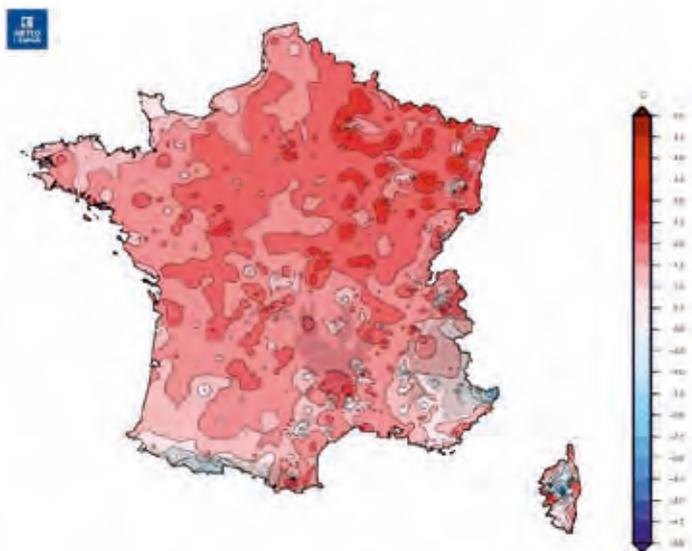


Diagnostic établi à partir de l'indicateur thermique

Années

Figure 5 - Écart de température d'été en °C par rapport à la moyenne annuelle de référence 1981-2010

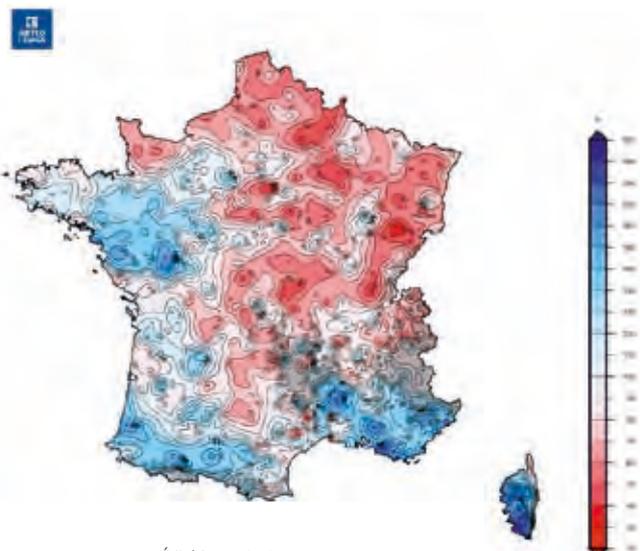
(source : Météo France).



L'écart de température d'été (juin, juillet, août) en °C a été en 2018 de 2 à 3,5 °C par rapport à la moyenne annuelle de référence 1981-2010 dans le Nord-Est de la France.

Figure 6 - Rapport à la moyenne d'été de référence (juin, juillet, août) 1981-2010 des cumuls de précipitations en 2018 (en %)

(source : Météo France).



Édité le : 03/09/2018

Dans le Nord-Est, Il n'est tombé que 40 à 70 % des précipitations habituelles.

⁴ La santé des forêts maladies, insectes, accidents climatiques, Diagnostic et prévention - p. 34-35. Éd. IDF.

XX^e siècle (Figure 4). La température moyenne annuelle a atteint 13,9 °C, dépassant de 1,4 °C la normale. La vague de chaleur au niveau national, qui a débuté le 24 juillet et s'est terminée le 8 août reste cependant moins intense que la canicule majeure de 2003 (2 au 17 août 2003). Le Nord-Est de la France a été particulièrement touché en été avec des écarts à la normale importants pour les températures et les précipitations (Figures 5 et 6) et une sécheresse persistante des sols superficiels d'août à novembre.

Conclusion

L'année 2018 avait déjà mal commencé pour la forêt. En janvier, la tempête Éléonor avait

ravagé toute l'Europe centrale : plus de 55 millions de m³ abattus dont 22 millions de m³ en Allemagne. Un contexte particulièrement favorable aux scolytes, largement aggravé par la canicule et la sécheresse de l'été. Résultat : **45 millions de m³ supplémentaires scolytés** (16 en Allemagne, 22 en Tchéquie mais aussi en Pologne, Autriche, Slovaquie, Suisse, Belgique, Italie...). Dans le **Nord-Est de la France**, moins concerné par la tempête (nombreux chablis dispersés non exploités) mais affecté par la canicule, les **scolytes ont touché 1 million de m³** et l'hiver doux suivi d'un printemps 2019 relativement sec laissent présager la poursuite d'une épidémie de grande ampleur. ■

À suivre 2^e partie

À retenir

Des scolytes, insectes coléoptères, déciment les pessières de l'Est de la France, déjà 1 million de m³ atteints en 2018. Au printemps, les larves éclosent et se nourrissent du cambium provoquant une annélation entraînant la mort de l'arbre. En période chaude favorable, jusqu'à trois générations sont observées.

Mots-clés : scolytes, canicules, cycle de vie.

Formation

Les enjeux de la santé des forêts – Nouveau

Orléans (45) – 9 et 10 octobre 2019 – 2 jours – Animé par Philippe Riou-Nivert, CNPF-IDF, Jérôme Rosa (CRPF Centre) et François-Xavier Saintonge, DSF.

Se sensibiliser aux problèmes phytosanitaires en forêt et à leurs évolutions possibles.

Renseignements pratiques et inscription par Tél. : 0238719114 ou courriel : idf-formation@cnpf.fr ou christine.clemente@cnpf.fr

Retrouvez tous nos stages : <http://www.foretpriveefrancaise.com/n/le-catalogue-des-formations-de-l-idf/n:534>

Le réchauffement climatique entraîne inévitablement une augmentation du nombre de canicules

Les canicules sont des épisodes de température élevée de jour comme de nuit qui surviennent en été sur plusieurs jours, voire plusieurs semaines. Ces périodes de forte chaleur entraînent une évaporation plus intense et, dans nos régions, une sécheresse accrue des sols et un stress hydrique de la végétation.

Si l'on considère les prévisions d'évolution du climat mondial, quelles perspectives pouvons-nous faire sur la fréquence des canicules au cours du XXI^e siècle ?

