

9,50 €

n° 253

Juillet-Août  
2020

# FORÊT

## entreprise

*La revue technique des forestiers*

Dossier :

# Sylviculture et usages du Douglas

Le GDF des Monts  
et Barrages

En Belgique,  
le projet Arboretum

Foreccast by  
Bioclimsol

  
**CNPF**  
Centre National  
de la Propriété Forestière

# STAGES IDF du 2<sup>e</sup> semestre 2020



Le service Formation de 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, nous nous engageons vers une amélioration continue de la qualité de nos stages.

**Nous mettons tout en œuvre pour vous accueillir dans nos prochaines formations dans les meilleures conditions. Leur tenue sera fonction de l'évolution du COVID-19.**

Gestion - Sylviculture				
Réussir ses plantations forestières *	Module 1* Bien préparer une plantation	A. Depaix et E. Ulrich, ONF ; J. Fiquepron, IDF	Nancy (54)	29 septembre - 2 octobre 3,5 jrs
	Module 2* Bien choisir et planter des plants de qualité	S. Girard, IDF ; J. Conche, ONF ; un pépiniériste reboiseur, un expert du Département santé des forêts	Peyrat-le-Château (87)	17 - 19 novembre - 3 jrs
	Module 3* Bien entretenir une plantation	A. Depaix, ONF ; J. Fiquepron, IDF	Nancy (54)	Reporté - 3 jrs
Sylviculture de quelques feuillus à croissance rapide		A. Depaix, ONF ; M. Baumeister, CRPF ; J. Becquey, IDF	Alsace	23 - 25 septembre - 2 ou 2,5 jrs à la carte
Usage du <i>Guide pratique de l'équilibre Forêt-Gibier</i>		P. Brossier, CRPF ; D. Pierrard, Ecole de Belval ; C. Launay, Domaine du Bois Landry	Champrond-en-Gâtine (28)	13 - 15 octobre - 2,5 jrs

\* Parcours de formation « Réussir ses plantations forestières » co-organisation IDF-Inra-ONF. Bien qu'il soit fortement recommandé de les suivre tous, chaque module peut être réalisé sur plusieurs années.

Diagnostic			
Diagnostic des sols et applications forestières	T. Brusten, IDF ; J.-M. Boissier, pédologue	Florac (48)	15 - 18 septembre - 3 jrs
Nouveau : Les enjeux de la santé des forêts	F.-X. Saintonge, DSF ; P. Riou-Nivert, IDF ; J. Rosa, CRPF	Orléans (45)	1 - 2 octobre - 2 jrs
Dégradation physique des sols forestiers : évaluation du risque et mesures d'aménagement	J. Fiquepron, IDF ; P. Ruch, FCBA	Charrey-sur-Saône (21)	4 - 5 novembre - 2 jrs
Diagnostiquer le dépérissement du chêne avec la méthode ARCHI	G. Sajdak, IDF ; B. Lacoste, CRPF	Normandie	2 - 3 décembre - 2 jrs

Droit et fiscalité			
Les projets carbone forestier en pratique	S. Martel et O. Gleizes, IDF ; T. Néquier, CRPF	Cussac (87)	16 - 17 septembre - 2 jrs
La fiscalité en forêt : mode d'emploi	L. Depeige, CNPF ; J. Hubelé, CRPF	Lempdes (63)	20 - 21 octobre - 2 jrs
Associations syndicales, ASGF et GIEEF : mode d'emploi	L. Depeige, CNPF ; M. Gizard, Avocat	Voiron (38)	4 - 5 novembre - 1,5 jrs
Constituer et gérer un groupement forestier	N. Rondeau, Fransylva ; A. de Lauriston, CRPF	Rennes (35)	1 <sup>er</sup> - 2 décembre - 2 jrs

Faune - Flore			
Les chiroptères et la gestion forestière	L. Tillon, ONF ; M. Lauer, CRPF	Rambouillet (78)	13 - 16 octobre - 3,5 jrs

N'hésitez pas à nous contacter.

Renseignements et inscriptions auprès de Christine Clément : 02 38 71 91 14 – [idf-formation@cnpf.fr](mailto:idf-formation@cnpf.fr)

**Retrouvez toutes les informations mises à jour sur notre site [www.foretpriveefrancaise.com](http://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**

Rédacteur  
**François Clauce**

Conception graphique  
Mise en page  
**Sophie Saint-Jore**

Responsable Édition-Diffusion  
**Christine Pompougnac**

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 2020**

**France : 50 € - étranger : 63 €**

**édité par le CNPF-IDF**

Commission paritaire des publications et  
agences de presse : n° 1024 T 08072

ISSN : 0752-5974

Siret : 180 092 355 004 52

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 : juillet - août 2020**



S. Gaudin © CNPF



Pour offrir des solutions aux propriétaires, le CNPF œuvre, aux côtés des professionnels de la filière, pour adapter la gestion des forêts aux dérèglements climatiques, en cours et à venir, ainsi qu'aux nouveaux marchés du bois. C'est pourquoi les personnels du CNPF se réunissent lors des Journées techniques interrégionales (JETI) pour échanger et discuter sur le terrain des dernières techniques développées dans ces domaines. Ce numéro vous rapporte l'essentiel du contenu des échanges qui ont eu lieu sur le Douglas, après ceux sur les chênes méditerranéens (Forêt-entreprise n° 251) et ceux sur l'équilibre sylvo-cynégétique (Forêt-entreprise n° 250).

L'engagement, la capacité d'innovation, les valeurs et les compétences des agents du CNPF sont des atouts que ces journées nationales permettent de transmettre aux nouvelles générations de techniciens et d'ingénieurs. Ainsi, le CNPF reste toujours aussi pertinent dans ses conseils aux forestiers et accompagne efficacement les évolutions des forêts privées. Vous en retrouverez l'illustration dans ce numéro de Forêt-entreprise avec :

- l'adaptation au changement climatique grâce à un outil numérique d'aide à la décision concernant la gestion et le choix des essences adaptées, « Foreccast by Bioclimsol » dont le programme a débuté voilà 10 ans ; la mobilisation des équipes des CRPF et de l'IDF porte aujourd'hui ses fruits,

- la réponse aux attentes socio-environnementales, notamment sur le Douglas dans le Morvan et le plateau de Millevaches ou comment améliorer le dialogue pour des solutions concertées,

- l'adaptation au contexte sanitaire avec l'organisation inédite d'un événement de restitution des connaissances en « WebTV », dont vous lirez les détails dans l'annonce du colloque Chalfrax.

Le CNPF se modernise, profitant des nouveaux outils numériques à sa disposition. Malgré la crise, l'ensemble du personnel a ainsi pu continuer son travail pour répondre aux nombreuses problématiques actuelles en forêt, dont les aspects sanitaires ne sont pas les moindres. Le CNPF continue ainsi, comme depuis près de 60 ans maintenant, d'innover pour promouvoir toujours mieux la gestion durable des forêts privées, la meilleure des réponses aux défis qui se présentent.

Claire Hubert, directrice générale du  
Centre national de la propriété forestière



© Yann Portejoie  
<https://www.yoannportejoie.com/>

Gros plan sur les cernes  
de bois de Douglas.

Numéro suivant N° 254  
Fiches itinéraires Douglas

ACTUS > 4

PHOTO À L'HONNEUR > 65

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

Renseignements sur : [www.foretpriveefrancaise.com](http://www.foretpriveefrancaise.com)  
 ↳ rubrique librairie ↳ les publications de l'IDF  
 ou par courriel : [idf-librairie@cnpf.fr](mailto:idf-librairie@cnpf.fr)

**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 €

De l'arbre à la planche Apport à la petite forêt nationale Douglas dans l'Allier changement climatique

Dossier  
 Connaître sa forêt : identifier les stations

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



Nicolas Dassonville © SFRB

## TÉMOIGNAGE > 6

La forêt de Poigny, propriété de  
Monsieur Daniel Schildge Xavier Jenner

## COLLOQUE > 10

Quelles forêts voulons-nous demain ?  
Retour sur le colloque organisé à Lille le 21 mars  
2019 - PARTIE 2 François-Xavier Valengin

## CHANGEMENT CLIMATIQUE > 54

**BIOCLIMSOL**

Une méthode innovante pour mieux  
analyser les risques dans un contexte  
de changement du climat Jean Lemaire

## SYLVICULTURE > 57

La forêt belge face aux changements  
climatiques, le projet Arboretums pour  
tester le matériel génétique de demain  
Nicolas Dassonville

## SYLVICULTURE > 61

Dans le Grand Est, un dispositif  
d'envergure pour tester  
les essences de demain Cyril Vitu

## CNPF > 63

Mise en commun d'un sécateur  
électrique au GDF des Monts et  
Barrages Pierre Beaudesson et Gérard Redon

# Dossier :

# Sylvicultures et usages du Douglas

- > 16 Sylvicultures et usages du Douglas  
Eric Sevrin
  
- > 18 France Douglas : l'outil qui fait avancer la filière Douglas depuis plus de 25 ans  
Jean-Philippe Bazot
  
- > 21 Le bois de Douglas : un potentiel à ne pas gâcher  
Emmanuel Defays
  
- > 28 Évaluation de plantations de Douglas réalisées avec différents types de plants  
Sabine Girard et Léa Veuillen
  
- > 32 Sylviculture du Douglas en cycle long  
Bruno Borde
  
- > 38 Simuler la croissance du Douglas en climat changeant  
Simon Martel

- > 42 L'engouement de la filière pour le Douglas dynamise les marchés  
Sébastien Chaton
  
- > 45 La fabrication de LAMIBOIS (LVL) en Douglas, une opportunité française  
Louis Denaud, Robert Collet et Remy Frayssinhes
  
- > 51 La gestion des douglasaies face aux demandes sociales et environnementales  
Exemples du Morvan et du Plateau de Millevaches  
Marion Bolac, Marie-Cécile Deconninck



B. Borde © CNPF



CHALFRAX – Web TV  
le 16 octobre 2020 - Save the date

### Chalfrax innove et s'adapte

Le projet Chalfrax doit restituer cette année le fruit de ses 5 années d'investigations sur la chalarose du frêne. Le Coronavirus responsable du Covid-19 a compromis la tenue du colloque initialement prévu le 16 septembre au Palais de Congrès de Dijon... Afin de tenir ses engagements, délivrer au plus large public le fruit de ses travaux et clôturer cette belle aventure à la hauteur de ses investissements, le partenariat du projet Chalfrax est heureux de vous convier à un nouvel événement :

Cette fois-ci, pas de masque ni de distanciation, mais un siège confortable et un écran...

**Rendez-vous le 16 octobre 2020 pour une émission de 2 H en WebTV... depuis chez vous...**

Au programme, des reportages et des interventions d'experts qui reviendront sur la crise de la chalarose du frêne et dévoileront la stratégie nationale portée par l'expertise Chalfrax. Ne manquez pas également les commentaires de nombreuses personnalités invitées sur le plateau qui débattront sur les grands défis de la forêt face aux crises sanitaires...

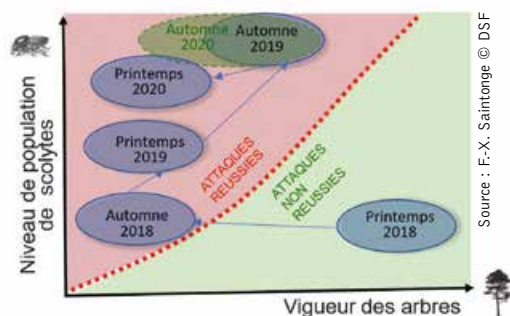
Plus d'informations prochainement sur : <https://chalfrax.cnpf.fr/>

### Crise scolytes, pas d'accalmie en 2020

L'année 2019 s'est terminée avec des populations de scolytes de l'épicéa très fortes et une pluviométrie importante depuis début octobre. L'hiver a de nouveau été caractérisé par des températures anormalement élevées. Mais c'est surtout le printemps, de nouveau, qui a généré un fort stress pour les épicéas et des conditions de développement optimales pour les scolytes : 2<sup>e</sup> printemps le plus chaud depuis le début des relevés météo à l'échelle nationale, sécheresse intense avec 45 jours sans précipitation notable.

La poursuite des dégâts attendue ne s'est pas fait attendre et il est probable qu'ils soient depuis le début de 2020 environ 30 % plus importants que ceux de la même période de 2019. Cette situation est comparable chez nos voisins wallons ou allemands par exemple.

Malgré une pluviométrie généralement plus importante en mai, ce qui a permis un petit rattrapage, le niveau de déficit hydrique des sols est toujours conséquent et des dégâts au moins égaux à ceux de 2019 sont donc attendus d'ici la fin 2020, d'autant que Météo France annonce de nouveau un été « probablement plus chaud que la normale ».



### Il est encore temps pour participer au concours Arbre de l'année 2020

Vous avez un arbre qui compte pour vous dans votre quotidien et vous souhaitez qu'il participe au concours *Arbre de l'année 2020* ? Rien de plus simple, déposez votre candidature sur le site : [www.arbrelannee.com](http://www.arbrelannee.com)



Le jury composé du magazine Terre Sauvage, de l'Office national des forêts, de l'association A.R.B.R.E.S, de la LPO et de l'Agence des espaces verts de la Région Ile-de-France sélectionnera les futurs candidats qui représenteront chaque région. Les arbres sélectionnés seront soumis aux votes du public ; celui qui recevra le plus de voix se verra attribuer le Prix du Public 2020.

**Vous avez jusqu'au 24 août pour déposer votre inscription.**

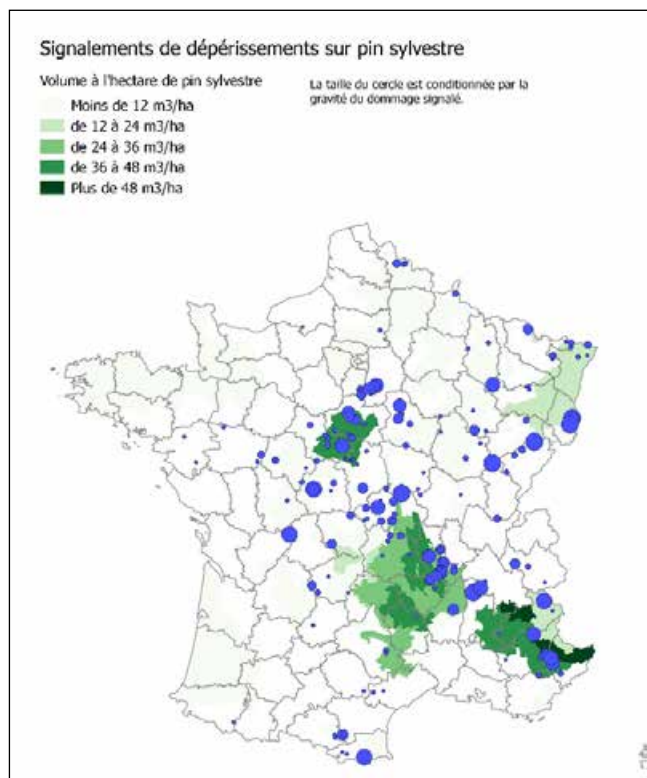
## Les dépérissements de pin sylvestre s'amplifient

Les dépérissements de pin sylvestre, connus depuis plusieurs années dans le sud-est de la France, connaissent une augmentation notable depuis le printemps 2019 et touchent de nouvelles régions françaises du centre de la France.

Ces dépérissements montrent que cette essence, que l'on croyait capable de supporter des sols variés et des conditions difficiles, est elle aussi exposée aux conséquences du changement climatique et que les sécheresses de ces dernières années en révèlent les limites stationnelles.

Les forestiers sont donc invités à observer attentivement l'état de santé de leurs pins sylvestres ces prochaines années et à être plus vigilants dans le choix des stations pour planter cette essence.

<https://agriculture.gouv.fr/les-deperissements-de-pins-sylvestres-se-multiplient-letat-sanitaire-du-pin-sylvestre-se-degrade>



## Dernière évaluation des ressources forestières mondiales (FRA2020) de la FAO


L'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) vient de publier les principaux résultats de l'Évaluation des ressources forestières mondiales 2020 (FRA 2020).

À sa lecture, on apprend de nombreuses choses intéressantes sur les forêts dans le monde et la place qu'y tiennent les forêts européennes :

- Un tiers de la surface terrestre mondiale est occupé par la forêt, soit 0,52 ha par habitant de la planète.
- L'Asie a enregistré la plus grande croissance nette de surface forestière (3,6 M d'ha depuis 2000), l'hémisphère sud présentant les pertes nettes les plus importantes (15 M d'ha depuis 2000),
- 90 % des forêts du monde sont régénérées naturellement et la part d'espèces introduites (non indigènes) dans les 10 % de forêts plantées représente 45 % (80 % en Europe),
- 54 % des surfaces forestières mondiales bénéficient d'un plan de gestion à long terme, ce taux est de 96 % pour l'Europe,
- La part de forêt privée à l'échelle mondiale est de 30 %, elle ne représente que 10 % en Europe,
- 45 % du stock de carbone forestier mondial se situe au niveau de la matière organique du sol, soit autant que la biomasse vivante.

**Vous trouverez de nombreuses informations complémentaires à l'adresse :**

<http://www.fao.org/3/CA8753FR/CA8753FR.pdf>



Organisme de formation continue situé sur le domaine de Crogny dédié aux **métiers de la forêt et du bois** avec plus de 34 ans d'expérience propose des formations modulaires, diplômantes et certifiantes du brevet professionnel à bac+2.