L'évolution actuelle du climat

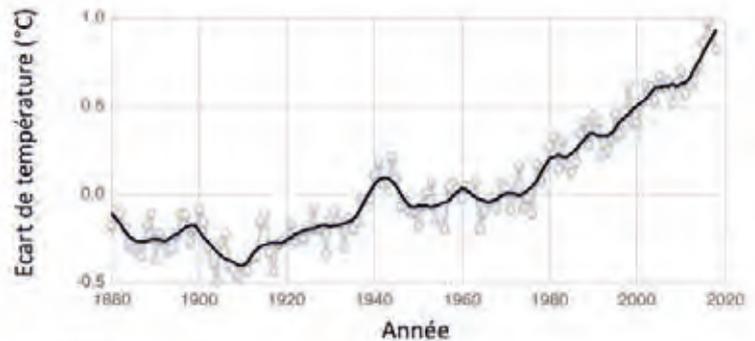
On sait que, depuis la fin du XIX^e siècle, la **température moyenne de l'ensemble des océans et continents s'est élevée d'environ 1 °C**. L'augmentation a été faible jusqu'aux années 1970-1980, (de l'ordre de 0,2 °C), puis elle s'est nettement accélérée, de l'ordre de 0,25 °C par décennie au cours des 40 années suivantes (GIEC 2014). Sur Terre, ce réchauffement n'est pas uniforme mais augmente de l'équateur aux pôles. Aux moyennes latitudes, **là où se situe la France, il est de 1,5 à 2 °C**.

Selon les rapports du GIEC¹, il est établi aujourd'hui que la cause principale du réchauffement mondial correspond **aux émissions de gaz à effet de serre** liées à l'activité humaine. La rapidité de ce réchauffement mondial est bien au-delà des évolutions naturelles dont les fluctuations depuis des centaines de milliers d'années sont bien connues. Ses conséquences sur le milieu sont multiples. Nous nous focaliserons ici sur les phénomènes extrêmes que sont les vagues de chaleur, ou canicules. Une échelle de grandeur a été créée pour les classer. Plus elles sont intenses (température bien supérieure à la moyenne habituelle) et plus elles durent, moins elles ont de chance de se produire.

Les canicules augmentent lorsque le climat se réchauffe

Prenons un exemple, dans une région donnée, en France. Plaçons-nous sur une décennie et regardons année après année l'évolution de la température moyenne au cours des trois mois d'été (juin, juillet, août). Dans les années 50, elle fluctuait autour d'une moyenne de

Figure 1 - Évolution de la température annuelle moyenne à la surface terrestre de 1880 à 2018.



La figure représente l'écart à la moyenne de référence des températures de 1951 à 1980.

(Source : NASA.)

17 °C, avec une même probabilité qu'un été soit plus froid ou plus chaud de 2 °C (+ 15 °C ou + 19 °C). Les étés à 13 °C ou 21 °C étaient, eux, extrêmement rares. Supposons maintenant que, quelques dizaines d'années plus tard, dans la même région, la température moyenne en été ait augmenté de 2 °C : elle atteint alors + 19 °C. Dans ce nouvel équilibre climatique, au cours d'une nouvelle décennie, les étés très chauds à + 21 °C auront autant de chances de se produire que les étés froids à + 17 °C, qui correspondaient à la moyenne des années 1950. Ainsi, lorsque la température moyenne augmente, les extrêmes climatiques chauds deviennent plus probables (donc plus fréquents), et les extrêmes climatiques froids, moins probables (donc moins fréquents).

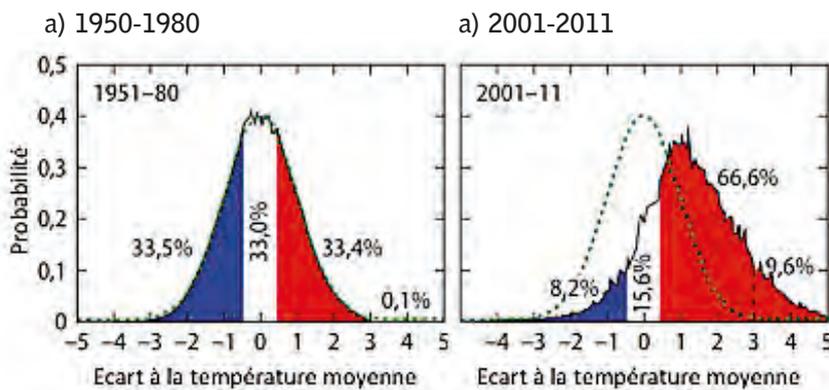
Une évolution constatée à l'échelle mondiale

Si l'on considère l'évolution d'environ 1 °C de la température mondiale depuis le milieu du XIX^e siècle, **une canicule comme celle de 2003 a aujourd'hui 4 fois plus de chances de se produire en Europe**. Sur l'ensemble des continents de l'hémisphère nord, les températures d'été ont été analysées décennie par décennie entre 1950 et 2011 par la NASA.

La Figure 2a (p. 58) concerne une décennie moyenne entre 1950 et 1980, où la température mondiale a peu varié. Elle montre sur l'axe vertical la fréquence (ou probabilité) des températures. L'axe horizontal indique l'écart des températures à la moyenne (prise comme origine), gradué non pas en degré mais en unité d'écart type, ce qui revient au même et ne change rien à la démonstration, mais permet de comparer

¹ Groupe intergouvernemental d'experts sur le changement climatique.

Figure 2 - Fréquence et écart type des températures reliés à la moyenne



(Source J. Hansen et al., 2013)

Ces deux courbes sont relatives à la température observée en été, moyennée sur les continents de l'hémisphère nord à deux périodes différentes entre lesquelles le climat s'est réchauffé.

l'évolution des températures entre des pays à climat très différent. On constate qu'1/3 des températures observées se situe autour de la moyenne (zone blanche), 1/3 sont plus chaudes (zone rouge) et 1/3 plus froides (zone bleue). Plus de 99 % des températures observées sont dans un intervalle de 3 écarts-types autour de la moyenne et seulement 0,1 % correspond à des canicules hors norme.

La Figure 2b concerne la décennie 2001-2011. À partir des années 80, la température moyenne mondiale a augmenté régulièrement. On constate que la moyenne n'est plus centrée en 0 et que la courbe s'est décalée vers la droite. Le climat moyen des années 60 (zone blanche) n'a plus qu'une fréquence d'apparition de 15 %. Les années chaudes des années 60 sont deux fois plus fréquentes (67 %). Les canicules hors-normes qui avaient 0,1 % de chance de se produire sont maintenant à plus de 10 %, soit une année sur 10 : la probabilité de ces événements a augmenté d'un facteur 100 !

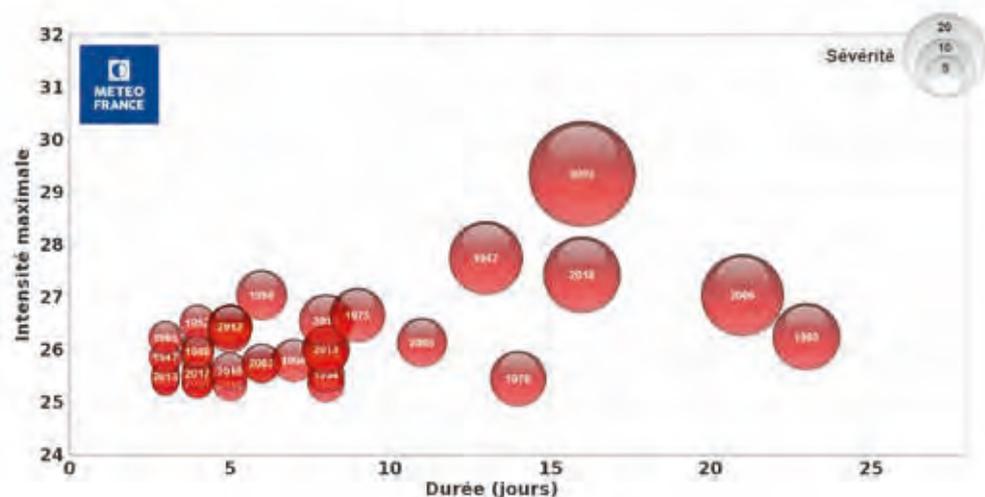
les années 80, apparaît une nouvelle catégorie de vagues de chaleurs, très intenses.

Ces températures extrêmes étaient pratiquement absentes durant les années 1950-1980, concernant seulement quelques dixièmes de % de la surface continentale de l'hémisphère nord ; elles sont depuis devenues de plus en plus fréquentes, et touchent aujourd'hui près de 10 % de l'ensemble de cette surface.

Revenons en France

Météo France utilise un moyen très figuratif en représentant les vagues de chaleur par des « bulles ». La position de la bulle relie la durée de l'événement (nombre de jours) à sa température maximale (intensité), la taille de la bulle traduisant la « sévérité » de la canicule (somme de degrés par jour, au-dessus d'un certain seuil, sur la durée de l'épisode). La Figure 3 retrace ainsi les vagues de chaleur en France métropolitaine sur la période 1947-

Figure 3 - Représentation des vagues de chaleur sur la France depuis 1947



La taille des bulles figure la sévérité de la canicule, cumulant sa durée et son intensité

(source Météo France)

2018. Il apparaît clairement que ces dernières décennies ont été marquées par des canicules plus longues et plus intenses. Ainsi, la bulle 2018 est comparable en nombre de jours à celle de 2003, avec une intensité maximale légèrement inférieure. La canicule de 1976, qui a longtemps été une référence historique en forêt, est désormais dépassée. La canicule de 2003, elle, est une exception avec le statut d'événement à très faible probabilité.

Toutes ces observations illustrent que **le réchauffement récent s'est traduit par une augmentation de vagues de chaleurs, ou canicules, conséquence incontournable de l'augmentation de la température moyenne.** Mais comment évoluera le climat dans les décennies futures ?

Que nous réserve l'avenir ?

Le réchauffement en cours va se poursuivre. Rappelons d'emblée que la stabilisation du réchauffement est liée à la réduction des émissions de gaz à effet de serre. Qu'en est-il ?

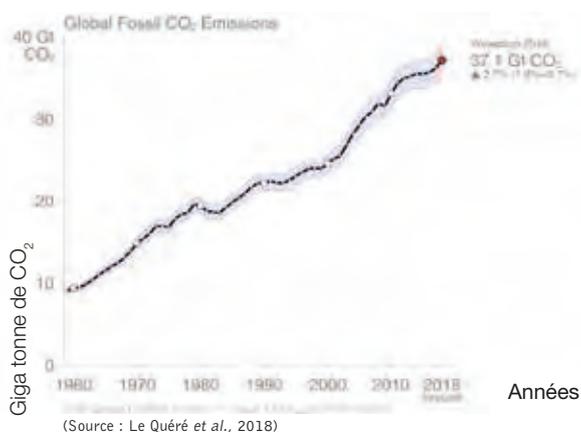
La Figure 4 nous montre que, non seulement ces émissions continuent mais que, d'année en année, elles augmentent. Nous sommes donc loin d'une stabilisation du climat pour les décennies à venir.

Pour envisager l'avenir, plusieurs scénarios économiques ont été construits, correspondant à différentes émissions de gaz à effet de serre au niveau mondial et l'évolution de la température, moyennée sur la surface de la planète, en a été déduite (Figure 5). Dans le scénario le plus optimiste (RCP² 2.6), on tend vers la stabilisation du climat vers 2100, avec un réchauffement de +2 °C par rapport à l'époque préindustrielle (1850). Dans le plus pessimiste (RCP8.5), le scénario du « laisser faire », qui correspond à la pente actuelle, le réchauffement mondial atteint + 5 °C à la fin du XXI^e siècle, le climat continuant à se réchauffer ensuite.

Notre avenir se décline donc entre ces deux possibilités. Cependant, quel que soit le scénario suivi, le réchauffement sera quasiment le même jusqu'en 2050, prolongeant l'évolution des dernières décennies ; puis les routes divergeront. Au vu des émissions constatées ces dernières années, **nous nous dirigeons vers un scénario de réchauffement mondial de + 3 à + 4 °C en 2100. Nous pouvons influencer pour qu'il soit limité à + 2 °C**, mais il n'en reste pas moins que, même dans ce cas, **l'augmentation des canicules dans les décennies à venir est une certitude.**