Nous proposons un parcours de formation spécialisé dans la **gestion forestière, l'exploitation et la valorisation des bois, la 1<sup>ère</sup> transformation, la commercialisation du bois, le conseil en agroforesterie et dans la trufficulture.**

**cfppadecrogny**

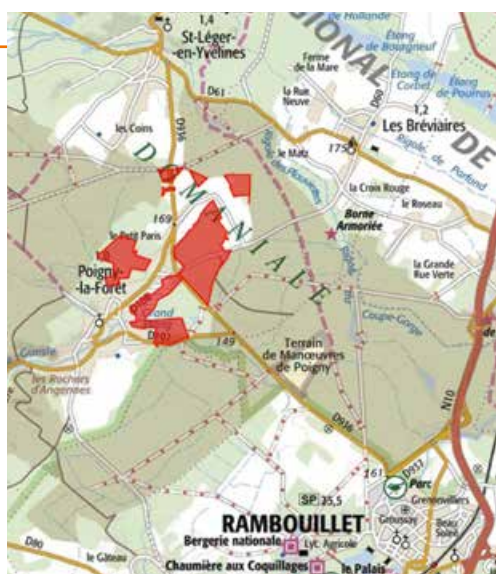
Renseignements au **CFPPA de Crogny - rue des Etangs**  
**10210 LES LOGES MARGUERON 03.25.43.75.73 [cfppa.crogny@educagri.fr](mailto:cfppa.crogny@educagri.fr)**

# La forêt de Poigny, propriété de Monsieur Daniel Schildge

 12 min

par Xavier Jenner, CNPF-CRPF Île-de-France - Centre-Val de Loire

*L'aventure commence au début du siècle dernier quand Charles Bianchini achète, pour y chasser, des terres et des bois. 500 ha en quelques lots sont ainsi regroupés à proximité d'une habitation appelée La Clairière (revendue depuis) à Poigny-la-Forêt, au cœur du massif de Rambouillet, à 60 km de Paris. Aujourd'hui, Daniel Schildge, de la quatrième génération, gère 300 ha répartis en deux entités familiales : un groupement forestier bénéficiant d'un quatrième plan simple de gestion et une société civile pour les pâtures de chevaux et de bovins. Les fermes ont été transformées en maisons habitées notamment par des sociétaires.*

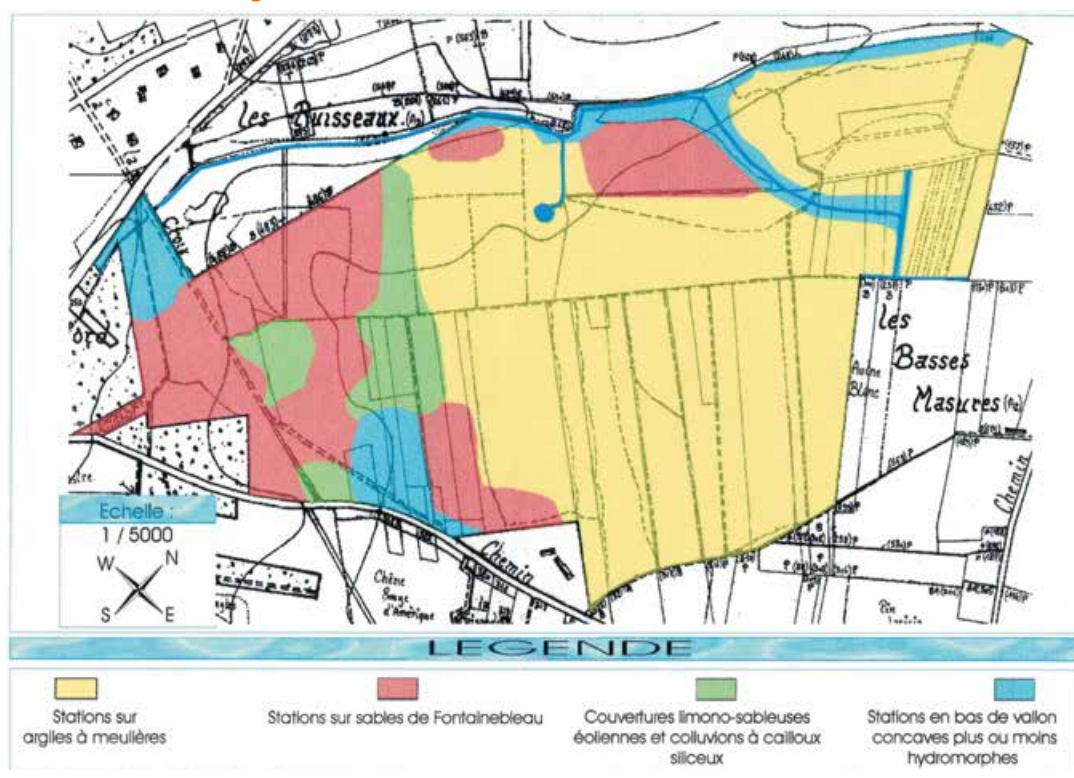


## Fiche d'identité de la forêt de Poigny

Localisée au Nord-nord-est de Poigny-la-Forêt et environnée de la forêt domaniale de Rambouillet, la forêt du groupement forestier, d'une superficie de 180 ha, est composée de trois massifs principaux : les Sablons, les Faîniers et les Coudraies, auxquels s'ajoutent, au Débouché, quelques parcelles boisées.

80 ha sont plantés de pins d'une cinquantaine d'années installés par Pierre Schildge, le père de Daniel, grâce à des prêts du fonds forestier national (FFN) et avec l'aide de son ouvrier. Le reste est en feuillus de qualité très moyenne.

Figure 1 - Carte de stations du massif des Faîniers







*Daniel Schildge et son fils dans une plantation de pins laricios de 2001.*

Daniel Schildge se définit comme campagnard. Il aime la terre, la propriété, les arbres. Il habite à 10 km de Poigny-la-Forêt, aux Mesnuls, commune dont il est maire-adjoint pour un quatrième mandat. Sortant d'une école de commerce, il a travaillé pour la communication nationale et internationale de Martini & Rossi pendant 23 ans, puis il a repris l'affaire familiale de gestion foncière et patrimoniale.

Il s'est formé d'abord en participant à toutes les réunions forestières organisées à l'époque par le CRPF et en suivant aussi deux sessions organisées par le syndicat pour ses administrateurs. CRPF et syndicat sont pour lui deux structures indispensables. Sa bonne capacité d'observation est venue compléter ses formations initiales.

Actuellement, Daniel est conseiller du CRPF et administrateur de Fransylva Île-de-France. Il participe régulièrement au comité de gestion patrimoniale de l'ONF pour la forêt de Rambouillet, comme représentant de la propriété forestière.

### **Quand et comment avez-vous pris en main la gestion de cette propriété ?**

Daniel Schildge : Voilà 25 ans que je m'occupe de la propriété. Cela a commencé lorsqu'en 1996, au décès de mon père et sans y avoir été initié, j'ai pris sa suite pratiquement du jour au lendemain. La gestion n'est le fait que d'un seul. Trois autres sociétaires, que je tiens informés, mes sœurs et mon frère, me laissent les coudées franches pour la gestion forestière et foncière. Un salarié travaille à mi-temps pour le groupement forestier. Il n'y a pas d'épargne, pas de redistribution, tout est consacré aux travaux tels que, comme dernièrement, ceux d'entretien de mares et fossés par arrachages et curages.

Les deux premiers plans simples de gestion ont été rédigés par mon père. J'ai rédigé les deux suivants. Je pense déjà au renouvellement du plan simple à faire en 2021. Mon ambition est de laisser à mon successeur un cinquième plan simple de gestion précis et fouillé. Il sera donc rédigé cette fois avec l'aide du professionnel expérimenté du secteur.

Le plan simple de gestion est indispensable pour connaître ses parcelles et agir avec précision. Cela ne doit pas être un document qui engage, mais qui donne une vision à long terme. Comme le temps passe vite, il ne doit pas être contraignant, mais souple. C'est un guide qui m'a permis de réaliser dans les règles de l'art tous les travaux de plantation, d'élagage, d'éclaircie, et d'aménagement de sorties et de places de dépôt.

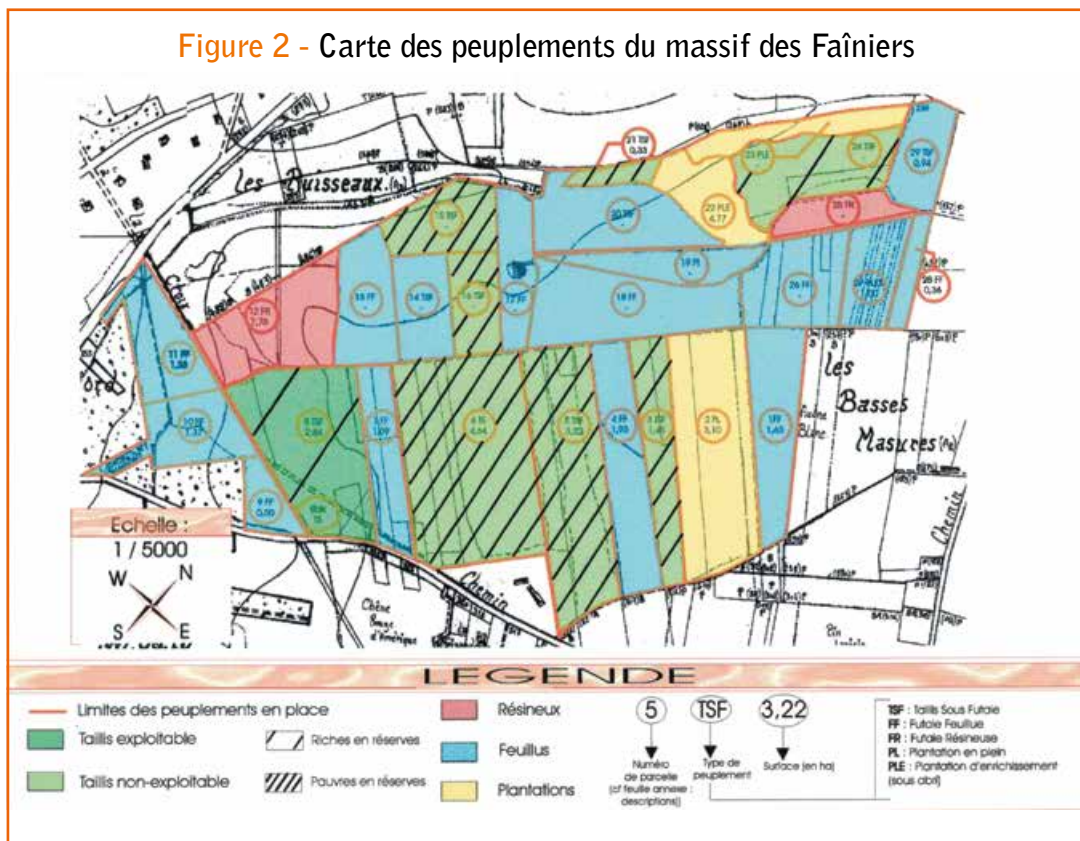
Mon salarié se donne beaucoup pour maintenir les accès en état, enlever les arbres tombés, broyer entre les lignes des nouvelles plan-

tations, dégager les sujets d'avenir. Il est bien équipé. Les travaux sylvicoles en revanche, plantations, défouillage et tailles, sont confiés à la coopérative.



*Chênes plantés en 2002.*

Figure 2 - Carte des peuplements du massif des Faïniers



### Quelles sont les principales caractéristiques, spécificités de votre forêt ?

D. S. : Les très belles futaies résineuses de pins sylvestre et laricio, très bien menées pour obtenir des fûts rectilignes, élagués à plus de 6 mètres et munies d'un certificat du CRPF (réalisé en 1997), donneront des produits de qualité. L'exploitation pourra être réalisée sans dégât par les layons ménagés jusqu'aux places de dépôt.

Une plantation de 2,4 ha de chêne rouvre, agrémentée de quelques chênes d'Amérique installés par semis direct, a demandé beaucoup de travail sur ses 21 lignes en grillagées. Un mauvais taillis a été abattu pour l'installer. Ce fut traumatisant pour le terrain qui a alors connu une remontée de nappe. Après 18 ans d'efforts, la plantation est maintenant bien partie et il est agréable de voir de beaux sujets. Mais cela serait impossible à généraliser.

### Quels sont selon vous les principaux enjeux liés à votre propriété ? Et comment y répondez-vous ?

D. S. : C'est tellement difficile d'acquérir une surface importante, c'est une chance d'avoir un tel domaine, je fais tout pour transmettre. Je respecte la nature en cherchant à bien faire le travail et en maintenant l'état tel que je l'ai reçu. Je considère l'engouement du retour à la nature face à la vie citadine. La nature est en effet à préserver absolument. Mon fils Arthur s'est installé récemment sur place. Mais il ne peut pas y avoir plusieurs gestionnaires. Avec l'âge se forge la raison qui permet de se garder de projets trop ambitieux et peu réalistes.

La nature est à respecter pour les balades et l'observation.

### Quelles sont les évolutions à 10 ans, à 50 ans, que vous envisagez pour votre forêt ?

D. S. : A l'époque (vers 1970) les parcelles ont été plantées de pins laricio et sylvestre. Les laricios surclassent les sylvestres d'origine contestable. Aurait-on mis la même chose aujourd'hui ? Ces dernières années, l'effort a porté sur l'entretien des plantations. Peut-être au prochain plan simple de gestion y aura-t-il une ou deux transformations de taillis pauvres. Une étude des sols a été réalisée par placettes par un stagiaire sur la base du catalogue des stations. La carte devra permettre de sélectionner les secteurs les plus propices et d'adapter finement le choix des essences à planter.

### Observez-vous déjà des impacts du changement climatique dans votre forêt ? Comment prenez-vous en compte ce changement climatique dans votre gestion ?

D. S. : La forêt a été touchée à 10% par la tempête de 1999 bousculant surtout les résineux. La réflexion pour adapter les boisements au changement climatique sera surtout développée par le prochain plan simple de gestion.

### Y a-t-il d'autres choses que vous voudriez partager avec les lecteurs de Forêt-entreprise ?

D. S. : Je ne suis pas chasseur, je délègue (loue) la chasse sans aucun souci. Il n'y a



*Eclaircie d'une futaie de pins sylvestres.*

pas trop de pression du gibier. J'ai interdit la chasse au plomb sur du petit gibier d'élevage. Il n'y a que du gros gibier dont la chasse en tirs fichants est bien maîtrisée, cerf, chevreuil, sanglier. Chaque année, tout est remis à plat, le chasseur me soumet le plan de chasse, je l'aide à stocker les miradors (ou chaises), des broussailles d'épines noires sont laissées pour les sangliers, des mares sont entretenues et les travaux forestiers ne se font pas en période de chasse.

J'aime que la propriété soit sans clôture ni panneau de propriété. Celle-ci est entourée par la domaniale, ce qui est intéressant pour la continuité de l'espace boisé, mais les promeneurs ne font pas la différence et se croient un peu chez eux notamment à l'époque des champignons. Je laisse les gens de Poigny. Un petit peu de vol de cueillette fait partie de la vie. Mais ce n'est pas acceptable dans le cas d'une organisation commerciale. Le ramassage des champignons correspond aussi au début de la chasse. Les chasseurs ont donc un peu de pédagogie à faire auprès des quelques promeneurs susceptibles de déranger le gibier. Les habitants du voisinage sont prévenus des jours de chasse et ne vont pas en forêt. En revanche, le passage de la chasse à courre est plus désagréable. Le maître d'équipage et le piqueux du rallye, locataires de parcelles de la forêt domaniale, sont parfaitement au courant des limites. Chaque année ils reçoivent, ainsi que la gendarmerie, un courrier à ce sujet. En effet, je ne souhaite pas que les chevaux et les chiens viennent déranger les animaux qui ont élu domicile dans les bois de la propriété et abîment les parcelles. Ceci dit, il n'y a pas de circulation de véhicule motorisé. ■



*Futaie de pins laricios de 50 ans bien conduite.*

#### Résumé

Au cœur du massif de Rambouillet, les 180 ha boisés du groupement forestier sont parfaitement menés, en particulier les plantations de pins réalisées il y a une cinquantaine d'années et qui donneront de très beaux produits faciles d'accès. Voici le récit de la vie d'une propriété. Qui sont ses propriétaires ? Comment sont établis les plans simples de gestion ? Quelle est la pratique de la sylviculture ? Quelles sont les rapports entretenus avec les promeneurs et les chasseurs ?

**Mots-clés :** Futaie de pins – Poigny-la-Forêt – Yvelines

# Quelles forêts voulons-nous demain ?

 20 min

Retour sur le colloque organisé à Lille le 21 mars 2019  
Partie 2

par François-Xavier Valengin, CNPF-CRPF Hauts-de-France



Les premières interventions du colloque « Quelles forêts voulons-nous demain ? » vous ont été présentées dans le précédent numéro de *Forêt entreprise*. Dans cette deuxième partie, vous découvrirez les autres interventions du colloque ainsi que les éléments à retenir de la table ronde qui a suivi.



## Table ronde et discussions

Animée par Denis Cheissoux, journaliste à Radio France, la table ronde a permis aux différents intervenants et participants de partager ou échanger des points de vue convergents ou divergents. Denis Cheissoux, est un journaliste et présentateur de radio français né à Bourg-la-Reine, spécialisé dans les questions d'environnement. Sur France Inter, il présente depuis 1988 *CO<sub>2</sub> mon amour*, émission de radio traitant des sujets de l'environnement. Il est nommé en 2006 et pour une durée de quatre ans, président de la commission spécialisée de terminologie et de néologie en matière d'environnement.

*La première question concernait la conciliation des fonctions productives, récréatives et de biodiversité des forêts.*



**Hervé Le Bouler** préfère le terme allier et non concilier : lorsque ça fonctionne, c'est qu'il y a une demande solvable. On a imaginé des plans vus « d'en haut ». Si l'on introduit l'obligation d'utiliser 4 à 5 % de bois dans la

construction, c'est beaucoup plus efficace pour mobiliser le bois issu de nos forêts. Il faut passer à un collectif qui ne soit pas un collectivisme. On est dans une économie de guerre mais il se passe des choses extraordinaires comme l'a montré le colloque sur la plantation organisé à Paris le 19 mars 2019.

*Denis Cheissoux interroge sur les moyens possibles pour motiver les propriétaires sur ces différentes fonctions.*



**Antoine d'Amécourt** répond que la multiplicité des propriétaires est elle-même source de biodiversité. On dispose d'une diversité de 136 essences forestières en France métropolitaine et on

n'en utilise qu'une quinzaine. Le regroupement des propriétaires est un vaste chantier pour lequel les organisations de la forêt privée se mobilisent, et qui doit permettre de mieux répondre aux différentes fonctions de la forêt. Le sujet de l'équilibre entre la forêt et le gibier est aussi fondamental mais Fransylva n'a pas toujours la même écoute que les chasseurs dont le lobby est plus puissant.



Moments conviviaux entre les interventions, propices aux échanges et à l'élargissement des réseaux.

Elise Speybroeck © Hout Info Bois



Les conférences se sont tenues dans l'hémicycle du Conseil régional des Hauts-de-France.



Elise Speybroeck © Hout Info Bois

**Pierre Martin**, de la Fédération interprofessionnelle belge de bois énergie (FEBHEL), présentait l'organisme pour le compte duquel il intervient et les enjeux du bois énergie dans le cadre de la transition bas-carbone et sa complémentarité avec la filière bois « matériaux ».



Les technologies liées au bois énergie ont connu un essor considérable en se concentrant jusqu'à présent sur la valorisation la plus performante possible du bois comme combustible. Grâce à ces progrès, les rendements des chaudières actuelles dépassent les 90 % et leurs émissions (particules fines) ont été nettement améliorées. Certes, il reste encore des efforts à développer sur le combustible bois : le séchage, la densification et l'homogénéisation du produit bois combustible constituent encore les étapes nécessaires pour atteindre un niveau de performance encore plus élevé. Mais le bois reste plébiscité comme source d'énergie renouvelable comme le prouvent les chiffres de ses utilisations dans le panel des énergies incontournables. En Europe, il représente plus de 50% de ces énergies. La filière bois-énergie valorise d'abord et avant tout les sous-produits générés par l'exploitation et la transformation du bois destiné à la filière matériaux. Par ailleurs, il est essentiel de favoriser le recyclage du bois tout au long du cycle de son utilisation pour

prolonger la séquestration du CO<sub>2</sub>, la combustion ne devant être que l'ultime étape lorsque toutes les voies possibles d'utilisation du matériau bois sont raisonnablement épuisées. Plus on utilise et valorise le bois localement, plus on disposera de volumes de sous-produits et produits connexes comme énergie renouvelable. Sur cette base, et dans le cadre d'une gestion durable des ressources forestières, l'uti-



lisation du bois comme énergie est neutre sur le plan des rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère. Sa substitution aux énergies comme le gaz et le charbon, ou celles issues du pétrole, évite de rejeter du gaz carbonique d'origine fossile s'accumulant dans l'atmosphère et accentuant l'effet de serre. La mise en place d'une tarification carbone dotée d'un niveau incitatif suffisant permettrait de favoriser le matériau bois et de générer des sous-produits, favorisant davantage le développement des énergies renouvelables et du bois énergie. Pierre Martin conclut avec le sentiment que le bois continuera d'exercer un rôle majeur dans les matériaux et les énergies renouvelables avec pour corollaire une pression soutenue sur la ressource locale. Pour y répondre, une gestion forestière adaptée et évolutive avec le contexte climatique supposera d'opter pour des parcours sylvicoles optimisés et dynamiques.

COLLOQUE

Pour retrouver l'ensemble des présentations : <https://www.forêt-pro-bos.eu/fr/publications/publication/72:colloque-international-lille-quelles-forets-voulons-nous-demain-presentations-des-intervenants>

**Hervé Le Bouler** pense qu'il faut s'appuyer sur les structures déjà existantes comme les PNR, les chartes de territoire, les communautés de communes, ... Il faudrait développer une cause nationale en créant une compétence forêt dans les collectivités territoriales : 1 animateur pour 10 000 hectares de forêt par exemple.



**Pascal Triboulot** indique que les majors du BTP ont un positionnement sur l'utilisation du bois et il rappelle que lors d'un récent colloque intitulé « Forêt et humains, une communauté de destins », différentes propositions ont été formulées dans le sens d'une valorisation des différentes fonctions de la forêt.

*Denis Cheissoux demande s'il existe un risque de mise sous cloche de la forêt ?*



**Christine Farcy** répond positivement et c'est pour elle un problème majeur. Elle pense que les professionnels de la forêt doivent se remettre en cause et mieux adapter leur communication aux attentes de la société.

**Pascal Triboulot** pense qu'il faut rattacher la forêt aux utilisations que l'on en fait et évoque notamment l'émotion que l'on peut aussi ressentir devant un beau bâtiment bois.



**Paul-Emmanuel Huet**, directeur exécutif de PEFC France insiste sur la nécessité de réunir l'ensemble de la filière et rejoint Pascal Triboulot sur l'importance de raccrocher les produits bois à la forêt.

*Denis Cheissoux lui demande alors comment se positionne PEFC suite au film « Le temps des forêts » ?*

**Paul-Emmanuel Huet** répond que la certification PEFC - en tant que gardien de l'équilibre forestier - promeut une vision multifon-

ctionnelle de la forêt. Au regard des évolutions sociétales et du réchauffement climatique, cet équilibre est bouleversé et plus que jamais difficile à atteindre. C'est le sens de la mission de PEFC qui, en tant que système d'amélioration continue, s'oblige à réviser ses exigences de gestion forestière tous les 5 ans afin de veiller à ce qu'elles soient toujours représentatives des enjeux d'aujourd'hui.

**Hervé Le Bouler** affirme qu'il faut que l'on soit « zéro défaut » car dans une cour d'école, on filme toujours le gamin.

*Denis Cheissoux demande s'il est possible de concilier production forestière et biodiversité ?*

**Geert Bruynseels** pense que c'est un challenge difficile, même si l'on évolue dans la bonne direction. Mais, on n'a cependant pas encore atteint le potentiel optimal de biodiversité.

*Pour terminer, Denis Cheissoux interroge les intervenants et participants sur les craintes et les espoirs pour l'avenir.*

**Antoine d'Amécourt** place les changements climatiques et les problèmes sanitaires dans les craintes les plus fortes. Mais comme la nature a horreur du vide, il est persuadé que la plantation d'essences diverses et variées en s'appuyant sur les résultats de la recherche forestière permettra de préparer la forêt de demain. Au sujet des plantations, il souligne que le président de la Fédération Nationale du Bois demande souvent aux forestiers de planter les essences demandées par les utilisateurs finaux, et rappelle que les forestiers travaillent sur des cycles longs, ce qui ne permet pas d'accéder à cette requête. On voit d'ailleurs les effets de la mode du merisier qui a engendré de nombreuses plantations dans les années 1980. Ces merisiers ne se vendent plus aujourd'hui.

**Pascal Triboulot** confirme que c'est effectivement à l'industrie de s'adapter, la recherche, la technologie et l'intelligence artificielle suscitent de grands espoirs comme il l'a énoncé dans son exposé.

**Pascal Triboulot**, professeur à l'Université de Lorraine et professeur associé à l'université du Québec, Directeur honoraire de l'Enstib à Epinal, lançait son intervention avec une citation de Léonard de Vinci :



« ne pas prévoir, c'est déjà gémir ». Au niveau mondial, et en tonnes, la production de bois arrive derrière le béton et à égalité avec l'acier.

Sur la filière forêt-bois, la France a produit pas moins de 250 rapports en 30 ans dont 50 depuis 2006, ce qui fait une moyenne d'un rapport tous les 2 mois et demi ! C'est l'illustration d'un enjeu stratégique. Le bois construction est le secteur où les perspectives de croissance sont les plus importantes pour la filière. Concernant la chimie issue du bois, le marché est émergent mais avec un chiffre d'affaires multiplié par 3 en 10 ans, son devenir est évident. En 1931, Egon Glesinger, fondateur du Comité international du Bois et auteur d'une thèse de doctorat, posait déjà la question du développement des utilisations du bois dans le monde. Son travail était celui d'un visionnaire. En 2013, le WWF a prédit le triplement de la consommation de bois dans le monde. D'ores et déjà, la consommation de panneaux a triplé en 40 ans dans le monde, pour les granulés, la production et la consommation ont été multipliées par 7 en 10 ans en France. Face à ces évolutions, il est donc fort probable que la demande en bois triple sur les 30 prochaines années. Le matériau bois est plébiscité par les français (sondage 2009) comme matériau d'avenir, solide, écologique et esthétique, surpassant sur bien des points les autres matériaux courants que sont l'acier, le béton, le PVC. Mais son coût est cependant estimé supérieur à ces mêmes matériaux et cet engouement ne résout pas l'impossible équation : « comment utiliser le bois sans couper d'arbres ? ». Cette aversion à la coupe d'arbres est ancienne et renvoi à l'élégie célèbre de Ronsard à l'encontre des bûcherons de la forêt de Gastine. Des exemples plus récents d'éco-guerriers et d'incendiaires de locaux forestiers montrent à quel point le débat s'est crispé aussi dans ce domaine. La production forestière ne doit pas oublier ou minimiser la multifonctionnalité des forêts. Chaque jour enregistre 227 000 nouveaux

consommateurs avec une population mondiale proche de 7,7 milliards d'habitants qui se concentrent en ville où la verticalité remplace l'étalement urbain comme l'illustre la construction de bâtiments toujours plus hauts, incluant un projet de tour en bois au Japon dont la hauteur atteindra 350 m et 70 étages. À travers ces chiffres de la population mondiale, il faut intégrer les réfugiés climatiques

qui étaient 32 millions en 2012 et dont on estime qu'ils seront environ 200 millions vers 2050. Pour ces populations principalement urbaines, la récolte du bois n'est plus cette évidence forgée dans la vie rurale d'avant la révolution industrielle, alors que le bois constitue réellement un matériau économe en énergie et au regard des rejets carbonés, son impact environnemental est positif puisqu'il stocke le CO<sub>2</sub> là où béton, ciment et acier rejettent respectivement 375, 2 500 et 5 000 kg par mètre cube de matière produite. C'est également le biomatériau le plus performant au monde. Le coefficient d'élancement (rapport entre le diamètre et la hauteur) se situe entre 10 et 50 pour la plupart des arbres. À titre de comparaison, ce coefficient est de 5 pour les tours urbaines les plus hautes construites à ce jour, ... L'avantage énorme du bois dans la construction est qu'il est utilisé en filière sèche. Cet argument est essentiel lorsque l'on sait que le manque d'eau douce conditionne déjà toute la géopolitique mondiale. On peut ajouter à cette analyse la ressource en sable de construction qui s'amenuise. Le bois offre la possibilité de faire plus avec moins. L'intelligence artificielle augmente chaque heure, davantage que lors des 90 dernières années. Les moyens de calculs sont exponentiels et permettent de produire aux coûts de la série des pièces unitaires. Avec cette évolution, on peut rêver et penser qu'à l'horizon 2040 et 2050, la construction bois sera réalisée par des usines robotisées associées ou non à des imprimantes 3D, le suivi étant assuré par des clients connectés, ou qui piloteront leur projet à distance. Et Pascal Triboulot de conclure : « la filière forêt-bois est l'une des meilleures illustrations de ce que doit être le développement durable, elle est une réponse aux enjeux climatiques et sociétaux ».





**Le Professeur Kris Verheyen** co-dirige le laboratoire Forêt et Nature (ForNaLab, UGent) qui compte une trentaine de personnes. Ce laboratoire gère 150 000 hectares de forêts dans les Flandres où le taux de boisement se situe à 11 %. La forêt y est assez jeune et subit une forte pression environnementale. La pollution est importante puisque l'on estime que les dépôts d'azote issus de l'agriculture et de l'industrie atteignent 25 kg/ha/an. Or, ces dépôts augmentent l'acidité des sols et impactent donc la biodiversité. La forêt est gérée de façon extensive pour favoriser la présence de bois plus gros dont dépendent de nombreuses espèces d'oiseaux et de champignons notamment. Les problèmes sanitaires qui affectent les essences forestières auront un impact sur la biodiversité. On sait par exemple que près de 70 espèces différentes sont inféodées au Frêne. Or, la Chalarose qui entraîne



dépérissement et mortalités de cette essence impactera sa biodiversité associée. Avec les changements climatiques, la fréquence et l'abondance des espèces méridionales et thermophiles augmentent. Malgré tout, on enregistre une tendance positive de la biodiversité en Flandres entre 2000 et 2019. La gestion forestière impacte la biodiversité et, de ce point de vue, la gestion en futaie

irrégulière est plus intéressante. En conclusion, et pour le cas de cette forêt, il n'y a pas d'antagonisme entre la gestion forestière et la biodiversité : une gestion adaptée, extensive qui maintient de gros arbres et des arbres morts et sénescents favorise la biodiversité. La gestion doit être réalisée sur de petites unités de surface et les réseaux écologiques intra-forestiers (mares, ruisseaux, habitats, ...) doivent être préservés. La gestion de forêts anciennes doit être aussi différenciée. La diversité des espèces augmente la biodiversité.



Office National des Forêts

**Sylvain Ducroux**, directeur territorial adjoint de l'ONF Seine-Nord, intervenait sur les évolutions récentes et les perspectives pour la gestion des forêts domaniales en Île-de-France : dans cette région très urbaine (18 % de la population française concentrée sur 1,9 % du territoire), la coupe d'arbres est un sujet très sensible en forêt publique qui occupe 6 % de la surface de la région avec un taux de boisement de 23 %. La fréquentation y est très forte puisque l'on y recense annuellement près de 80 millions de visites. Cette fréquentation est ancienne car elle apparaît au XIXe siècle parallèlement à l'émergence de la classe bourgeoise, du développement du chemin de fer et des courants artistiques associés. L'officialisation des séries artistiques en forêt domaniale de Fontainebleau date de 1861. Depuis cette date, 9 projets d'aménagements ont été programmés, 5 n'ont jamais été approuvés par



les autorités de tutelle et 3 seront modifiés ou rendus caducs avant échéance. On mesure donc la difficulté de vouloir gérer une telle forêt et cette crise permanente rencontre un regain de tension sur l'ensemble de la région depuis 2010 suite à la reprise de la gestion ordinaire après résorption des chablis de la tempête de 1999. L'abcès de fixation se situe au niveau des coupes rases (coupe définitive de régénération) qui

symbolisent pour les usagers une forêt transformée en usine à bois ! Il a donc été décidé en 2017 de généraliser le traitement irrégulier assurant une régénération diffuse et la récolte de gros bois. Seule exception : lorsqu'une crise sanitaire (phytophthora sur les taillis de châtaignier,...) oblige à transformer le peuplement. Ces choix de gestion supposent un effort conséquent de formation du personnel et posent également un problème dans des situations de déséquilibre forêt-gibier.





**Maxime Léonet**, bourgmestre de Daverdisse, commune de 1 400 habitants à 130 km de Bruxelles et **Corine Démotier-Aroq**, maire de Germaine, commune de 530 habitants située au cœur du Parc Naturel Régional de la Montagne de Reims se sont appuyés sur la communication pour favoriser la cohabitation entre les différents usagers du territoire.

**Maxime Léonet** : A Daverdisse, en Belgique, la forêt couvre 65 % de la surface communale avec une répartition feuillus-résineux respectivement de 70-30 %. La forêt est à la fois un héritage du passé, une source de revenus issus des ventes de bois, des locations de chasse mais est aussi concernée par le tourisme diffus et des activités sportives. La gestion forestière est critiquée au niveau de son impact visuel notamment du fait des surfaces coupées à blanc ; mais la remise en état des chemins pose aussi problème. La cohabitation entre les différents utilisateurs est aussi un souci, surtout au moment de la chasse. Les professionnels de la forêt sont généralement beaucoup plus tolérants que les usagers d'un jour. La commune multiplie les actions de communication à différents niveaux comme le site internet communal et le bulletin d'information, la mise en place de parcours didactiques, des rencontres entre le collège et le Département Nature et Forêt qui gère les surfaces forestières, des opérations de développement rural ainsi que la création d'une cellule d'appui à la petite forêt privée.

**Corine Démotier-Aroq** : En France, la commune de Germaine est également une commune forestière puisque le taux de boisement atteint 67 % avec surtout de la forêt privée majoritairement feuillus (70 %) et le reste en résineux. Le Parc Naturel Régional (PNR) de la Montagne de Reims a signé un partenariat avec l'ONF. Un accord a aussi été passé pour réaliser le balisage et l'entretien des circuits VTT. S'agissant des forêts privées, une sensibilisation en faveur de la biodiversité a été mise en place et un projet pilote créé pour développer les vieux bois sur une propriété. Des appels à projets sont en réflexion pour 2020 adossés à des incitations financières. La gestion des lisières forestières est à l'étude avec le diagnostic de leur état et de leur potentiel écologique, une sensibilisation pour inciter les propriétaires à mettre en place des lisières étagées et enfin, la création d'une zone pilote où sera mise en place une gestion efficace et l'analyse des freins et leviers qui en découlent.

### Résumé

Quelles forêts voulons-nous demain ? Tel était le titre du colloque organisé le 21 mars dernier 2019 à Lille par les partenaires du projet Interreg Forêt Pro Bos. Partant du constat paradoxal d'un matériau incontournable pour la transition écologique à venir et d'une opposition de plus en plus vive de l'opinion publique pour la coupe des arbres, les conférenciers de France et de Belgique ont débattu de l'importance de reconnecter le matériau bois des forêts dont il est issu, d'adapter encore davantage la gestion forestière aux attentes de la société en matière environnementale et de la nécessité d'accompagner l'opinion publique dans sa perception des coupes en forêt.

**Mots-clés** : Sociologie, opinion publique, gestion forestière, coupe rase, colloque.



1

# Sylvicultures et usages du Douglas

 7 min

par Eric Sevrin, CNPF-IDF

L'objectif des journées d'étude technique d'échanges interrégionales (JETI) vous a été dévoilé dans le n° 251 de votre revue préférée, Forêt-entreprise : il s'agit d'avoir des échanges approfondis entre les CRPF et l'IDF sur des thèmes majeurs au sein de l'établissement. 2019 a été l'occasion de tester la formule dans 3 régions. 2 d'entre elles ont déjà été restituées : les chênes méditerranéens (FE n° 251) et l'équilibre sylvo-cynégétique, couplée avec la réunion des groupes de progrès (FE n° 250). Ce dossier vous rend compte des différentes interventions qui ont animé nos débats au cours du JETI Douglas. Remarquablement organisé dans le Morvan par le CRPF Bourgogne Franche-Comté sous la conduite de B. Borde, il a été l'occasion de nombreux échanges qui éclairent notre vision à long terme.

## Une organisation hors pair

Le Douglas, une essence qui est sous les feux de l'actualité à bien des égards, bénéficie de nombreux atouts. La filière s'est fédérée autour

de l'association interprofessionnelle France Douglas voilà déjà 27 ans ! Un gros travail y a été réalisé dans de nombreux domaines (recherche, veille, communication et information) ce qui contribue fortement à la valorisation du Douglas au sein mais aussi à l'extérieur de la filière. S. Pédrone nous livre les prévisions d'approvisionnement pour les années futures et l'importance du renouvellement pour limiter la diminution de la ressource prévue à partir de 2040. Ce renouvellement doit se faire avec du matériel de qualité et adapté aux conditions climatiques. Les travaux sur les vergers à graines du futur sont essentiels dans la réussite de son renouvellement.

Pour prolonger le débat sur le matériel de renouvellement, S. Girard présente les résultats d'une étude commanditée par le ministère sur l'utilisation et la possibilité d'obtenir une aide publique pour les plants en petits godets. Après un travail minutieux d'observation sur des plantations récentes, le verdict est tombé...