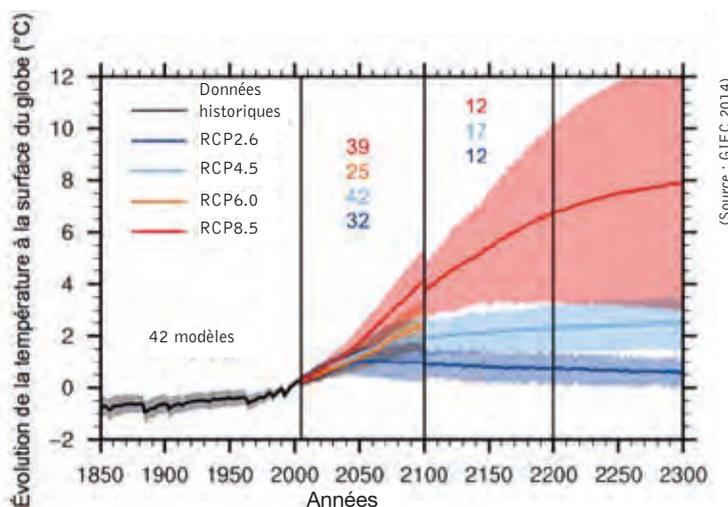
² RCP : Representative Concentration Pathway ou scénarios d'émissions mondiales de GES. <http://www.meteofrance.fr/climat-passe-et-futur/le-giec-groupe-dexperts-intergouvernemental-sur-levolution-du-climat>

Figure 4 - Émissions mondiales de dioxyde de carbone (CO₂) issu des combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz) de 1960 à 2017 exprimées en Gigatonnes de CO₂ par an



Les estimations pour 2015, 2016 et 2017 sont préliminaires ; 2018 est une projection fondée sur des données partielles.

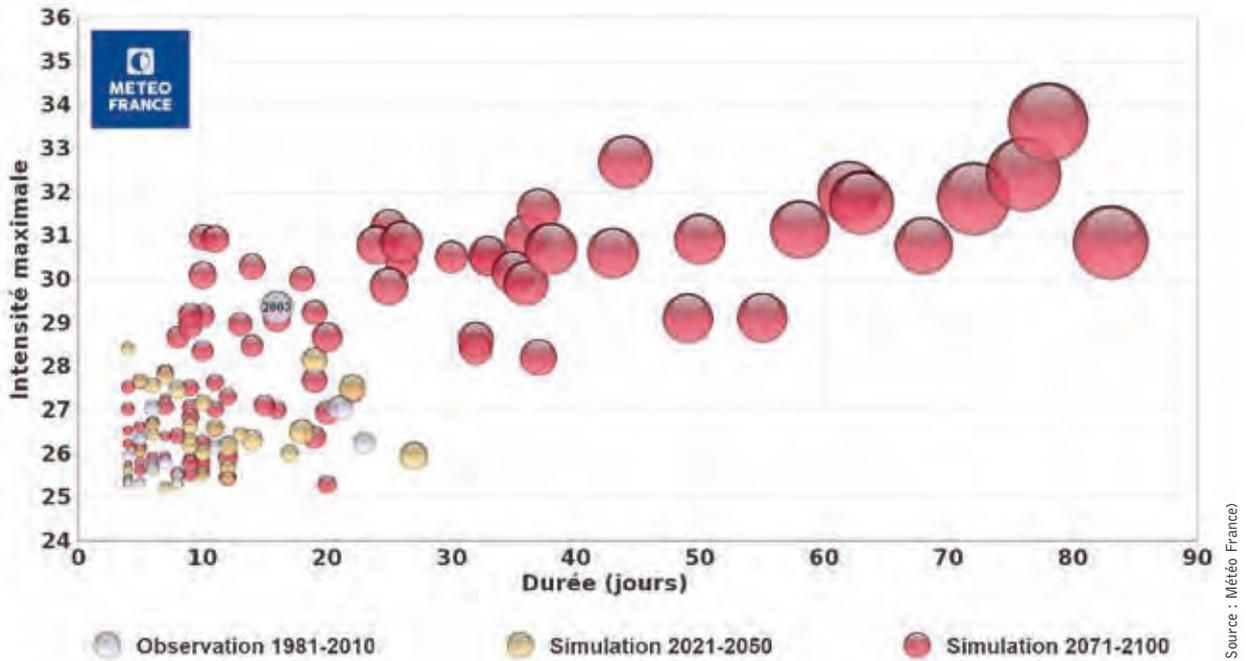
Figure 5 - Évolution de la température à la surface de la planète entre 1850 et 2300. Il s'agit ici de l'écart (en °C) à la température moyenne (calculée de 1950 à 1980)



L'époque historique est simulée en noir ; en 2000, le réchauffement par rapport au XIX^e siècle est déjà de + 1 °C. Quatre scénarios sont ensuite envisagés pour le futur, la température en 2100 s'écartant entre + 2 et + 5 °C par rapport au XIX^e siècle. Les chiffres en couleur indiquent le nombre de modèles utilisés pour les simulations.

Figure 6 - Vagues de chaleur en climat futur aux horizons 2021-2050 et 2071-2100 simulées par le modèle Aladin de Météo France et comparées au climat présent dans le cadre du scénario RCP8.5

(ce scénario correspond à un réchauffement proche de +4 °C en 2100).



Les modèles climatiques nous aident à imaginer le monde futur

Pour un scénario futur donné, les modèles permettent de simuler la fréquence et l'intensité des canicules avec une probabilité d'apparition sur la période de temps étudiée (et non pas bien sûr la date précise à laquelle elles surviendraient). Le modèle Aladin de Météo France a été utilisé dans le cas du scénario RCP8.5 (Figure 5, p. 59). La Figure 6 présente pour la France métropolitaine l'ensemble des canicules pour trois périodes :

- ▀ la première (1981-2010) indique les caractéristiques des canicules « observées » (en gris) : 15 épisodes de durée moyenne 6 jours et de sévérité moyenne 4 ;
- ▀ les deux autres fenêtres concernent les canicules « simulées » sur 2021-2050, (en jaune) et sur 2071-2100, (en rouge). Sur la période 2021-2050, les canicules sont plus nombreuses (33 épisodes), de durée moyenne plus longue (9 jours) et plus sévères (indice 7). Pour les trois dernières décennies du XXI^e siècle, les canicules apparaissent sans mesure avec

celles du début du siècle (87 épisodes, durée moyenne 12 jours, sévérité 15) dépassant de très loin celle de 2003. Quel que soit le scénario futur, la température moyenne progressant, la fréquence et la sévérité des canicules ne peuvent qu'augmenter.