## Sommaire

18 France Douglas : l'outil qui fait avancer la filière Douglas depuis plus de 25 ans

21 Le bois de Douglas : un potentiel à ne pas gâcher

28 Évaluation de plantations de Douglas réalisées avec différents types de plants

32 Sylviculture du Douglas en cycle long

38 Simuler la croissance du Douglas en climat changeant

42 L'engouement de la filière pour le Douglas dynamise les marchés

45 La fabrication de LAMIBOIS (LVL) en Douglas, une opportunité française

51 La gestion des douglasaies face aux demandes sociales et environnementales



Bruno Borde,  
ingénieur au CNPF-  
CRPF Bourgogne-  
Franche-Comté.



Eric Sevrin,  
directeur de  
l'Institut pour le  
développement  
forestier.

*Photo 1 :  
Journées d'études  
techniques interrégionales  
sur le Douglas.*

S. Gaudin © CNPF



En savoir <sup>+</sup>

<https://nouvelle-aquitaine.cnpf.fr/n/le-douglas/n:2408>

<https://bourgognefranche-comte.cnpf.fr/n/sylviculture-du-douglas/n:2793>



<https://www.youtube.com/watch?v=6VjxDJ3zORQ>

<https://youtu.be/x5u2n4s--iY>

<https://www.youtube.com/watch?v=44o0HpyJoUk>

## Un bois de qualité à valoriser au mieux et qui se vend bien

Une fois mis sur le marché, les grumes se vendent de mieux en mieux. L'analyse de S. Chaton montre bien la concurrence croissante sur les lots car les débouchés augmentent. La nouveauté vient de la forte augmentation du prix des gros bois. Cela entre en résonance avec les propos d'E. Defays sur la qualité et les débouchés du bois de Douglas qui ouvrent de nouvelles perspectives de gestion. Son analyse, réalisée avec humour, mérite le détour.

Il faut produire des bois qui répondent aux demandes du marché (canter), mais nous allons devoir nous singulariser de nos concurrents par la production de produits atypiques de grande qualité. La demande en gros bois augmente et il faut pouvoir saisir l'opportunité. Mais, qui dit gros bois de qualité, dit croissance lente au cours des 20 premières années, élagage sur une hauteur importante et gestion plus dynamique par la suite. Cette demande en gros progresse du fait de leur qualité supérieure à celle des générations précédentes, qui présentait des arbres non élagués et avec des très grosses branches de bas en haut. Pour répondre à cette problématique importante, l'ENSAM de Cluny travaille à la valorisation de bois de qualité secondaire et a étudié l'opportunité de réaliser des produits utilisables principalement dans la construction.

## Des conséquences pour la gestion

Le Douglas est une essence à croissance rapide. La modernisation des industriels et les conseils avisés d'E. Defays nous permettent d'esquisser différents modes de gestion. Nous conservons le suspense et vous découvrirez dans le prochain numéro une proposition d'itinéraires sylvicoles. Mais nous souhaitons vous proposer un avant-goût par une technique présentée au cours des JETI par B. Borde. Elle répond à la fois à la demande de bois moyens et favorise la croissance des plus beaux sujets pour produire des gros bois. Par ailleurs, la modélisation nous donne des pistes sur ce qui va se passer sur un territoire en fonction du changement climatique.

Le projet forêt 21 utilise un modèle développé par INRAe. Il analyse la séquestration du carbone et montre les limites des courtes rotations dans l'atténuation du climat. Il indique aussi les impacts sur la croissance en fonction du scénario sylvicole et les effets de compensation possible du CO<sub>2</sub>.

Le tout dans un « climat » parfois tendu...

Le Douglas ne fait pas l'unanimité et de fortes tensions se sont fait jour dans certains massifs. Les expériences du Morvan et du plateau de Millevaches, analysées par des personnels du CNPF, nous montrent l'importance d'un dialogue local mais aussi de l'intérêt d'avoir plusieurs modes de gestion dans sa besace. Bonne lecture. ■

# France Douglas : l'outil qui fait avancer la filière Douglas depuis plus de 25 ans



par Jean-Philippe Bazot, France Douglas

*France Douglas est une association interprofessionnelle créée en novembre 1993 à l'initiative des responsables professionnels de la forêt et du sciage des principales régions productrices. Elle a pour but d'assurer, avec toute la cohérence nécessaire, la promotion du Douglas. L'association conduit des actions de recherche, de veille normative et réglementaire, de communication ou d'animation, utiles à l'émergence d'une filière d'excellence, en vue de valoriser durablement la ressource française de Douglas.*

## Un point sur la ressource en Douglas

### Synthèse de l'étude de ressource 2018 – France Douglas/FCBA

Avec 420 000 ha de peuplements, la France reste le plus grand massif forestier de Douglas en Europe. Il y est la deuxième essence plantée. Pour autant, depuis la précédente étude de 2012 (données d'inventaire 2008 en année moyenne), la surface totale est restée relativement stable. Le volume total sur pied est estimé à 119 millions de m<sup>3</sup> (+21 Mm<sup>3</sup> par rapport à 2012) et la production biologique à 5,5

millions de m<sup>3</sup> par an. Le volume sur pied a donc fortement augmenté par suite du vieillissement et de la capitalisation du bois dans les peuplements ; la production biologique est plus stable car la surface des peuplements a peu évolué.

4 grandes régions françaises se distinguent, concentrant à elles seules plus des ¾ de la surface et du stock sur pied.

Ce sont dans l'ordre ;

- Auvergne-Rhône-Alpes,
- Nouvelle Aquitaine,
- Bourgogne-Franche-Comté,
- Occitanie.

## Adhérez à France Douglas !

Votre adhésion permet à l'association de mener à bien ses missions dans plusieurs domaines stratégiques tels que :

- les travaux de normalisation,
- la caractérisation du matériau et la qualification de produits pour la construction,
- le développement d'outils techniques et de communication collectifs (FDES<sup>1</sup>, attestations environnementales et sanitaires, offre-produits qualifiée et standardisée, rapports d'essais techniques...),
- les actions de prescription et d'appui technique,
- Les programmes et travaux d'innovation nécessaires au renouvellement des peuplements de Douglas (voir article).

Votre adhésion constitue le premier acte d'engagement pour participer au développement d'une filière française, qui affirme chaque année davantage son potentiel économique, social et environnemental.

Nous comptons sur vous.

**+ d'info : [contact@france-douglas.com](mailto:contact@france-douglas.com) /05 87 50 42 19  
ou [france-douglas.com](http://france-douglas.com), partie Association > Adhésion**

<sup>1</sup> FDES : Fiche de déclaration environnementale et sanitaire

Figure 1 - Projection à 20 ans de la production de sciage (en m<sup>3</sup>)

Source : FCBA-France Douglas 2018

Si la récolte de bois d'œuvre a progressé de façon notable au cours des dernières années pour atteindre 3 millions de m<sup>3</sup> en 2018 (Agreste), le massif français exprimera la plénitude de ses potentialités à partir de 2035. Il sera alors en mesure de produire plus de 6 millions de m<sup>3</sup> de bois ronds chaque année, soit plus de 30 % de la production résineuse nationale. Aussi encourageants que soient ces chiffres, ils ne doivent pas faire oublier que l'effort de plantation est en nette diminution depuis 30 ans, laissant augurer une baisse de la disponibilité en ressource après 2040. Or, pour assurer la pérennité des investissements industriels, qui s'amortissent sur plusieurs décennies, il est nécessaire de mettre en place de vrais moyens collectifs d'actions pour accélérer le reboisement et pour innover sur tous les plans.

### Innover pour le renouvellement des forêts de Douglas : zoom sur 4 actions accompagnées par l'association.

#### • Douglas Avenir : améliorer la génétique des plants

Les variétés actuelles de Douglas utilisées en France sont issues de vergers vieillissants, mis en place entre 1978 et 1989. L'objectif du programme Douglas Avenir est de renouveler ces vergers pour entretenir la faculté de production du massif en cohérence avec les besoins actuels et pressentis de la filière. Le programme repose sur 1 000 identifiants génétiques (descendances et provenances) représentatifs de l'aire d'origine du Douglas, installés sur 200 ha d'essais (environ 200 000 arbres). L'implica-

tion de France Douglas a permis de solliciter l'ensemble des acteurs de la filière pour qu'ils se prononcent sur leurs attentes en matière d'amélioration génétique et de création variétale : ces dernières reposent sur des variétés équilibrées du point de vue productif, qualité et risques, pas nécessairement plus productives mais avec un effort sur la forme et sur la prise en compte des risques climatiques et biotiques. En réponse, FCBA, INRA et ONF proposent une sélection de 330 arbres : 130 descendances du Washington, 39 de l'Oregon et 68 de Californie (4 individus maximum par descendance). Cette sélection compose la population d'amélioration – au sein de laquelle les arbres sont sélectionnés pour créer des variétés – et a été multipliée au PNRGF<sup>1</sup> de Peyrat-le-Château pour produire plus de 12 000 greffes à destination de :

- 3 tests clonaux pour continuer l'évaluation et proposer du gain génétique régulier dans les variétés ;
- 2 parcs à clones pour conserver et multiplier les sélections ;
- 2 vergers à graines qui seront plantés en 2020 et 2021.

#### • Douglas du plant à l'arbre : maintenir la capacité productive des forêts

L'objectif du projet « Douglas : du plant à l'arbre ! » (consortium : GCF, AFB, CFBL, COFORET, Forêt & Bois de l'Est et UNISYLVA, FORELITE, Pépinière Haut Limousin, FCBA) est d'innover dans les étapes-clés du renouvellement des forêts de Douglas et dans leur enchaînement. Le projet innove ainsi de la production du plant (godet et racines nues) jusqu'à l'entretien de l'arbre en place (dégä-

<sup>1</sup> Pôle national de ressources génétiques forestières



**La France est le premier pays producteur de Douglas en Europe avec 420 000 ha de peuplements : moins de 3 % de la surface forestière qui permettent la production de 15 % des sciages (plus de 30 % dès 2035).**

gement, élagage) en passant par la logistique pépinière-chantier, la préparation du sol, la plantation, le bio-contrôle de l'hylobe et l'évaluation de la qualité des plants.

Le Douglas, bien que fortement planté depuis longtemps, ne bénéficie pas du même niveau technologique dans les pratiques de régénération que d'autres espèces (comme le pin dans les Landes). Les conditions de production sont également plus complexes que celles des bois blancs scandinaves (terrains en pente, végétation concurrente dynamique, propriété morcelée...), il est donc nécessaire d'innover en continu pour optimiser la chaîne de valeur et gagner en compétitivité et qualité sur cette matière première.

**• Plantons pour l'avenir :  
une initiative innovante pour  
le financement de la plantation**

« Plantons pour l'avenir » est un fonds de dotation ambitieux et innovant, créé pour répondre concrètement aux enjeux actuels et futurs du reboisement en France grâce au mécénat. Depuis sa création en 2014, le fonds a permis, avec le soutien de plus de 140 entreprises mécènes, de récolter 3,7 millions d'euros pour reboiser 1 460 hectares de forêts sur toute la France. L'initiative est portée par des professionnels du reboisement et s'appuie sur les compétences d'acteurs impliqués au quotidien dans la gestion durable des forêts (coopératives forestières, gestionnaires forestiers professionnels, experts forestiers, pépiniéristes,

entreprises de travaux forestiers, organismes de recherche, organisations professionnelles de la forêt et du bois...), garantissant la pertinence des projets financés à l'échelle de la filière forêt-bois. Depuis l'été 2018, France Douglas a rejoint le Conseil d'Administration de Plantons pour l'avenir<sup>2</sup>, convaincue de l'intérêt du fonds pour assurer l'avenir des forêts et de la filière bois.

**• Des recommandations sylvicoles pour  
la production de bois d'œuvre**

En parallèle du renouvellement forestier, se joue un enjeu tout aussi important à plus court terme : l'adéquation entre l'offre de bois ronds et les contraintes techniques des marchés. Pour absorber les volumes de Douglas attendus ces prochaines années, la filière doit être capable de répondre aux exigences techniques des utilisateurs, tout en affirmant sa compétitivité par rapport aux autres matériaux. Cette démarche suppose une harmonisation accrue de la chaîne de production, de la grume au produit fini. C'est à ce titre que le conseil d'administration de France Douglas, représentatif de l'ensemble des acteurs de la filière, avait rédigé en 2015 des recommandations sylvicoles pour la production de bois d'œuvre. Depuis 2018, ces recommandations ont pris la forme d'un cahier technique de 12 pages largement distribué auprès des gestionnaires publics/privés et sylviculteurs, et accessible dans la médiathèque de [france-douglas.com](http://france-douglas.com) ■

<sup>2</sup> [www.plantonspourlavenir.fr](http://www.plantonspourlavenir.fr)

# Le bois de Douglas : un potentiel à ne pas gâcher

 30 min

par Emmanuel Defays, Directeur général de l'Office économique wallon du bois

*Cet article a pour objectif de convaincre le gestionnaire forestier que les résineux produits en France ou en Belgique doivent sortir du créneau de la charpente de moyenne qualité. Et le Douglas offre de ce point de vue des possibilités éminemment intéressantes...*



## Une production exposée à la guerre commerciale

En Belgique, il est de coutume de dire, à propos des sciages résineux, que « les prix sont faits à Anvers ». En d'autres termes, les scieurs de résineux belges alignent leurs prix sur ceux des sciages d'importation, scandinaves essentiellement, mais aussi canadiens et russes<sup>1</sup>. Ils n'ont guère d'autre choix. C'est la dure loi du plus fort !

Et la force des Scandinaves vient d'abord de leur puissance de production. La Suède et la Finlande cumulent, à elles seules, plus de 40 millions d'hectares de résineux<sup>2</sup> ! Face à de telles superficies, les 200 000 hectares de résineux wallons peuvent faire sourire. Mais la France, avec un peu plus de 3 millions d'ha, n'est pas non plus, loin s'en faut, en position de force. Si les Scandinaves décident d'inonder le marché avec des sciages à faibles prix<sup>3</sup>, c'est l'ensemble des autres scieurs (et donc producteurs) de résineux européens qu'ils

placent dans une situation inconfortable, pour autant bien sûr que ces scieurs soient actifs dans le même créneau, c'est-à-dire celui de la charpente de qualité moyenne (ce que les professionnels désignaient auparavant par les « 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> Nord », ou les sciages appartenant maintenant aux classes de résistance mécanique C18 à C24<sup>4</sup>).

Au-delà des quantités disponibles, les bois du Nord tiennent aussi leur force d'un outil de transformation, d'une logistique et de circuits commerciaux parfaitement huilés. Sans une filière fonctionnelle et organisée, les surfaces forestières ne signifient pas grand-chose. C'est la raison pour laquelle la Russie, malgré un potentiel productif sans commune mesure avec quelque autre pays que ce soit, n'était jusqu'il y a peu que rarement perçue comme une menace.

Mais attention ! Les choses sont en train de changer...

<sup>1</sup> Un surcoût peut être toléré pour les sciages belges compte tenu des possibilités offertes en termes de délais, de quantités et de dimensions.

<sup>2</sup> Essentiellement de l'épicéa (le « sapin blanc du Nord ») et du pin sylvestre (le « sapin rouge du Nord »). En résineux, le volume de grumes de sciage produit annuellement par les deux pays est de l'ordre de 62 millions de m<sup>3</sup>.

<sup>3</sup> Ce que les accroissements du cours de la pâte à papier, donc de la valeur des connexes, peuvent leur permettre.

<sup>4</sup> Ceci ne signifie pas, que les 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> Nord n'étaient constitués que de C18 et C24. Aucune correspondance formelle ne peut être établie entre un classement d'aspect, dont les critères n'ont pas nécessairement de liens avec le comportement mécanique, et un classement pour un usage en structure.



*La France, avec un peu plus de 3 millions d'ha de Douglas, n'est pas non plus, loin s'en faut, en position de force sur le marché mondial.*

## The Russians are coming !

Un ogre sort de sa torpeur... La métaphore de l'ogre est appropriée en ce qui concerne la Russie forestière. Les ordres de grandeur sont vertigineux... et ont inévitablement mythifié la forêt russe. La superficie des forêts de résineux dépasse 600 millions d'hectares en Russie ! Plus de 55 % des résineux mondiaux sont en Fédération russe<sup>5</sup>, essentiellement dans la taïga, qui est la plus grande formation forestière de la planète. Les forêts russes sont en outre, et ce n'est pas anodin, entièrement publiques ! Bien sûr, tout n'est pas productif, tout n'est pas accessible, tout n'est pas exploitable. Mais pour pertinentes qu'elles soient, ces restrictions n'atténuent qu'à peine l'écrasante domination russe.

Néanmoins, paradoxalement, la part de la Russie dans le commerce mondial des produits forestiers est inférieure à 4 % ! Quoique la Russie soit, de loin, le premier exportateur de bois ronds, elle reste peu visible sur le marché des produits transformés. Son bois est massivement valorisé hors de ses frontières. La part du secteur bois dans le produit intérieur brut (PIB) russe est très faible, moins de 4,5 %. Ce déséquilibre socio-économique ne pouvait raisonnablement durer. Pour le corriger, les autorités russes ont exigé l'adoption « de mesures énergiques pour favoriser la transformation du bois ». Elles ont notamment décidé :

- ▀ de taxer l'exportation de bois bruts ;
- ▀ de soutenir l'investissement dans l'outil de valorisation ;
- ▀ de réduire les droits de douanes à l'importation d'équipements nécessaires à la fabrication de bois d'œuvre ;
- ▀ de développer la logistique pour faciliter la récolte et le transport des grumes jusqu'aux sites de transformation ;
- ▀ de lutter contre l'*illegal logging*<sup>6</sup>...

Ajoutées à la forte dépréciation du rouble, ces mesures ont porté leurs fruits. L'industrie russe de transformation du bois est en plein développement. Son taux de croissance est maintenant plus élevé que celui de n'importe quel autre secteur de l'industrie manufacturière en Russie<sup>7</sup>. En 2019, la Fédération russe a dépassé le Canada pour devenir le premier exportateur mondial de sciages résineux. Parallèlement, le prix des sciages européens diminue régulièrement depuis plus de deux ans<sup>8</sup>...

La vague russe gonfle. Elle pourrait un jour déferler sur l'Europe et tout balayer sur son passage. Ou inonder d'autres marchés comme le

marché chinois et en éjecter des acteurs traditionnels tels que les Canadiens ou les Scandinaves, qui se retourneraient vers l'Europe, et c'est alors d'eux que viendrait le danger pour les sciages européens.