Conclusion

Les observations du climat passé nous montrent que le réchauffement moyen de la surface de la planète a été de + 1 °C depuis l'époque préindustrielle. Il a entraîné sur les dernières décennies des vagues de chaleurs plus intenses et plus fréquentes. Cette évolution va se poursuivre. Selon la capacité de notre civilisation à limiter les émissions de gaz à effet de serre, nous tendons vers un réchauffement moyen mondial de + 2 à + 5 °C pour la fin du XXI^e siècle par rapport à l'époque préindustrielle. **Même dans le cas le plus optimiste cette tendance se traduira inéluctablement par des canicules encore plus fréquentes et d'une sévérité inédite, auxquelles il faut se préparer. ■**

À retenir

Le réchauffement climatique d'environ 1,5 °C observé en France est causé par les émissions de gaz à effet de serre depuis le début de l'ère industrielle. Des canicules ou vagues de chaleur intense sont plus fréquentes depuis les années 1980. Dans le cas d'un scénario de réchauffement mondial de 2 à 4 °C, l'augmentation de leur fréquence et de leur intensité est une certitude.

Mots-clés : réchauffement climatique, canicules, fréquences.

Lire la suite de cet article, Conséquences pour la forêt et la gestion dans FE N° 249

La Recherche au service de la forêt future : l'exemple wallon !



Par Florence Allaer, CNPF-CRPF Normandie et Bruno Balligand, CNPF-CRPF Hauts de France

Fédérer les chercheurs et gestionnaires forestiers autour d'un programme dynamique depuis 20 années, la Wallonie l'a fait ! Les recherches réalisées par les universités wallonnes s'axent autour de thématiques souvent semblables en France. Une trilogie similaire et opérationnelle de type Recherche-Vulgarisation-Gestion pourrait servir les intérêts de la filière forestière française.

En Wallonie, un **Accord-cadre** lie depuis 20 ans, recherche, vulgarisation et gestion forestière. Les universités de Louvain-la-Neuve et de Liège (faculté de Gembloux Agro-Bio Tech), l'association de vulgarisation et de formation Forêt.Nature ainsi que le Département de la Nature et des Forêts (DNF), établissement public similaire à l'ONF, sont ainsi invités à travailler continuellement ensemble. Intégrer les nouvelles connaissances à la gestion des forêts est devenu urgent dans le contexte actuel où les événements climatiques exceptionnels et les problèmes sanitaires se multiplient. Cet accord répond à plusieurs enjeux : orienter les travaux de recherche à partir des préoccupations des gestionnaires, permettre un bon transfert des résultats de la recherche par le biais d'articles de vulgarisation et de formations, et enfin, mettre au point des outils techniques facilitant la gestion forestière.

Un bilan bénéfique des transferts

La journée de transfert **chercheurs-gestionnaires du 26 février 2019 organisée** à Namur, a conclu la période de 2014 à 2019 de l'Accord-cadre. La présentation des résultats des recherches wallonnes de ces 5 dernières années met en lumière les préoccupations et intérêts de nos voisins. Ce colloque s'est articulé autour de trois grands axes de recherches : gestion des risques et résilience, les nouveaux outils développés et la valorisation de la diversité des essences. Cet article, loin d'être exhaustif, tente de dresser un portrait des travaux présentés lors du colloque et d'établir des liens avec les recherches menées sur le territoire français. Il a été inspiré de la revue hors série n° 1 de Forêt.Nature téléchargeable gratuitement sur le site recherche.forestiere.be.

Figure 1 - Schéma du fonctionnement de l'Accord-cadre

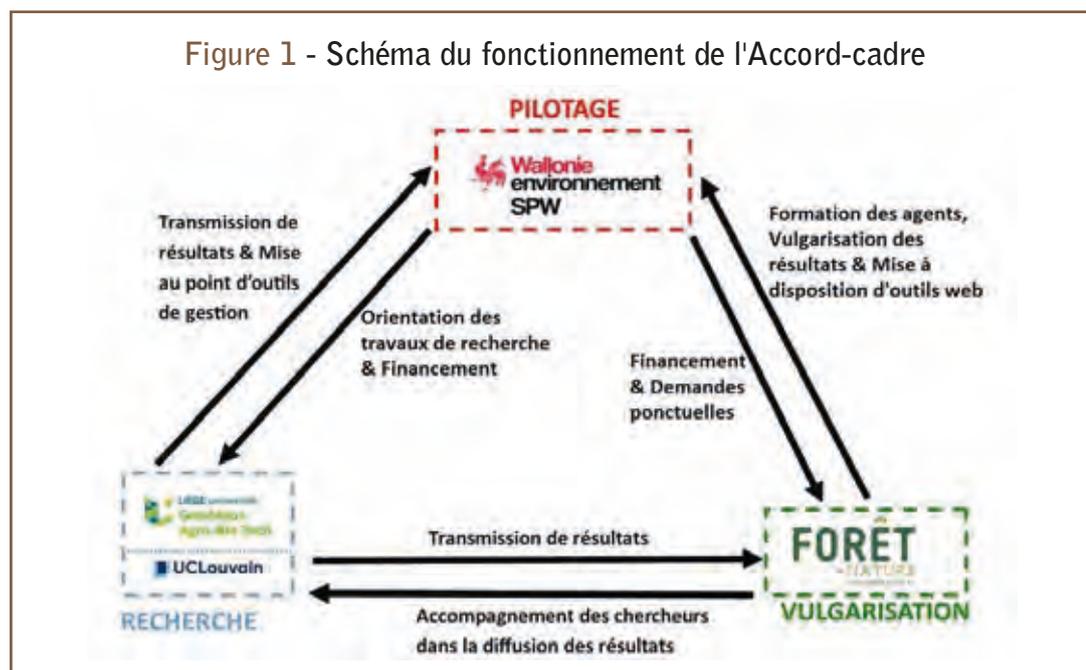
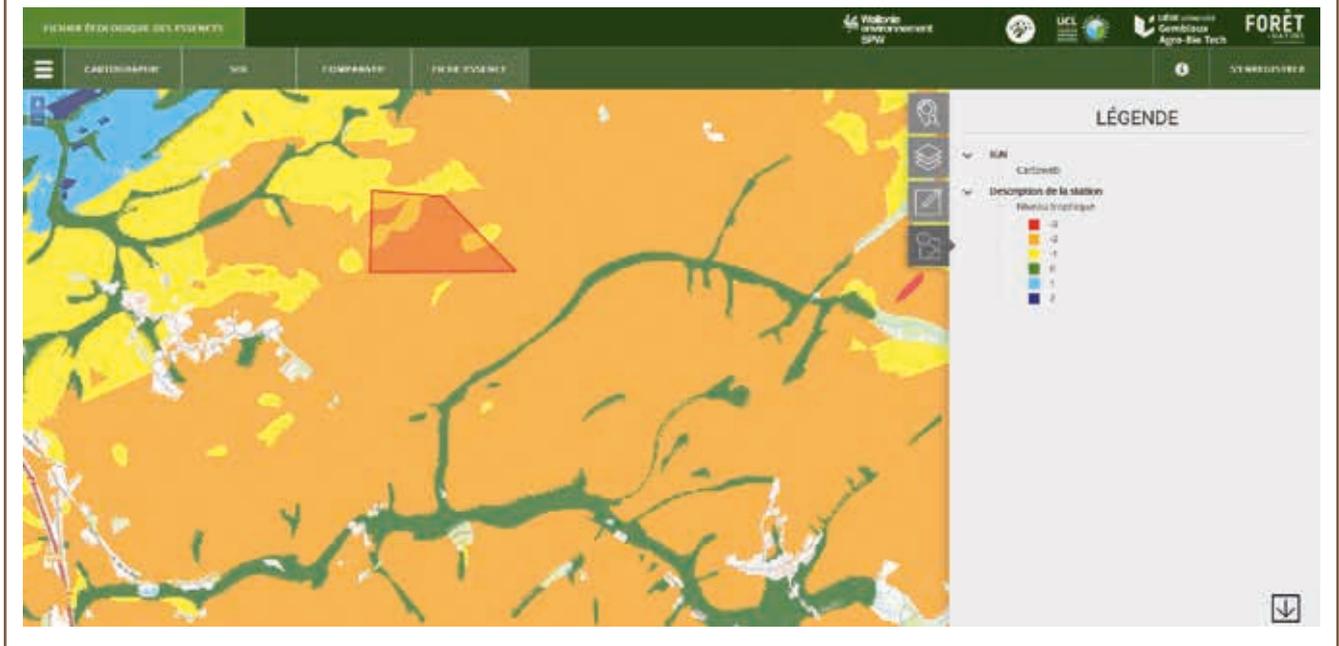