## Il faut se distinguer de la masse

Comment limiter le risque ? Précisément en évitant de se trouver sur le passage de la déferlante russe, ou de ses corollaires canadienne et scandinave. En d'autres termes, en sortant de leur créneau de prédilection, celui du bois de structure, et en orientant la conduite des peuplements résineux vers des produits à haute valeur ajoutée. Le Douglas, il n'est pas inutile de le répéter, est particulièrement indiqué dans cette perspective, par son potentiel de croissance, par ses propriétés physiques et mécaniques, et surtout par sa durabilité et ses vertus esthétiques.

Adapter l'éducation des peuplements de Douglas dans une optique d'optimisation de la plus-value ultérieurement conférée au bois n'a pas pour unique but de protéger les propriétaires forestiers et les scieurs des très gros producteurs de bois de structure. Il s'agirait également d'un moteur de développement très efficace du secteur de la seconde transformation, de la fabrication de produits finis, qui est bien celui qui génère la plus importante plus-value dans la chaîne de valorisation du bois, et qui jouerait ainsi un rôle structurant essentiel, au bénéfice de l'ensemble de la filière. Il faut bien sûr se garder de toute interprétation abusive de ces propos. Il n'est pas question de recommander l'abandon de la production de bois de charpente, mais plutôt d'avertir d'un risque grandissant dont il faut s'abriter en orientant une partie de la production vers des usages en menuiserie, en agencement, en ameublement, en ébénisterie, etc.

## Vers un Douglas d'excellence

D'une façon générale, les bois massifs constitutifs des produits à haute valeur ajoutée doivent satisfaire à un certain nombre d'exigences en matière d'esthétique bien sûr, mais aussi de stabilité dimensionnelle, de rigidité, d'usinabilité, de durabilité, ou encore de comportement à la finition. Dans une telle optique, il serait nécessaire que le bois de Douglas produit remplisse au moins les trois conditions suivantes :

- ▀ être vierge de nœuds et de défauts ;
- ▀ présenter une importante proportion de duramen<sup>9</sup> ;
- ▀ ne comporter qu'une faible proportion de bois juvénile (cf. plus loin).

<sup>5</sup> Mutanen, A., Viitanen, J., Toppinen, A., Hänninen, R. & Holopainen, P. (2005). Forest resources, production and exports of roundwood and sawnwood from Russia. Metlan työraportteja / Working Papers of the Finnish Forest Research Institute 9. 34 p. ISBN 951-40-1962-8. Retrieved from <http://www.metla.fi/julkaisut/workingpapers/2005/mwp009.htm>

<sup>6</sup> Exploitation forestière illégale.

<sup>7</sup> International Forest Industries Team Publishing Ltd. (2018). Russian forestry industry on the move. Retrieved from <https://internationalforestindustries.com/2018/10/09/russian-forestry-industry-move/>

<sup>8</sup> Canadian Forest Industries. (2019). Russia surpasses Canada as world's largest exporter of softwood lumber. Retrieved from <https://www.woodbusiness.ca/russia-surpasses-canada-as-worlds-largest-exporter-of-softwood-lumber/>

<sup>9</sup> Le duramen est la partie interne du bois, correspondant aux zones d'accroissement les plus anciennement formées, qui ne comportent plus de cellules vivantes. Appelé également « bois de cœur », il s'agit d'un bois souvent coloré, qui se distingue de l'aubier situé en périphérie du tronc.





*Le Douglas est mal verticillé. Les nœuds sont dispersés dans le volume. Des produits à haute valeur ajoutée réclament un élagage précoce à (très) grande hauteur.*

De telles contraintes ont des implications sylvicoles qui sont succinctement discutées ci-après.

### Une absence de nœuds

Il existe deux façons d'assurer l'absence de nœuds dans une pièce de bois : soit, et c'est un truisme, cette pièce provient d'un tronc sans branches, soit la pièce a été purgée de ses nœuds puis reconstituée.

Le développement des techniques de reconnaissance optique des défauts et singularités, de tronçonnage d'optimisation et d'aboutage à entures multiples ont dorénavant rendu la purge de défauts et la reconstitution de pièces de grande longueur très efficaces. Tellement efficaces même qu'il est permis de se demander si le sylviculteur doit continuer de s'échiner à réduire le nombre et la taille des branches d'un arbre. La maîtrise grandissante des techniques de reconstitution ne permettra-t-elle pas, dans un futur rapproché, de faire n'importe quoi à partir de n'importe quoi ? Cette interrogation n'est pas une provocation. C'est une invite à débattre de la manière dont les techniques de transformation du bois pourraient remettre en cause certains fondements de la sylviculture. Mais ce débat, pour captivant qu'il soit, ne peut être poursuivi ici...

Par sa branchaison un peu particulière cependant, et notamment par le fait qu'il soit assez mal verticillé et que les nœuds plongeants y soient fréquents, le Douglas se prête peu à la purge et à la reconstitution. La brièveté des coursons<sup>10</sup>, et par là le nombre de joints d'aboutage réduisent la rentabilité de l'opération. Pour obtenir des pièces sans nœuds, il faut donc produire du bois sans nœuds, autrement dit élaguer à (très) grande hauteur. L'élagage à grande hauteur du Douglas est

un sujet en soi, assez vaste sans doute pour faire à lui seul l'objet d'une monographie. Mais l'essentiel mérite d'être rappelé : le Douglas supporte très bien l'élagage à grande hauteur, particulièrement l'élagage de branches vivantes. Chez le Douglas :

- l'élagage peut prélever de 30 à 50 % de la cime vivante sans perte de production ;
- l'élagage de branches vivantes n'entraîne pas d'augmentation de la taille des branches restantes ;
- la cicatrisation se produit rapidement, sans apparition de poches de résine post-traumatiques.

Cette capacité à supporter l'enlèvement de branches vivantes est précieuse car elle autorise les interventions très précoces, lorsque les branches sont encore fines. Et plus les branches sont fines, plus l'élagage est aisé (donc moins il est coûteux), et plus la cicatrisation est rapide (donc plus faibles sont les risques phytosanitaires).

Lorsqu'il est raisonnablement effectué, l'élagage à grande hauteur est l'opération sylvicole dont le taux interne de rentabilité est de loin le plus élevé. Il reste pourtant onéreux, car c'est encore, dans l'immense majorité des cas, une intervention essentiellement manuelle. L'élagage n'a guère évolué depuis des siècles. Sur ce point, les forestiers sont restés moyenâgeux... C'est étonnant ! Pourquoi l'élagage n'a-t-il pas bénéficié de progrès techniques comme ceux qui ont transformé d'autres activités forestières telles que le cubage ou l'abattage ? Pourquoi l'explosion de la robotique a-t-elle ignoré l'élagage ? D'autant que le marché existe !

L'élagage à grande hauteur mérite d'être développé, sur le plan technique d'abord, sur le plan sylvicole ensuite. La première phase déclenchera très vraisemblablement la seconde.

<sup>10</sup> Coursons : courtes pièces de bois.

*Le nombre de cernes d'aubier étant approximativement constant, l'accroissement de la proportion de duramen passe nécessairement par un allongement de la révolution.*



Alain Casquary © CNPF

Puis le phénomène pourrait bénéficier d'une boucle de rétroaction positive. Par la mécanisation et l'automatisation, l'élagage à grande hauteur devient encore plus rentable et sa pratique se généralise. Le marché du bois sans nœuds croît, et encourage le développement de l'élagage, qui se perfectionne.

### Une proportion accrue de duramen

Le nombre de cernes d'aubier étant approximativement constant, l'accroissement de la proportion de duramen passe nécessairement par un allongement de la révolution, ou plutôt, si les peuplements deviennent irréguliers, par une augmentation de l'âge d'exploitabilité. En d'autres termes, compte tenu de la vigueur du Douglas, il faut, pour accroître la proportion de duramen, produire des gros bois.

Les gros bois résineux ! Bannis par maître canter<sup>11</sup> ! Surplus encombrant ou valeur refuge ? Une dualité à la source d'une controverse animée dans la filière. Les forestiers s'en méfient parce que c'est une production à risque et financièrement moins intéressante... Mais ils jugent généralement nécessaire d'en garder. Les scieurs disent n'en pas vouloir parce qu'ils sont incompatibles avec leur équipement... Mais la plupart d'entre eux ont investi dans un ruban pour pouvoir les scier. Parallèlement, les équipementiers préparent la « cantérisation » des gros bois<sup>12</sup> !

Dans cette discussion, voire cette polémique, il faut d'abord s'entendre sur ce que désigne l'expression « gros bois résineux ». C'est la technique de sciage qui le détermine. Le gros bois peut raisonnablement être considéré comme celui que ne prennent pas les lignes

de canter, soit les bois d'un diamètre sous écorce supérieur à une cinquantaine de centimètres. Au-delà de cette dimension, c'est la scie à ruban qui prend le relais. Mais elle aussi a ses limites. Il ne faut pas que la taille de la grume soit telle que le bâti de scie ne puisse l'accepter. La notion de gros bois admet ainsi un maximum autour de 120 centimètres de diamètre sous écorce. Un gros résineux peut devenir trop gros.

Dans la controverse des gros bois résineux, deux arguments contre sont fréquemment invoqués : l'un par les forestiers, l'autre par les scieurs.

Les forestiers restent convaincus qu'il ne faut pas produire de gros bois résineux parce que l'outil de transformation n'est plus adapté. C'est faux. D'abord, encore une fois, parce que la plupart des unités de sciage industrielles se sont (re)équipées de rubans, ou le feront prochainement. Ensuite parce que les scieries artisanales restent le plus souvent à même de valoriser ces bois. Enfin parce que si les scieurs de résineux font la fine bouche, ce sont les scieurs de feuillus qui pourraient (et devraient) être intéressés par ce type de matière première.

Les scieurs, pour leur part, comparent fréquemment un gros bois à un livre fermé, qui ne révélera son éventuel intérêt qu'après avoir été ouvert. Un achat à l'aveugle, trop hasardeux... L'élagage à grande hauteur, pour autant que l'acheteur dispose des garanties nécessaires à ce propos, lèvera l'incertitude. Le contenu sera connu et aucun risque pour l'acheteur ne grèvera le prix du bois.

« Lorsqu'il a été élagué, un gros Douglas devient un feuillu. »

<sup>11</sup> Les lignes dites « canter » sont les outils phares du sciage massif à grande vitesse pour le résineux permettant de réaliser des produits quasi-finis en un seul passage.

<sup>12</sup> M. Chalayer. (2015) Le sciage du gros bois résineux, héritage du passé ou technique d'avenir ? BOISmag, 150, 42-46.

C'est une formule, abusive bien sûr, provocatrice peut-être. Mais soit ! Elle l'est à dessein, car elle comporte, par-delà son étrangeté, un fond de vérité qui mérite attention. Par ses dimensions d'abord, mais aussi par l'usage qui sera fait de son bois, donc par son mode de débit<sup>13</sup>, puis par toute la filière dans laquelle il s'engage, un gros Douglas élagué tient plus, en dehors de toute considération d'ordre botanique évidemment, du feuillu que du résineux. Et dans cette logique, de belles culées de Douglas ne seraient pas incongrues sur un parc à grumes...

### Une faible proportion de bois juvénile

Le bois juvénile, il n'est peut-être pas inutile de le rappeler, est, à une hauteur donnée, le bois formé au cours des premières années d'existence du cambium<sup>14</sup>. C'est donc le bois des premiers cernes en partant de la moelle. L'expression « bois juvénile » prête ainsi à confusion dans la mesure où, littéralement, elle devrait désigner le bois le plus jeune, le plus récemment formé, soit le bois des derniers cernes en partant de la moelle. Pour accorder à « bois juvénile » son acception correcte, il faut en conséquence considérer l'expression comme une contraction abusive de « bois formé par un cambium juvénile ».

Chez les résineux, le bois juvénile se différencie du bois formé ultérieurement par un certain nombre de caractéristiques qui pourraient être à l'origine de problèmes sérieux au cours du processus de valorisation d'abord et lors de l'utilisation du bois ensuite.

La résistance mécanique, notamment, est environ 20 % plus faible dans le bois juvénile qu'à la périphérie<sup>15</sup>, alors que la différence n'est que de 10 % en ce qui concerne la densité. Or, même si les usages en structure ne sont pas visés (hormis peut-être la structure apparente), la rigidité reste d'une grande importance pour certains usages en menuiserie (escaliers, châssis de fenêtre...).

Dans le bois juvénile, les fibres sont également plus courtes, avec des parois moins épaisses dans les cernes d'accroissement, la proportion de bois final (d'été) est plus faible. Ces éléments peuvent être source de difficultés lors

du rabotage (peluchage), du ponçage et de la finition.

La stabilité dimensionnelle des ouvrages comportant du bois juvénile risque en outre d'être diminuée. Les microfibrilles de cellulose qui constituent la paroi cellulaire sont ordinairement très légèrement inclinées par rapport à l'axe longitudinal des trachéides. Le bois juvénile se distingue du bois de la périphérie de ce point de vue. Les microfibrilles y sont beaucoup plus inclinées. Cette différence est loin d'être

neutre pour l'usage du bois. Lorsqu'elles adsorbent de l'eau, les microfibrilles s'écartent les unes des autres. Si elles sont disposées (presque) longitudinalement, elles ne provoquent de gonflement, en s'écartant, que dans les directions radiale et tangentielle du bois, (presque) pas dans la direction longitudinale. Par contre, si elles forment un angle prononcé avec l'axe longitudinal de la cellule, alors en s'écartant les unes des autres, elles entraîneront une dilatation longitudinale, un « allongement » du bois. Les mouvements axiaux du bois juvénile sont ainsi beaucoup plus importants que dans le bois adulte, où ils sont quasi nuls.

Il est important de souligner que le passage du bois juvénile au bois adulte est progressif. Le retrait axial diminue donc de la moelle à



Herve Louis © CNPF

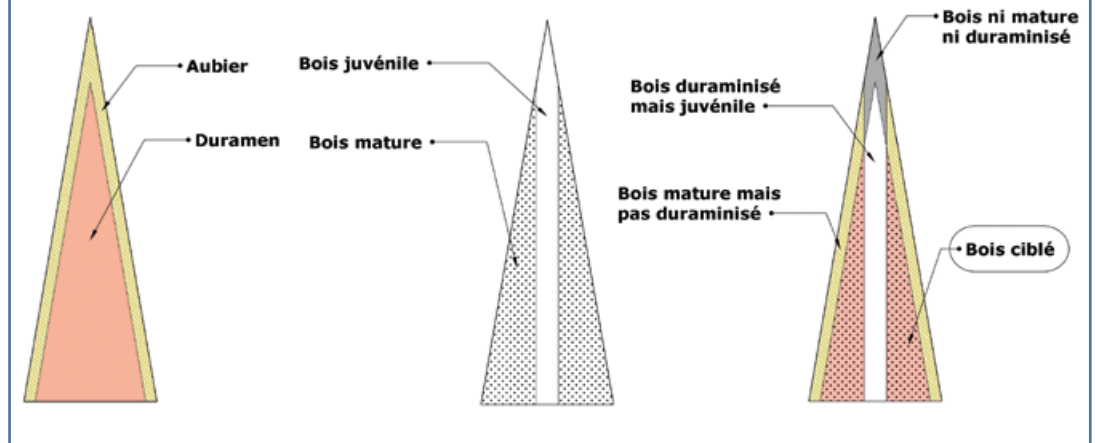
<sup>13</sup> Si ce n'est qu'en l'absence de maille, le débit d'un Douglas ne cherchera pas le quartier. Le marché pourrait autant apprécier la flamme de la dosse que les rayures du quartier.

<sup>14</sup> Le cambium est une couche de cellules qui ceinture le tronc et fabrique les cernes de bois de l'extérieur vers l'intérieur de l'arbre.

<sup>15</sup> Pollet C., Henin J.-M., Hébert J. & Jourez B. (2017) *Effect of growth rate on the physical and mechanical properties of Douglas-fir in western Europe*. Canadian Journal of Forest Research – Journal canadien de la recherche forestière, 47(8), 1056-1065.

*L'élagage à grande hauteur du Douglas est un sujet en soi, assez vaste sans doute pour faire à lui seul l'objet d'une monographie.*

**Figure 1 - Distribution dans la grume de l'aubier, du duramen, du bois juvénile, du bois mature et du bois dont la production est ciblée**



© V. Defays 2020

l'écorce. Ainsi, les variations de l'humidité relative de l'air peuvent-elles provoquer la torsion, le gauchissement d'une planche de quartier ou de faux quartier parce que le bord extérieur de cette planche sera moins « juvénile » que l'autre, et que les retraits en longueur des deux bords de la planche seront alors différents.

Il est difficile de dire quand le bois de Douglas devient mature, parce que les caractéristiques de la juvénilité ne s'atténuent pas tout à fait simultanément. Un ordre de grandeur de 20 ans, donc de 20 cernes à partir de la moelle semble néanmoins constituer une limite probable pour la fin de la production de bois juvénile.

Un Douglas dans un peuplement conduit de façon intensive sur une station de première qualité peut à cet âge atteindre un diamètre supérieur à 30 cm. C'est considérable ! Certainement plus que la dimension à partir de laquelle, dans la logique évoquée, un élagage à grande hauteur devrait être effectué. Il apparaît ainsi souhaitable de brider la croissance juvénile de manière à concentrer l'ensemble des défauts de la grume dans un noyau central de diamètre aussi réduit que possible.

La figure 1 illustre globalement le propos. Le bois ciblé, dont il faut maximiser la production, est celui qui est déjà duraminisé et qui n'est plus juvénile. La proportion de duramen augmente avec les dimensions de la grume puisque l'anneau d'aubier est d'épaisseur constante. Mais il faut retirer du duramen le noyau central, déprécié par la nodosité et la juvénilité. Le diamètre de ce noyau étant également constant, la quantité de bois ciblé augmente continuellement avec la croissance radiale. Cette augmentation est plus précisé-

**Figure 2 - Mode de débit envisageable pour Douglas élagués\***



\* Loiter (n.d.) Artist representation of how wood is cut vs real life. Retrieved from <https://loiter.co/i/artist-representation-of-how-lumber-is-cut-vs-real/>

ment proportionnelle au carré de l'accroissement annuel en rayon, faisant ainsi du temps l'allié du forestier.

Ce qui a été dit à propos de la nodosité, de la dimension des grumes, de la proportion de bois juvénile n'a de sens que si en aval, les modes de transformation, et en particulier de débit, s'adaptent en conséquence. Le débit des gros Douglas élagués pourrait ressembler à celui présenté en figure 2.

Des éléments de faible épaisseur (voliges ou autres) seront sciés en périphérie de la grume. Outre qu'il s'agit de dosses, ces pièces seront la plupart du temps bicolores, ce qui limitera les possibilités de les utiliser en menuiserie. Elles ne seront pas pour autant inintéressantes, car elles seront vierges de nœuds et de défauts. Faute de qualités esthétiques, elles disposeront de qualités mécaniques

précieuses pour la fabrication de lamellé collé ou de CLT<sup>16</sup> de hautes performances par exemple. Le débit tournera autour du noyau central qui rassemble les défauts et singularités (moelle, nœuds, caractéristiques de la juvénilité...). Ce noyau ne sera pas perdu. Il pourra prendre la forme d'un chevron, utilisable en poteau notamment, d'une section qui sera déterminée par l'âge ou le diamètre de l'arbre lors de l'élagage. Enfin, partout ailleurs dans la grume, les usages en menuiserie justifieront, le cas échéant, le débit de pièces de petites sections, ce qui rompt avec les pratiques traditionnelles des scieurs de résineux...

### Les usages nobles : une possibilité vérifiée

Tout ceci appartient au domaine de la conjecture, mais certainement pas à celui du délire. La menace russe, s'il faut ainsi la désigner, est bien réelle, même si une menace n'est qu'une possibilité. Quant à l'existence, pour le bois de Douglas, de débouchés à haute valeur ajoutée, il est raisonnable de considérer que l'expérience belge l'a prouvée. À la faveur du plan Marshall (l'aide américaine pour la reconstruction de l'Europe au sortir du second conflit mondial), des quantités importantes de bois américains, et surtout d'Oregon Pine – appellation commerciale du Douglas nord-américain – sont parvenues à Anvers et ont été utilisées par les Belges. C'est ainsi que la Belgique, et plus particulièrement la Flandre, est devenue friande du bois de Douglas. Et c'est ensuite ce qui explique que la Belgique, après un relatif tarissement de la source américaine, soit devenue l'un des principaux acheteurs du Douglas français. Si le Douglas a séduit la Flandre par ses qualités structurelles et a massivement été utilisé en charpentes, il a aussi séduit par ses qualités esthétiques, ses aptitudes à l'usinage, à la finition, etc., pour des ouvrages de menuiserie et d'ébénisterie.

Les importateurs ont créé, spécialement pour ces usages, la fameuse qualité « Couronne », extraite de la meilleure qualité de bois importé d'Amérique du Nord, la « No. 2 Clear & Better ». Pour les utilisateurs de bois, la qualité « Couronne » est devenue un parangon de raffinement... et sa réputation a fait son prix. C'est une performance remarquable car en Flandre, le chêne régnait sans partage. C'était la référence absolue, et semblait-il définitive. Jusqu'à l'arrivée de l'Oregon Pine...

Pourquoi ce qui s'est produit alors ne pourrait-il pas se reproduire ? D'autant que dans le créneau visé, celui des produits à haute valeur ajoutée, les bois exotiques, omniprésents jusqu'il y a peu, se font de plus en plus rares, et, par voie de conséquence, de plus en plus chers.

Encourager la production de Douglas pour des usages en menuiserie, en agencement, en ameublement, en ébénisterie, etc., ne signifie pas, encore une fois, qu'il faille abandonner purement et simplement la production de Douglas de structure. Tous les individus d'un peuplement ne seront pas élagués, et n'atteindront pas les dimensions requises. Une quantité importante de produits intermédiaires continuera d'être orientée vers la charpente ou l'ossature bois. Et c'est une excellente chose car ces usages valorisent d'autres qualités du bois de Douglas.

Mais n'utiliser le Douglas qu'en structure, ce serait un peu comme labourer avec un cheval de course. Le Douglas est polyvalent, et cette polyvalence mérite d'être exploitée, à condition toutefois qu'elle puisse être associée à l'excellence. ■

<sup>16</sup> Bois lamellé croisé (cross laminated timber)

#### Résumé

Le marché des sciages résineux est soumis aux rudes lois de la concurrence mondiale. L'irruption probable sur le marché européen de bois résineux russes risque de mettre à mal le débouché en bois de structure pour notre ressource. L'auteur nous redonne espoir en rappelant les propriétés particulières du bois de Douglas, permettant d'envisager des usages à forte valeur ajoutée en complément de la production de bois de structure. Dans cette perspective, il engage les forestiers à s'orienter vers la production de Douglas de belle dimension, élagués à grande hauteur avec une phase de compression initiale d'une vingtaine d'années réduisant la quantité de bois juvénile.

**Mots-clés :** Douglas, bois juvénile, marché du bois, résineux, gros bois.

# Évaluation de plantations de Douglas réalisées avec différents types de plants

 20 min

par Sabine Girard, CNPF-IDF et Léa Veuillen, Chargée de mission CNPF-IDF

*Première espèce de reboisement hors du massif landais, le Douglas est très majoritairement planté « racines nues ». Néanmoins, de plus en plus de plantations sont réalisées avec des plants élevés hors sol, notamment dans des godets de volumes inférieurs à 300 cc, non éligibles jusqu'à présent aux aides publiques. L'article présente les résultats de l'étude diligentée par le ministère pour comparer la qualité de plantations réalisées avec de tels plants à celle de plantations réalisées avec des plants racines nues.*

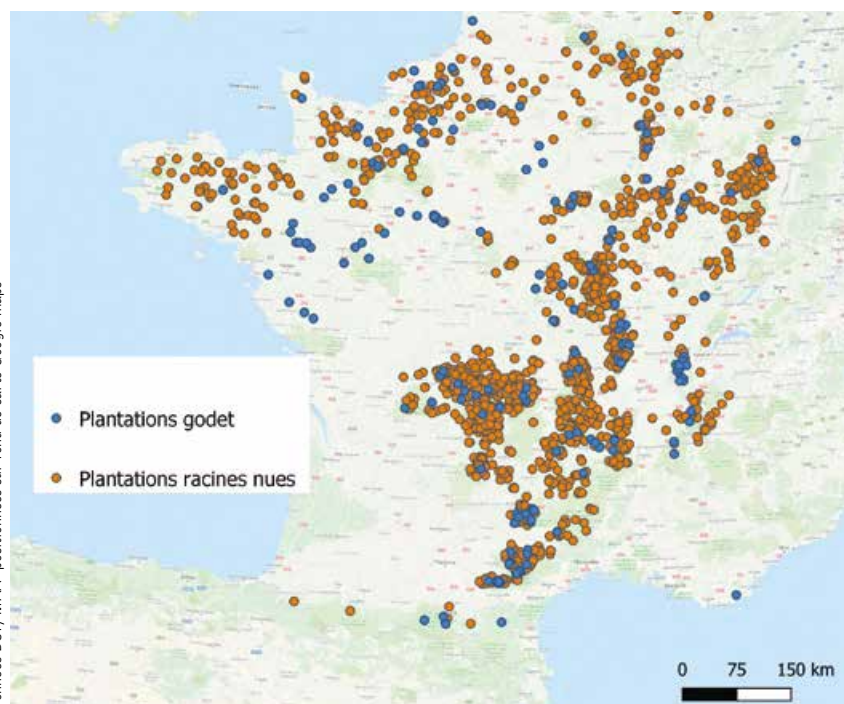
<sup>1</sup> Notes de service DGPE.

<sup>2</sup> cf. les arrêtés régionaux « MFR » établis en suivant les recommandations de l'instruction technique DGPE/SDFCB/2016-851 du 02/11/2016 relative aux matériels forestiers de reproduction éligibles aux aides de l'Etat.

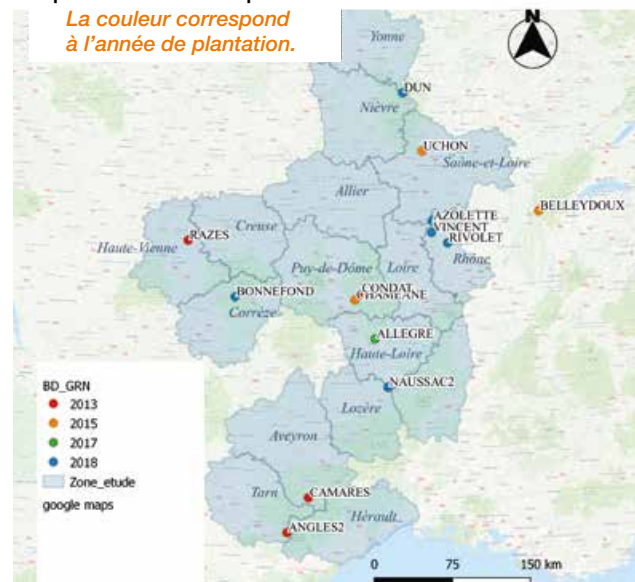
Le Douglas est actuellement l'espèce la plus utilisée en reboisement hors du Massif landais. La grande majorité des plants installés est vendue « racines nues ». Depuis plusieurs années, leur utilisation en godet se développe : ils représentaient à peine 2 % des Douglas produits en France au début des années 2000 et atteignent aujourd'hui plus de 15 % de part du marché<sup>1</sup>. Jusqu'à présent, dans la plupart des régions, le forestier qui souhaitait bénéficier d'une aide

publique pour planter ce type de plants devait installer des Douglas élevés dans des godets d'un volume minimum de 300 voire 400 cc<sup>2</sup>. Depuis déjà plusieurs années, des plantations sont néanmoins réalisées avec des Douglas produits dans des godets de 200 à 275 cc sans subvention. En diminuant la taille des godets, les opérateurs cherchent à réduire les coûts d'investissement liés aux reboisements. En effet, l'utilisation de tels plants est compatible d'une part avec l'utilisation d'outils réduisant la pénibilité du travail des planteurs comme la canne à planter et, d'autre part, avec la mécanisation de la plantation. Suite aux échanges qui ont précédé la publication des nouveaux arrêtés régionaux rela-

**Carte 1 - Localisation des 2 164 plantations de Douglas échantillonnées depuis 12 ans pour l'enquête annuelle du Département Santé des Forêts sur la réussite des plantations de l'année.**



**Carte 2 - Localisation des 14 plantations comparatives étudiées.**



tifs aux matériels forestiers de reproduction, la question de leur éligibilité a été posée. Pour disposer d'éléments de réponse, le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation a chargé l'Institut pour le Développement Forestier (IDF) d'étudier la qualité de plantations de Douglas réalisées avec différents types de plants dans les principales zones d'utilisation de l'espèce.

## Deux approches complémentaires

La première approche utilisée est fondée sur l'analyse des données recueillies par le Département de la Santé des Forêts (DSF) depuis 2007 lors de l'enquête sur la réussite des plantations de l'année. Ainsi, parmi les 2 164 plantations de Douglas observées depuis 12 ans dans le cadre de l'enquête, 9 % ont été réalisées avec des plants en godet, tous volumes confondus (cf. carte 1).

La seconde approche repose sur l'évaluation de plantations dans lesquelles se trouvent à la fois des Douglas élevés en godets d'un volume inférieur à 300 cc et d'autres plantés racines nues. Après une longue phase de prospection et de sélection impliquant de nombreux professionnels (gestionnaires, reboiseurs, conseillers), 14 plantations âgées de 1 à 6 ans, ont été retenues en Occitanie, Auvergne-Rhône-Alpes, Bourgogne-Franche-Comté et Nouvelle-Aquitaine (cf. carte 2). La qualité de ces plantations a été évaluée en observant et mesurant plus de 1 000 plants de chaque type. Ainsi, le taux de survie, après plantation ou/et plusieurs années après, la croissance des plants (hauteur et diamètre), leur développement (défauts de tête, baïonnette, courbure basale), stabilité (écart à la verticalité, jeu au niveau du collet) et leur sensibilité à des agents biotiques (hylobe et herbivores en particulier) ont été enregistrés. La qualité des plantations a également été appréciée en observant le système racinaire d'une centaine de plants déterrés soigneusement à la main.

## Des taux de survie identiques

L'enquête du DSF indique que le taux de reprise la première année après plantation est identique quel que soit le type de plants considéré et s'élève en moyenne à 87 %. Le même résultat est obtenu en analysant les jeunes plantations comprenant à la fois des plants racines nues et en godets de moins de 300 cc. Dans les plus âgées, ces deux types de plants ont également des taux de survie similaires.

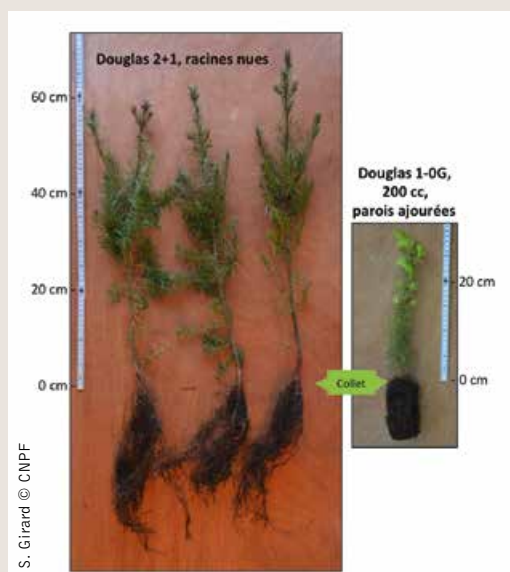
## Des dimensions initiales différentes qui s'uniformisent rapidement

Ces plantations ont permis de montrer que les plants racines nues, plus grands et plus gros en diamètre au moment de la plantation (cf. encadré ci-dessous) ne conservent pas cet avantage et sont « rattrapés » par ceux en godets après 3 à 5 ans. L'année qui suit la plantation, il n'est pas rare d'observer des pousses beaucoup plus longues sur les plants élevés en godets que sur ceux en racines nues (x 2 dans le cadre de cette étude).

### Douglas racines nues, en godets < 300 cc...

#### De quoi parle-t-on ?

La majeure partie des plants de Douglas vendus en France sont produits en pleine terre, et vendus « racines nues ». Le plus souvent, leur production s'étale sur 3 ans soit 1 ou 2 ans après repiquage des semis (plants 1 + 2 ou 2 + 1). La plupart du temps (notamment lorsque aucun aléa climatique ne vient perturber la croissance des plants), de tels Douglas atteignent 40/60 cm et plus de 7 mm de diamètre au moment de leur plantation (à titre d'exemple, cf. photo ci-dessous à gauche). Les Douglas élevés hors sol sont produits en 1 an, dans des godets de forme et volume variables. Actuellement, il est possible de trouver des Douglas élevés dans des conteneurs de 200, 220, 250, 300, 350 et 400 cc., avec des parois plastiques pleines ou ajourées (groupe le plus répandu), voire, plus rarement, des parois entièrement biodégradables. Côté dimensions, les normes indiquent que les plants élevés dans ces conteneurs doivent atteindre une hauteur comprise entre 15 et 40 cm et un diamètre minimum de 3 mm. La majeure partie des plants de ce type actuellement commercialisés atteignent au moins 20 cm de haut et 4/5 mm de diamètre (cf. photo de droite).



A gauche : plants de Douglas âgés de 3 ans (2+1), élevés en pleine terre.

A droite : plant de Douglas âgé de 1 an (1-0G), élevé hors sol dans un godet de 200 cc aux parois ajourées.

Les différences de dimensions de ces deux types de plants peuvent induire des réactions différentes aux attaques d'hylobes (cf. article) et à la concurrence exercée par la végétation accompagnatrice. Par ailleurs, le substrat des plants en godet protège leur système racinaire du dessèchement avant la plantation et, s'il est bien hydraté, constitue un petit réservoir d'humidité permettant de mieux supporter de courtes périodes de sécheresse juste après leur mise en terre.



Photos : S. Girard © CNPF

**Illustration 1** - Exemples de plants ayant une forte déformation de leur système racinaire : le plant de gauche était en godet, les autres, racines nues. Tous ont été plantés en 2018. Ils sont à la même échelle, alignés sur le niveau du sol (étiquette bleue).

Pour ce qui est des anomalies dans le développement de la partie aérienne, la proportion moyenne de Douglas présentant des défauts de tête ou des baïonnettes est identique pour les deux types de plants. En revanche, les courbures basales semblent se rencontrer plus souvent chez les plants racines nues, la proportion restant néanmoins relativement faible (12 %).

### Des systèmes racinaires impossibles à distinguer après quelques années

Aucun des 104 systèmes racinaires déterrés ne présentait de chignon racinaire. Néanmoins, dans toutes les jeunes plantations, nous avons observé des systèmes racinaires déportés sur un côté en forme de J ou L voire « pliés » vers le haut (cf. illustration 1), défauts caractéristiques d'une mise en place peu soi-

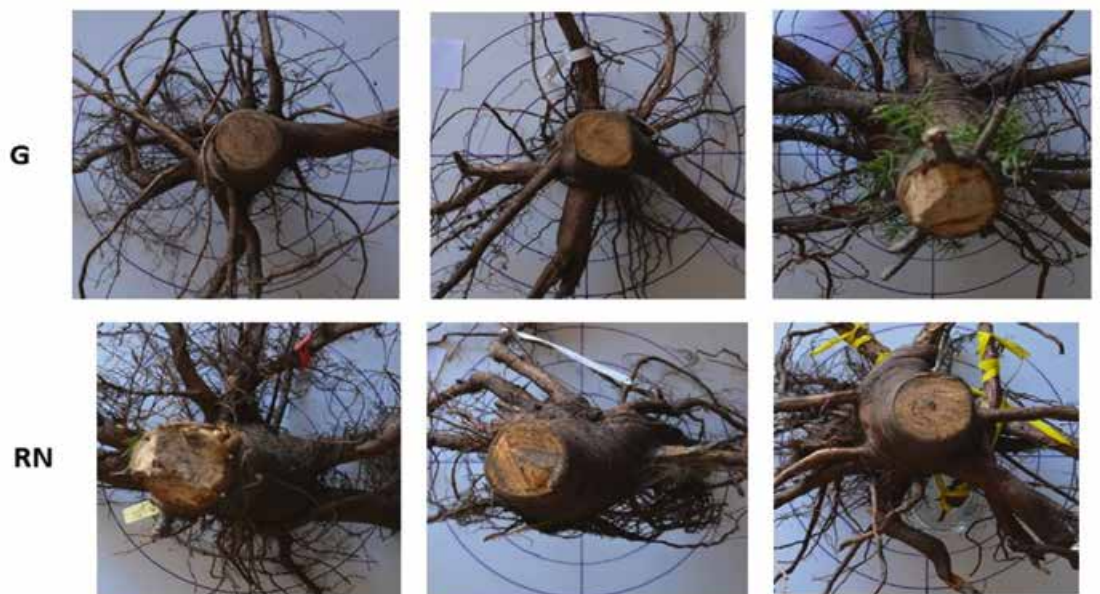
gnée. Cela a concerné 14 % des racines nues observés contre 3 % des plants en godets.