Figure 2 - Capture d'écran du fichier écologique des essences de Wallonie

(fond de carte: niveau trophique)



Une application du diagnostic stationnel

Lorsque les événements affaiblissant nos forêts apparaissent de manière imprévisible et produisent des effets qui le sont parfois tout autant, le gestionnaire peut diminuer les risques de dégâts et de mortalité en prenant toutes les précautions possibles au regard des connaissances existantes. La première chose à faire est d'installer des essences adaptées aux conditions climatiques et stationnelles des parcelles que l'on souhaite reboiser (ou boiser). Pour se faire, le nouveau fichier écologique des essences de Wallonie a été conçu et développé par Forêt.Nature. Il est disponible sous une forme inédite d'application web très aboutie sur fichierecologique.be.

Cet outil est une des plus belles réussites de l'Accord-cadre. Il facilite considérablement la prise de décision des gestionnaires wallons. Le fichier écologique des essences de Wallonie repose sur la combinaison de données climatiques, hydriques et trophiques. À partir des données de température et de précipitations recueillies entre 1986 et 2005 par l'Institut royal météorologique (IRM), d'indicateurs supplémentaires calculés sur des mailles de 500 X 500 m et des sensibilités climatiques des essences forestières de Wallonie, la région a été divisée en 10 zones bioclimatiques. Chaque essence se voit attribuer une valeur de compatibilité en fonction de la zone bioclimatique considérée. Concernant la station, le diagnostic est traditionnellement effectué

sur le terrain à la tarière pédologique et en observant la flore indicatrice. Néanmoins, à partir d'une base de données cartographique très conséquente contenant les paramètres nécessaires (topographie, carte des sols de haute précision,...), les niveaux hydriques et trophiques ont pu être modélisés en tout point du territoire wallon. Ainsi, à partir des contours de la parcelle forestière, le gestionnaire peut maintenant connaître et comparer les essences théoriquement adaptées au contexte climatique et stationnel depuis son bureau, grâce à l'application du fichier écologique des essences de Wallonie. S'agissant de modèles, la validation de ce diagnostic sur le terrain sera toujours indispensable. Le projet Prestation NO piloté par les CRPF de Normandie, Hauts-de-France et Île-de-France - Centre-Val-de-Loire poursuit les mêmes objectifs en y ajoutant la prise en compte du réchauffement climatique dans la sylviculture. En Normandie notamment, la pré-cartographie des stations reprend les contraintes probables des sols (niveau trophique, niveau de réserve en eau, niveau d'engorgement). Cette carte est complémentaire au nouveau guide de choix des essences¹.

Corrélation entre densité et dégâts de gibier

L'équilibre forêt-gibier, éternelle source de débat entre chasseurs et forestiers, compte parmi les facteurs de stress sur lesquels les gestionnaires peuvent intervenir. Il a été démontré en région wallonne que l'intensité des dégâts d'écorcement est principalement liée

¹ https://normandie.cnpf.fr/data/guide_complet_opt.pdf

à la densité de gibier, évaluée par le nombre de cerfs tirés ou trouvés morts / 1 000 ha. Après un hiver rude, les dégâts observés sont plus importants, car l'enneigement diminue les sources de nourriture du cerf. Il est intéressant de constater que la composition et la structure du peuplement ont moins d'impact sur l'écorcement que les deux variables citées précédemment. L'étude a été effectuée sur des données particulièrement exhaustives, couvrant une période de 2004 à 2016 à raison d'un point d'inventaire d'écorcement tous les 4 ha effectué deux fois par an, en été et en hiver. Dans certaines délégation territoriales du CNPF (notamment : Haut-de-France, Grand-Est, Normandie, Bretagne, Île-de-France-centre - Val de Loire, Aquitaine etc.), l'équilibre sylvo-cynégétique est également une thématique suivie d'années en années au moyen d'indice de consommation, mais aucun protocole unique n'est retenu. Chaque délégation applique sa propre méthode et les résultats sont communiqués aux DDT ainsi qu'aux fédérations départementales de chasseurs à titre indicatif.

Conception d'outils d'aide à la décision

En plus du fichier écologique des essences déjà évoqué, plusieurs **outils d'aide à la décision** ont été conçus par les chercheurs wallons. Parmi les outils présentés au colloque nous avons retenu :

- **Heterofor**, un simulateur de croissance de peuplements irréguliers mélangés en fonction de la sylviculture (dynamique ou laisser-faire) et de l'intensité du réchauffement climatique (+1 °C ou + 4 °C).
- **ForEstimator**, un *plugin*² QGIS³ développé à partir des données lidar permettant d'estimer facilement à 1 m près la hauteur dominante des peuplements d'épicéas et de douglas équiennes.
- **La cartographie des épicéas scolytés de Wallonie**, réalisée à partir d'images satellites hautes résolution (spot6 et Pléiades). Pour la création de cette carte, un indice d'activité photosynthétique (NDVI) au sein des peuplements d'épicéas a été calculé. Lorsque l'activité est bien inférieure à la normale, les épicéas peuvent être considérés comme scolytés ou dépérissants. Les points localisant les épicéas touchés sont disponibles sur le site scolytes.be. Les gestionnaires peuvent dès lors être alertés et prendre les mesures nécessaires afin de limiter les risques de prolifération.

Favoriser la diversité des essences

« Valoriser la diversité des essences », ce thème d'une importance capitale, comporte deux facettes : le besoin de mélanger les essences et trouver les espèces à favoriser pour leur capacité à faire face au réchauffement climatique. 70 % de la surface forestière wallonne est constituée de peuplements monospécifiques. Or, il est déconseillé de miser sur une seule essence pour de grandes surfaces. Lorsqu'on prévoit des mélanges, il est notamment intéressant de penser à la complémentarité des espèces. En effet, la compétition est parfois plus rude entre individus d'une même espèce qu'entre individus d'espèces différentes puisqu'ils exploitent exactement les mêmes ressources de la même manière. Bien évidemment, mélanger les essences à rythmes de croissance différenciés complique le travail du gestionnaire. À quel écartement faut-il planter ? Quand faut-il éclaircir ? À quelle intensité ?

Le chêne, essence feuillue la plus représentée en Wallonie est régulièrement associée à des feuillus précieux (érable, merisier, frêne, noyer, tilleul,...). Cela permet au propriétaire d'obtenir des revenus de coupe de bois après 60 ou 80 ans, bien avant la récolte des chênes. Néanmoins, il est nécessaire de veiller à ce que la compétition ne freine pas la croissance du chêne. Le pin sylvestre, fortement délaissé au profit d'essences résineuses plus productives ces dernières décennies en région wallonne, peut également incarner le rôle d'essence à croissance lente dans les peuplements mélangés. Il présente divers avantages dans le contexte wallon. Entre autres, il est capable de pousser sur terrain très secs ou très humides et son couvert léger est favorable au développement du sous-étage. Dans le but de diffuser des recommandations pour les peuplements mélangés contenant du chêne ou du pin sylvestre, les chercheurs demandent aux gestionnaires expérimentés de partager leur savoir-faire, afin de mettre en lumière les pratiques qui ont démontré leur efficacité. Le cas précis du pin sylvestre en mélange avec le hêtre a été étudié de près. Il semblerait que le mélange soit favorable pour le hêtre sur les sols à faible réserve en eau. Toutefois, que ce soit pour le hêtre ou le pin sylvestre, la résistance aux épisodes de sécheresse n'est pas significativement meilleure en mélange qu'en peuplement pur. Dans le même genre d'idées, le projet Adareex sur le chêne sessile à l'échelle métropolitaine, a permis de démontrer qu'une sylviculture plus dynamique permettait une

² Un plugin est un outil composé d'un ensemble de fichiers informatiques, pour installer des nouvelles fonctionnalités en marge d'un logiciel.

³ Logiciel de système d'information géographique.

Analyse d'une carotte de bois pour connaître l'âge d'un douglas.

Figure 3 - Dendrochronologie - étude de l'évolution de la largeur des cernes



S. Gaudin © CNPF

Bibliographie

CRPF Normandie, 2018. [Guide de choix des essences de Normandie](#), p. 195-204.

Forêt.Nature 2019. *La science au service de la forêt de demain*, Forêt.Nature : hors série n°1 lien: <https://www.foretwallonne.be/rechercheforestiere/images/telechargements/ForetNatureHS1-web.pdf>

Orazio, C. (2013), *Reinforce* : REsource INFrastructure for monitoring and adapting European atlantic FOrests under Changing climatE, lien: <http://www.iefc.net/newsite/sitereinforce/2013-brochure-en-francais/> <https://www.fichierecologique.be/> <https://www6.inra.fr/giscoop/Actions/En-cours/ADAREEX>

⁴Tarière creuse enfoncée par vissage dans le tronc d'un arbre pour en extraire des carottes permettant de compter les cernes annuels et ainsi d'évaluer son âge.

meilleure résistance, résilience et récupération suite à des épisodes de sécheresses intenses. Ce phénomène serait d'autant plus marqué sur des sites en zones climatiques sèches. L'étude de l'évolution de la largeur des cernes (dendrochronologie) d'espèces en arboretum permet d'évaluer la tolérance d'espèces exotiques aux événements extrêmes. Ces espèces représentent une opportunité d'augmenter le panel d'essences productrices de bois. Le sapin de Nordmann, le cyprès de Lawson et le thuya géant sont en cours d'étude. Des échantillons de 5 mm de diamètre sont prélevés en forant depuis l'écorce jusqu'à la moelle avec une tarière de Pressler⁴. Cette même discipline a été utilisée pour étudier la réaction d'espèces indigènes au réchauffement climatique. La France mise aussi sur les arboreta pour trouver de nouvelles espèces ou provenances à introduire. On peut citer à ce titre le projet européen *Reinforce* qui a mis en place un réseau de 38 arboreta identiques le

long de la côte atlantique, du sud du Portugal à l'Écosse ou Esperence qui valide des protocoles pour l'installation et le suivi d'essences adaptées (nouvelles ou migration assistée).

Cet état des lieux succinct des recherches wallonnes de ces 5 dernières années donne un aperçu de ce qu'une région peut réaliser lorsque les gestionnaires, vulgarisateurs et chercheurs sont encouragés à travailler ensemble de manière fréquente et approfondie. Trois pôles en contact continu à une petite échelle géographique, cela sert de moteur à la recherche forestière en Wallonie depuis 20 ans. Quelles dispositions pourrions-nous mettre en œuvre pour renforcer davantage les interactions entre recherche et gestion forestière en France ? S'inspirer de ce que font nos voisins pourrait peut-être générer une meilleure coordination et mutualisation des moyens pour un bénéfice commun. ■

À retenir

Ces 20 dernières années, un Accord-cadre alliant recherches, vulgarisation et gestion contribue grandement au développement forestier en Belgique. Les travaux de recherche sont orientés à partir des préoccupations des gestionnaires et aboutissent à la mise au point des outils techniques simplifiant la gestion forestière. Le transfert des résultats de la recherche est assuré par des articles de vulgarisation et des formations. Certaines de ces thématiques sont inédites dans leur domaine, d'autres sont également étudiées en France.