Pour autant, dans les plantations plus âgées, sur 14 individus observés, un seul présentait une distribution déséquilibrée (cf. illustration 2). Par ailleurs, après description fine, aucun élément ne permettait de distinguer les systèmes racinaires des deux types de plants.

### Impact du gibier similaire

D'après l'enquête DSF, les mammifères sont directement responsables de la mort de 7 % des plants disparus au terme de la première année de croissance. Cette proportion est légèrement plus faible chez les plants élevés en godets, tous volumes confondus (4 %) que pour les plants racines nues (7 %).

Des traces de frottis ou d'abroutissement ont été observées sur l'ensemble des jeunes plan-



**Illustration 2** - Vue de plusieurs systèmes racinaires prélevés 6 ans après la plantation.

G = Godets < 300 cc, RN : Racines Nues.

Le positionnement sur une cible permet d'appréhender la distribution horizontale des racines autour du collet.

Le plant RN situé au milieu, contrairement aux autres, n'a pas développé son système racinaire de façon équilibrée autour du collet.

Photos : S. Girard © CNPF



tations comparatives que nous avons étudiées mais ne concernent qu'un faible nombre des plants installés (8%). La proportion de plants impactés est identique quel que soit le type de plants considéré. Par ailleurs, sur l'ensemble des plants abroustés et frottés par le gibier, 6 % en sont morts et 11 %, gravement atteints, ne survivront pas à court terme.

### Plus de mortalité liée à l'hylobe chez les plants élevés en godets

D'après l'enquête DSF, la proportion de plantations attaquées par l'hylobe est peu différente, qu'elles aient été réalisées avec des plants en godet ou racines nues (respectivement 33 % et 38 %). Quel que soit le type de plants, les fortes attaques – celles qui touchent plus de 20 % des plants – concernent 9 % des plantations.

Globalement, les attaques d'hylobe touchent 5 % environ des plants et cela indépendamment du type de plant considéré. Elles entraînent néanmoins **davantage de mortalité chez les plants élevés en godet, tous volumes confondus, comparativement aux racines nues**. Ainsi, de l'ordre d'un plant sur 3 élevés en godets ne survivra pas à ces morsures, contre 1/4 dans le cas de plants racines nues. Le plus faible diamètre des jeunes plants en godets – que les morsures peuvent plus facilement ceinturer – explique très certainement ce résultat.

Sur les 7 jeunes plantations comparatives étudiées, quatre ont subi des attaques d'hylobes. Tous les plants avaient pourtant été traités avec des néonicotinoïdes (Merit® ou Suxon®). Dans le site où l'attaque a été plus forte (85 % des plants touchés), les 2 types de plants ont été impactés dans les mêmes proportions avec pour conséquence la mort de 5 % des plants installés et de graves dégâts – très certainement fatals – sur 5 % supplémentaires. Dans les 3 autres plantations, plus faiblement attaquées, aucune tendance nette ne se dessine quant à la sensibilité plus ou moins forte d'un type de plants.

Précisons toutefois que ces résultats concernent des plantations qui ont bénéficié de traitements chimiques efficaces contre les attaques d'hylobe, à base de néo-nicotinoïdes. Leur interdiction depuis 2019 fait craindre une augmentation des dégâts, en particulier sur les plants en godets de plus faible diamètre.

### Conclusions

Les deux approches développées montrent que les deux types de plants considérés conduisent à des plantations de qualité comparable sous réserve toutefois d'être plantés de façon soignée. Aucun argument technique ne permet donc de justifier un traitement différent de ces plants au niveau des arrêtés régionaux et des aides financières publiques. En parallèle à cette étude, le ministère a confié à FCBA<sup>3</sup>, une étude prospective des surfaces à reboiser en Douglas à court et moyen termes. Cette étude, qui fera prochainement l'objet d'une restitution dans cette revue, prévoit une forte augmentation de la demande en plants de Douglas dans les prochaines années et souligne l'intérêt de disposer de deux systèmes de production complémentaires (godets et racines nues).

Pour réussir au mieux ces futures plantations, ce sera aux propriétaires, gestionnaires et reboiseurs d'intégrer les atouts et les contraintes de chaque type de plants et de bien cerner leur adéquation aux contextes locaux et à l'itinéraire de reboisement (préparation du sol, entretiens ultérieurs...).

Les auteures tiennent à remercier l'ensemble des propriétaires, gestionnaires, reboiseurs, pépiniéristes, conseillers qui ont permis la réalisation de cette étude (liste complète dans le rapport).

L'étude complète « Évaluation et perspectives de développement des plantations de Douglas réalisées avec des plants élevés dans des conteneurs inférieurs à 300 cc de Girard S., Veuillen L., Chaumet M. et Thivolle-Cazat.

A., 2019 - Rapport final de la convention n° E17/2018 au Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation, 92 p + annexes » est téléchargeable à l'adresse :

<https://agriculture.gouv.fr/ressources-genetiques-forestieres-informations-et-travaux-scientifiques>

<sup>3</sup> FCBA, l'Institut Technologique Forêt Cellulose Bois-construction Ameublement.

#### Résumé

Afin de répondre à la demande de subventionner les plants de Douglas élevés en godets d'un volume inférieur à 300 cc, le ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation a demandé à l'IDF d'étudier la qualité de plantations de Douglas réalisées avec ce type de plants dans les principales zones d'utilisation de l'espèce. Pour ce faire, les données récoltées depuis 12 ans dans le cadre de l'enquête annuelle du DSF sur la réussite des plantations ont été analysées et 14 plantations, âgées de 1 à 6 ans et comparant racines nues et godets inférieur à 300cc, ont été étudiées. Outre des mesures de survie et de croissance, des plants ont été déterrés pour détecter d'éventuels déformations et déséquilibres racinaires. Les deux approches développées montrent que les deux types de plants considérés conduisent à des jeunes plantations de qualité comparable sous réserve toutefois d'être plantés de façon soignée. Aucun argument technique ne permet donc de justifier un traitement différent de ces plants au niveau des arrêtés régionaux et des aides financières publiques.

**Mots-clés :** Douglas, type de plants, performances après plantation, système racinaire.

# Sylviculture du Douglas en cycle long



par Bruno Borde, CNPF-CRPF Bourgogne-Franche-Comté

*Dans le cadre du réseau de référence et d'expérimentation conduit par le CRPF Bourgogne Franche-Comté, plusieurs dispositifs « Douglas » sont suivis afin d'étudier l'évolution des peuplements dans le cadre d'une gestion en cycle long, soit entre 50 et 80 ans. Les résultats de ces mesures et observations permettent de mieux comprendre les effets de la sylviculture sur la production et la qualité des arbres produits et sur l'évolution de ces peuplements. Les éléments recueillis sont également utiles pour formuler quelques conseils concernant cette orientation de gestion pour une futaie adulte de Douglas.*

Les peuplements de Douglas de Bourgogne résultent pour leur grande majorité de plantations réalisées dans les années 70. Ils arrivent progressivement à un diamètre où la récolte de l'ensemble du peuplement est possible. Le propriétaire forestier peut alors se poser la question de la conduite à tenir pour sa futaie de Douglas. A côté de la récolte totale avec un renouvellement par plantation ou régénération naturelle, se présente la possibilité d'allonger le cycle de production de ces peuplements sous certaines conditions.

## Qu'est-ce qu'un « Cycle long » ?

Lors de la période de boisement et reboisement en Douglas durant les années 60 à 80, les objectifs initiaux envisagés pour une futaie de Douglas étaient bien souvent une récolte totale vers l'âge de 45 à 50 ans après avoir réalisé plusieurs éclaircies. En Bourgogne, de nombreux peuplements arrivent à cet âge fatidique de la cinquantaine ! Les connaissances sur la sylviculture du Douglas se sont enrichies au fil du temps et les suivis et observations montrent que pour nombre d'entre eux, il est possible et même avantageux d'allonger leur production jusqu'à 60, 70 ou 80 ans, soit un

cycle plus long que prévu initialement.

Dans les peuplements faisant l'objet de suivis, le choix sylvicole d'allonger le terme d'exploitabilité a eu des conséquences sur le nombre d'éclaircies, leur nature et leur intensité ; il a permis de différer de 10, 20 ou 30 ans la récolte de 50 % des tiges prévue à la coupe rase vers 45/50 ans, notamment pour les arbres de meilleure qualité qui n'avaient pas encore atteint leur maturité économique optimale. Au lieu de couper à 45/50 ans 200 à 250 tiges/ha, plusieurs éclaircies d'intensité modérée récoltant l'accroissement ont été réalisées afin d'amener progressivement le peuplement à une densité d'environ 100/120 tiges/ha vers 80 ans (tableau 1).

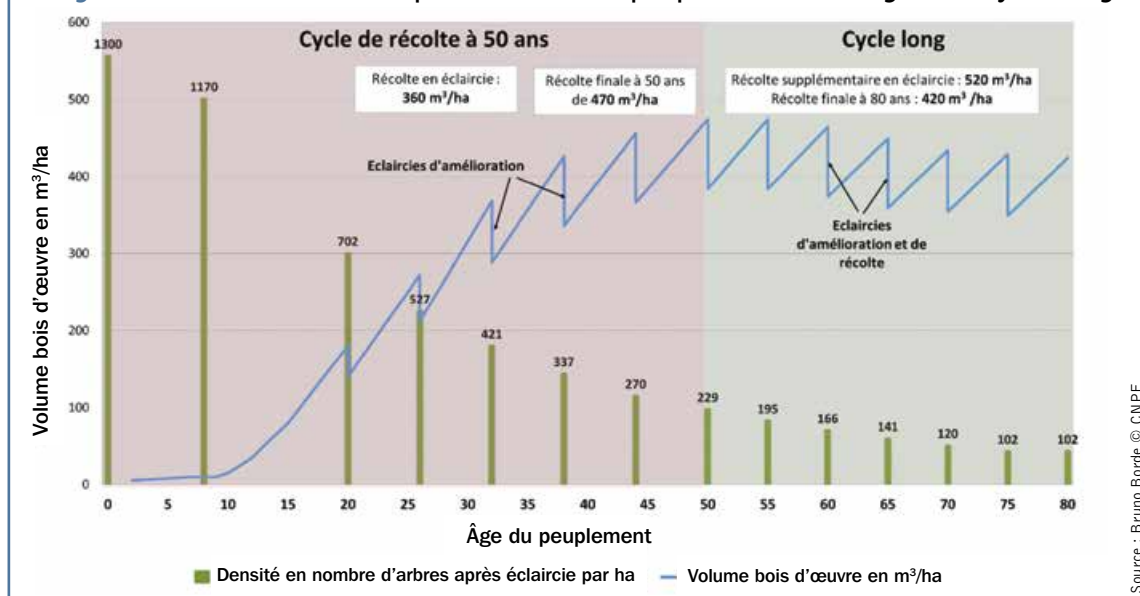
Le cycle long consiste donc à prolonger la durée de vie des peuplements réguliers en prélevant progressivement les arbres dominants de moins bonne qualité et en permettant de donner de l'espace aux co-dominants de meilleure qualité afin qu'ils puissent accéder à la catégorie gros bois (photo 1). Cette orientation sylvicole limite l'augmentation du diamètre dominant, assure une production de bois importante sur les arbres de meilleure qualité

**Tableau 1 - Principales caractéristiques des placettes Douglas en cycle long / CRPF Bourgogne-Franche-Comté**

Caractéristiques des placettes	St-Firmin	Mornay	Dompierre	Villapourcon	Anost	Montlay	St Bonnet	St Prix	Gibles	Roussillon
Age (fin 2019)	55	55	57	58	59	62	66	70	83	97
Ho (m)	37	37	38	38	39	40	48	53	45	55
Classe de fertilité	2	2	1	1	1	2	2	1	2	1
Densité (t/ha)	136	101	192	149	205	120	172	181	189	112
Vol. avant éclaircie (m <sup>3</sup> /ha)	382	320	451	385	617	387	494	924	573	709
G (m <sup>2</sup> /ha)	30,7	24	35	31	45	32	37	58	42	48
Acc courant (m <sup>3</sup> /ha/an)	14,3 (2011-2017)	11,7 (2011-2016)	20,3 (2011-2019)	20 (2011-2017)	22,1 (2016-2019)	14,6 (2010-2016)	13,5 (2007-2017)	24 (2011-2017)	19,1 (2011-2017)	18 (2015-2019)

Source : Bruno Borde © CNPF

Figure 1 - Simulation de la production d'un peuplement de Douglas en cycle long



et permet une récolte régulière de l'accroissement du peuplement.

Si, après quelques passages en coupe, une régénération naturelle se développe, il sera alors possible d'envisager le renouvellement progressif du peuplement par cette voie, voire de l'orienter vers une structure pérenne (photo 2). Dans le cas contraire, les éclaircies continueront de prélever l'accroissement du peuplement au fur et à mesure du grossissement des bois, en prévoyant la coupe définitive suivie d'un renouvellement artificiel au moment jugé favorable, c'est-à-dire avant que le peuplement ne devienne instable ou n'assure plus une production suffisante.

### Intérêts d'allonger le cycle de production

Allonger de quelques décennies la production d'une futaie de Douglas permet de profiter d'une importante production de bois d'œuvre après 50 ans. Le maximum de production biologique est atteint entre 50 et 80 ans et reste soutenu au-delà de 80 ans (Schütz, 2015). La production courante en volume bois d'œuvre sur les différents dispositifs atteint en moyenne 20,8 m³ par ha et par an en classe de fertilité 1 et 14,6 m³ par ha et par an en classe de fertilité 2 soit un accroissement en valeur compris entre 832 et 1 150 euros par ha et par an. Le cycle long réduit les revenus immédiats mais l'accroissement moyen en valeur nette du peuplement en euros/ha/an augmente (Schütz, 2015).

Bien qu'il faille tenir compte du capital immobilisé et du risque lié aux tempêtes, l'allongement du cycle de production de certains peuplements est donc bénéfique tant pour les revenus du propriétaire que pour la filière de transformation avec un lissage de l'excédent



Photo 1 : Éclaircie par le haut prélevant une partie des arbres dominants de faible qualité - Placette Dompierre (71).

Photo 2 : Peuplement de Douglas en cycle long en voie d'irrégularisation - Roussillon en Morvan (71).

de production prévu en 2030-2040 et une limitation du trou de production qui suivra en 2040-2050. Différer la phase de reconstitution permet également de valoriser sur une plus longue période les frais de départ (préparation du terrain, plantation, dégagement, élagage) et repousse l'échéance de la reconstitution du peuplement, opération coûteuse et peu productive durant plusieurs décennies avec absence de production de bois d'œuvre.

Le cycle long profite également à l'amélioration de la qualité du bois puisque la résistance mécanique augmente de façon importante

<sup>1</sup> Voir l'articles p. 24 de ce numéro à ce sujet.

<sup>2</sup> Voir explication p. 24 de ce numéro.

<sup>3</sup> Courbes de fertilité du guide Douglas de l'ONF.

avec l'âge, ce qui est primordial pour des usages en structure. La durabilité du bois de Douglas s'améliore elle aussi avec l'âge car la proportion de duramen augmente<sup>1</sup> (50 % à 40 ans, 70 % à 60 ans).

La volonté de préserver localement les paysages par une limitation des coupes rases constitue une attente sociétale et environnementale forte auquel le cycle long permet de répondre en partie par le maintien d'un couvert forestier et une forêt âgée plus accueillante (futaie d'aspect plus clair, arbre de grandes dimensions, régénération et sous-étage favorisés, aspect plus naturel). L'intérêt de bien éclaircir les peuplements afin d'aérer leur structure et de baisser leur capital a également montré un effet bénéfique sur la diversité avifaunistique (Lebreton, *et al.*, 1991).

### Arbres dominants et arbres co-dominants, là est sans doute la différence

Les observations des peuplements étudiés font ressortir une fréquente hétérogénéité dans la qualité des arbres au sein d'un même peuplement adulte (essentiellement en matière de nodosité), celle-ci étant souvent liée au diamètre des arbres, cette donnée étant elle-même liée aux statuts des arbres (dominant, co-dominant, dominé).

La gestion en cycle long permet de bien valoriser ces peuplements hétérogènes en valorisant mieux ces tiges co-dominantes ; elles accèdent à l'étage dominant et, par conséquent, à la catégorie « gros bois » par l'enlèvement progressif de la première génération de tiges dominantes. Les mesures et observations montrent que, pour le Douglas, une reprise de croissance modérée et régulière, après une phase de compression, est tout-à-fait possible et ceci sans nuire à la qualité du bois (photo 3).

Pour les peuplements suivis, les tiges dominantes ont en moyenne un diamètre jusqu'à 20 cm supérieur à leur âge (50 à 70 cm de

diamètre à 50 ans) alors que les tiges co-dominantes ont en général un diamètre jusqu'à 20 cm inférieur à leur âge (30 à 50 cm de diamètre à 50 ans). La mesure de la qualité (nodosité) de ces deux catégories d'arbres au sein des peuplements montre un bénéfice important pour les bois co-dominants. D'autre part, la croissance juvénile des arbres co-dominants ayant souvent été « bridée » durant le jeune âge, la proportion de bois juvénile<sup>2</sup> est plus faible que pour un arbre dominant.

La densité du bois, la nodosité des arbres et l'importance du bois juvénile sont essentiels pour les propriétés mécaniques du bois de Douglas ; ils sont largement influencés par les diverses conditions de croissance et la gestion de l'espace occupé par chaque arbre. Une gestion en faveur des arbres co-dominants, en complément d'un élagage de ces mêmes arbres, revêt donc une importance majeure pour la production d'un gros bois de Douglas de qualité.

### Diagnostic des peuplements

Parmi les conditions requises pour envisager d'allonger la production d'une Douglasaie après 50 ans, l'évaluation des potentialités de la station est essentielle. Une classe de fertilité trop faible (classe 3)<sup>3</sup> ne permettrait pas de garantir une vigueur et une croissance suffisante et risquerait d'engendrer une détérioration de l'état sanitaire et de la qualité des arbres.

La qualité des arbres composant le peuplement est un autre élément essentiel, notamment en matière de nodosité. Une partie des arbres doit être élaguée à moins que les qualités génétique et phénotypique soient suffisantes pour une majorité des tiges, qui devront être potentiellement en capacité de produire des gros bois de qualité.