Mots-clés : recherche forestière, Belgique, colloque, Wallonie.

Ventes d'automne 2019

Région	Lieu de la vente	Dépt.	Date	Heure	Expert coordonnateur	Description de la vente
Nouvelle-Aquitaine	Poitiers	86	12/11	14 h 00	J.-F. de La Motte	Feuillus et résineux
	Labouheyre	40	14/11	09 h 30	G. Duclos	Résineux
	Ussel	19	5/12	09 h 30	S. Coudert	Résineux
Auvergne - Rhône-Alpes	Propières	69	20/09	09 h 00	J.-P. Leroy	Feuillus et résineux
	Riom	63	25/10	14 h 00	P. Fargevielle	Résineux et feuillus
Bourgogne Franche-Comté	Binges	21	10/09	15 h 00	T. Susse	Feuillus
	Simandre	71	24/9	09 h 30	F. Bachelet	Vente de chênes
	Aillant sur Tholon	89	14/10	14 h 30	S. Chaton	Vente de chênes
	Dijon	21	22/10	14 h 00	O. Pain	Toutes essences
	Vesoul	70	25/10	16 h 30	P. de Broissia	Feuillus et résineux
	Challuy	58	29/10		J.-L. Bartmann	Feuillus et résineux
	Poisson	71	30/10	08 h 45	B. Goutorbe	Toutes essences
	Saulieu	21	20/11		T. Susse	Résineux
	Simandre	71	19/11	09 h 30	F. Bachelet	Vente de peupliers
	Mervans	71	2/12	17 h 00	J. Tomasini	Feuillus
	Verosvres	70	6/12	09 h 00	J.-P. Leroy	Feuillus et résineux
	Salins les Bains	39	9/12	17 h 00	J. Tomasini	Feuillus
	Offemont	90	16/12	17 h 00	J. Tomasini	Feuillus
Bretagne	Iffendic (Rennes)	35	21/11	14 h 30	L. Le Mercier	Feuillus et résineux
Centre - Val de Loire	Villebarou	41	5/09	14 h 00	G. Cardot	Chêne uniquement
	Bourges	18	13/11	09 h 00	A. Janny	Feuillus - Bois d'œuvre
	La Croix en Touraine	37	20/11	14 h 30	E. Delaunay	Feuillus et résineux
Pays de La Loire	La Bussière	45	4/12	14 h 30	I. de Chasseval	Feuillus et résineux
	Solesmes	72	24/10	14 h 00	E. Lorne	Toutes essences
Occitanie	Solesmes	72	19/12	14 h 00	G. de Lavernée	Toutes essences
	Mazamet	81	21/11		F. Lejeuz	Résineux
Grand Est	Reims	51	10/9	14 h 30	L. Massy	Feuillus et résineux
	Bains les Bains	88	20/09	14 h 00	L. Chavane	Feuillus et résineux
	Nancy	54	10/10	14 h 30	A. Haaz	Résineux
	Cirey sur Vezouze	54	15/10	14 h 30	A. Haaz	Résineux
	Rolampont	52	17/10	14 h 00	A. Barthélémy	Feuillus sur pied et bord de route
	Gondrexange	57	21/10	15 h 00	E. de Turckheim	Grumes feuillus abattues débardées
Normandie	La Ferté Fresnel	61	5/11	14 h 00	Selvans Foret	Toutes essences
Hauts de France	Pierrefonds (Oise)	60	16/10	14 h 30	J.-M. Peneau	Toutes essences
	Hirson	2	10/12	14 h 00	L. Massy	Feuillus bord de route
	Wail	62	24/10		J.-M. Peneau	
Paris Île de France	Paris	75	23/11		P. Costaz	Feuillus et résineux
	Paris	75	23/11		Vasselot & du Cluzeau	Feuillus et résineux

CALENDRIER DES VENTES GROUPEES
organisées par Experts forestiers de France



Experts forestiers de France, 6 rue Chardin, Paris, 75016 - Tél : 01 40 50 87 34

Cahier de vente téléchargeable un mois avant la vente sur : www.foret-bois.com

EFF est une marque déposée, propriété de la CNIEFEB.

Cette association à vocation syndicale a pour principal objectif le développement du métier d'Expert forestier et d'Expert Bois.

Désormais, les Experts forestiers de la CNIEFEB communiqueront exclusivement à travers leur marque « EFF ».

FORESTER[®] BY ARYSTA

Insecticide forêt, plantations et bois abattus

A CHOISI **ADKALIS**

POUR SA DISTRIBUTION EN FRANCE

Entre les experts du bois et de la préservation, la forêt grandit !

Produit pour les professionnels : Utilisez les produits phytopharmaceutiques avec précaution. Avant toute utilisation, lisez l'étiquette et les informations concernant le produit. Avant toute utilisation, assurez-vous que celle-ci est indispensable. Privilégiez chaque fois que possible les méthodes alternatives et les produits présentant le risque le plus faible pour la santé humaine et animale et pour l'environnement, conformément aux principes de la protection intégrée. Consultez : <http://agriculture.gouv.fr/ECophyt> - Cyperméthrine 100 g/L (9,8% poids) - Emulsion de type aqueux (EW). AMM n°2080097 (Arysta LifeScience Benelux Sprl). ATTENTION. H302 : Nocif en cas d'ingestion. H317 : Peut provoquer une allergie cutanée. H410 : Très toxique pour les organismes aquatiques, entraîne des effets néfastes à long terme. EUH401 : Respecter les instructions d'utilisation pour éviter les risques pour la santé humaine et l'environnement.





ATTENTION



adkalis

CONTACT :

Tél. : +33 (0)5 64 31 06 85

Email : commandes-adkalis@berkem.com

www.adkalis.com



adkalis est une filiale du





Pourquoi choisir du plant en motte ?

Reprise garantie à 90%*

+

Adaptation aux changements climatiques

+

Sylviculture moderne et performante

**Capacité de production
+ de 20 millions de plants par an
Pins, Douglas, Chênes...**

*Après acceptation du contrat de fourniture et de garantie