L'allongement du cycle de production expose davantage le peuplement aux coups de vent et aux tempêtes. Ce risque doit être évalué et pris en compte aussi bien dans les modalités techniques de gestion que dans le bilan économique de l'itinéraire. En matière de gestion, les arbres de l'étage dominant ne devront pas être récoltés simultanément mais progressivement lors des coupes. Certaines de ces tiges seront conservées, notamment celles de qualité (élaguées), pour leur rôle de stabilisateur. Les arbres co-dominés, avec un coefficient d'élanement H/D plus élevé, étofferont progressivement leur houppier et augmenteront leur résistance. Les interventions en coupe

Photo 3 : Souche de Douglas illustrant une reprise de croissance après une période de compression - Placette Gibles (71).



B. Borde © CNPF

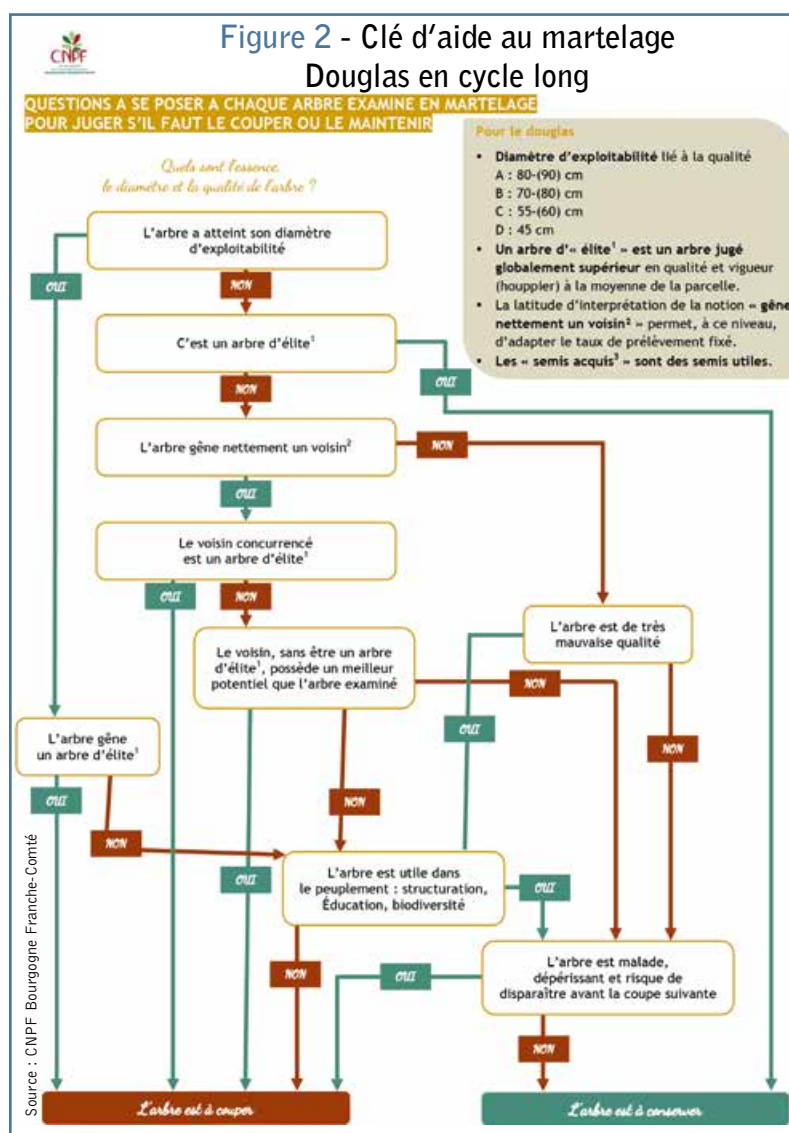
devront être légères (15 à 20 % du volume) mais régulières afin de conserver un peuplement poreux et un effet bloc réduit. Le risque de chablis étant plus élevé dans la période qui suit immédiatement une éclaircie, on évitera la réalisation de celle-ci durant la période hivernale, période où les tempêtes et coups de vent sont les plus fréquents. Les peuplements à risques élevés ne sont pas disposés à être engagés dans cet itinéraire (peuplement déjà instable, exposition défavorable, sol non propice à un bon enracinement tel les sols hydromorphes ou compacts). Il est possible d'intégrer dans le bilan économique de l'allongement de production le coût d'une assurance tempête qui viendrait compenser la moins-value subie lors de la commercialisation des bois, sachant que ceux-ci auront toujours une valeur en cas de sinistre. Par exemple, pour un peuplement de Douglas adulte de 2 ha situé en Bourgogne Franche-Comté, assurer une valeur de 10 000 euros/ha (forfait de 20 % de valeur de sauvetage à déduire) représente un coût annuel de 57 euros/ha (Sylvassur, mars 2020) soit l'équivalent de la production d'1 m<sup>3</sup> de Douglas et de 5 à 6 % de la valeur produite annuellement par le peuplement.

### Adapter la gestion et le martelage

L'objectif d'un itinéraire de gestion en cycle long n'est pas de cumuler le volume de bois pour un peuplement sans intervention, mais bien de récolter régulièrement la production de celui-ci lors d'éclaircies successives.

#### • Gestion du capital et de la densité

L'évolution de ces peuplements en « cycle long » passe par une réduction progressive de la densité tout en conservant un capital globalement constant. Le capital favorable permettant d'optimiser l'accroissement courant, de favoriser une régénération lente et de limiter les risques d'une trop grande capitalisation du volume a été approché dans les placettes étudiées ; il correspond à 10 fois la hauteur dominante du peuplement soit entre 350 et 500 m<sup>3</sup>/ha (25 à 35 m<sup>2</sup> de surface terrière) selon l'âge et la classe de fertilité. Si le capital initial à 50 ans est supérieur au capital optimum ainsi défini, on pourra récolter de manière progressive plus que l'accroissement. Si le capital initial est inférieur, on récoltera moins que l'accroissement afin de capitaliser le peuplement. Dans tous les cas, on adaptera la rotation des coupes et non l'intensité du prélèvement. Elle devra permettre de respecter un taux de prélèvement maximum de 20 % en



volume (ou en surface terrière) pour assurer la stabilité face aux vents et limiter les risques de chablis. La rotation des coupes dans les différentes placettes a varié de 4 à 6 ans avec un prélèvement moyen en volume de 85 m<sup>3</sup> par ha (60 à 110 m<sup>3</sup>) et un taux de prélèvement de 18 à 20 % du volume pour 13 à 15 % du nombre de tiges.

#### • Éclaircie par le haut et règles de martelage

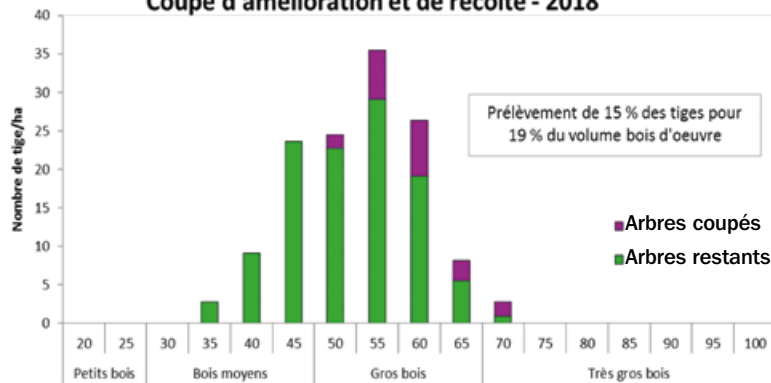
Le marquage des éclaircies a une grande importance dans cet itinéraire de cycle long. Véritable acte de gestion du peuplement, il est technique sans toutefois obéir à des règles fixes. Le choix des arbres à prélever doit tenir compte d'un ensemble de facteurs (diamètre d'exploitabilité, qualité, concurrence, état sanitaire, structuration, stabilité). Une clé d'aide au martelage peut être utilisée pour juger s'il faut couper ou maintenir un arbre (figure 2).

Les éclaircies favoriseront la croissance des arbres de meilleure qualité, notamment en prélevant les tiges les plus grosses mais surtout de qualité plus faible, d'où la dénomi-

Figure 3 - Exemple de martelage en cycle long.

Placette Anost (71)

Coupe d'amélioration et de récolte - 2018



B. Borde © CNPF

B. Borde © CNPF



Photo 4 : Douglas cycle long avec régénération naturelle – Placette St Firmin (71).



Photo 5 : Exploitation mécanisée de gros bois de Douglas en présence de régénération naturelle.

B. Vanstaavel © CNPF

nation d'éclaircie « par le haut ». Réaliser à partir de la troisième ou quatrième éclaircie ce principe d'éclaircie par le haut permettra d'économiser les tiges (taux de prélèvement en nombre de tiges plus faible pour un même volume) et facilitera l'allongement du cycle de production. Le critère « qualité » déterminera souvent le choix des arbres à conserver ou à exploiter. On veillera à ne pas retirer systématiquement les arbres dominés qui peuvent être utiles dans la structure et la stabilité du peuplement. Comme indiqué précédemment, un Douglas dominé durant une certaine période peut reprendre une croissance soutenue s'il a bénéficié d'éclaircies régulières à son profit (figure 3).

#### • Valorisation de chaque arbre en fonction de la qualité et définition de diamètres d'exploitabilité :

L'éclaircie « par le haut » privilégie donc d'abord l'exploitation des sujets de plus gros diamètre et de moindre qualité (qualité D et C)<sup>4</sup>. Il est important de ne pas capitaliser sur ces bois dont la commercialisation sera plus difficile si on leur laisse dépasser un diamètre supérieur à 55/60 cm. *A contrario*, on favorisera la croissance et on concentrera la production sur des arbres de meilleure qualité ou élagués, ces arbres n'ayant souvent pas atteint leur maturité économique optimale (figure 1). Pour le Douglas, le diamètre d'exploitabilité peut être fixé en fonction des qualités<sup>4</sup> (Qualité A : 80 cm - Qualité B : 70 cm - Qualité C : 55 cm - Qualité D : 45 cm).

#### Régénération, diversité et mélange

La régénération naturelle n'est pas un objectif prioritaire mais elle est bien souvent une conséquence de la gestion en cycle long. Les suivis réalisés sur les différentes placettes montrent que la proportion des peuplements avec présence de régénération naturelle augmente rapidement après 50 ans. La préservation d'un couvert et d'une ambiance forestière

avec son effet protecteur sur le sol, le maintien d'un capital modéré de 25 à 35 m<sup>2</sup> en surface terrière par ha, la fréquence des éclaircies par le haut, l'augmentation de la hauteur et de l'âge des arbres (donc de la fertilité des graines) sont autant d'éléments favorables à l'ensemencement et à la germination du Douglas ainsi qu'à l'apparition d'un sous-étage feuillu. À l'état juvénile, les semis de Douglas sont tolérants à l'ombrage et la conduite d'un peuplement en futaie claire va en général permettre à ceux-ci de profiter des apports de lumière réalisés au gré des éclaircies. Certains d'entre eux pourront ainsi se développer progressivement au sein du peuplement. Un travail au profit de cette régénération pourra être envisagé en fonction de l'orientation que le propriétaire donnera à son peuplement.

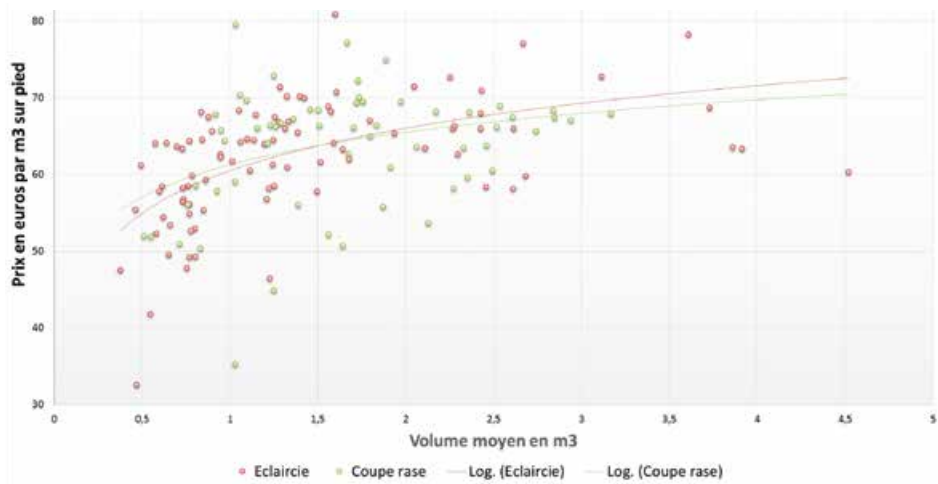
#### Production et exploitation de gros bois

L'exploitation de gros bois en éclaircie au sein d'une futaie ne présente pas de difficultés insurmontables. A qualité équivalente, la différence pour le prix au m<sup>3</sup> entre des bois issus d'éclaircie et des bois issus de coupes rases est très faible comme le montre l'analyse des ventes fin 2019 des experts forestiers en Bourgogne.

En présence de régénérations naturelles, quelques précautions supplémentaires peuvent être facilement mises en œuvre, notamment par l'utilisation impérative des cloisonnements d'exploitation. L'évolution de la mécanisation permet d'assurer une plus grande maîtrise de l'exploitation des gros et très gros bois avec notamment la possibilité de porter les arbres de 75 cm de diamètre et moins jusqu'aux cloisonnements afin d'abattre et ébrancher ceux-ci en minimisant les dégâts. Si des dégâts particuliers sont à craindre (pente forte, densité...) on peut opter pour un mode de vente en régie qui permet la maîtrise de l'exploitation par le gestionnaire ou le propriétaire.

<sup>4</sup> Voir Figure 5.

**Figure 4 - Analyse des ventes Douglas en Bourgogne – Automne 2019**



B. Borde © CNPF

**Bibliographie :**

Doussot R., Juin 2015 - *Conduite des peuplements forestiers adultes.*  
 SCHÜTZ J.-P., 2015. *Notre façon de conduire les éclaircies a évolué ces 50 dernières années: et pourquoi ?* Essai Schweiz Z Forstwes 166.

Le marché des gros bois de Douglas se développe en Bourgogne, on perçoit aujourd’hui une évolution dans les modalités d’exploitation, de commercialisation et de transformation. À côté du développement de lignes gros bois déjà réalisé dans certaines scieries ou en projets dans d’autres, l’exploitation sur coupe opère un tri avec une découpe de la partie gros bois (6 à 12 m) expédiée sur des sites adaptés aux sciages gros bois, la partie de grume restante (15 à 20 m) est quant à elle transformée comme un bois moyen sur une ligne Canter.

**Conclusions**

L’allongement du cycle de production d’une futaie de Douglas adulte présente de nombreux avantages directs et indirects pour celui qui cherchera à conserver et pérenniser le peuplement forestier qu’il a créé. Les suivis entrepris dans ces peuplements de Douglas âgés qui sont à poursuivre, permettent déjà de mieux comprendre les effets de la sylviculture sur la production et la qualité des arbres. Nous ne sommes avec le Douglas qu’à la fin de la première révolution de 50 ans et bien des éléments de connaissance restent à acquérir notamment sur le comportement de ces peuplements face aux changements climatiques. Alors que certains pensent qu’au lieu de produire et récolter des Douglas de qualité sur une période de 80 ans, il est préférable de produire sur la même période deux fois des arbres de 40 ans, d’autres soutiennent que l’évolution des pratiques et des itinéraires est aujourd’hui nécessaire, que les problèmes de tous ordres que peuvent soulever aujourd’hui certaines sylvicultures obligent à adapter en conséquence les choix sylvicoles.

Le Douglas est une essence très réactive aux interventions ; sa longévité et sa croissance soutenue nous autorisent à imaginer des peuplements différents et la possibilité de s’ouvrir vers d’autres sylvicultures telles que le mélange d’essences ou l’irrégularisation. ■

**Figure 5 - Classement Bois Rond Douglas**  
 D’après la norme EN 1927-1 à 3 (2008-05) adapté par J.D. Lanvin, FCBA.

Critères observés	A	B	C	D
Largeur de cerne <sup>1</sup>	≤ 8 mm	≤ 8 mm		
Poches de résine		1 par section		
Nœuds <sup>2</sup> adhérents, sains		≤ 5 cm	≤ 8 cm	
morts		≤ 4 cm	≤ 7 cm	
pourris			≤ 4 cm	
Fil tors	≤ 3 cm/m	≤ 7 cm/m	≤ 10 cm/m	
Cœur excentré <sup>3</sup>	≤ 10 %	≤ 20 %		
Courbure <sup>4</sup> si ø < 35 cm	≤ 1 cm/m	≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	≤ 4,5 cm/m
si ø ≥ 35 cm	≤ 1,5 cm/m	≤ 2 cm/m	≤ 3 cm/m	≤ 4,5 cm/m
Décroissance <sup>5</sup> si ø < 35 cm		≤ 1,5 cm/m	≤ 2,5 cm/m	
si ø ≥ 35 cm		≤ 2 cm/m	≤ 4 cm/m	
Fentes de cœur si ø < 35 cm			≤ ½ ø	
si ø ≥ 35 cm	≤ ¼ ø	≤ ½ ø	≤ ½ ø	
Rouille si ø < 35 cm				≤ ½ ø
si ø ≥ 35 cm		≤ ¼ ø	≤ ½ ø	≤ ½ ø
Pourriture, attaques d’insectes				
Discoloration				

■ Interdit   
 ■ Permis sous certaines conditions   
 ■ Permis sans restriction

Ø : diamètre médian sous écorce de la bille  
<sup>1</sup> largeur moyenne d’accroissement mesurée sur le tiers extérieur d’un rayon moyen  
<sup>2</sup> plus petit diamètre si le nœud est ovale  
<sup>3</sup> écart de la moelle au centre géométrique de la section, en % du diamètre  
<sup>4</sup> flèche maximale divisée par la longueur de la bille mesurée  
<sup>5</sup> différence des Ø gros bout moins fin bout divisée par la longueur de la bille mesurée

**Résumé**

Les peuplements de Douglas en Bourgogne arrivent progressivement à un diamètre où la récolte de l’ensemble du peuplement est possible. À côté de la récolte totale avec un renouvellement par plantation ou régénération naturelle, se présente la possibilité d’allonger le cycle de production de ces peuplements sous certaines conditions. Dans le cadre du réseau de référence et d’expérimentation conduit par le CRPF Bourgogne Franche-Comté, plusieurs dispositifs « Douglas » sont suivis afin d’étudier l’évolution des peuplements dans le cadre d’une gestion en cycle long, soit entre 50 et 80 ans. Les résultats de ces mesures et observations permettent de mieux comprendre les effets de la sylviculture sur la production et la qualité des arbres produits et sur l’évolution de ces peuplements. Les éléments recueillis permettent également de formuler quelques conseils concernant cette orientation de gestion pour une futaie de Douglas adulte.

**Mots-clés :** Douglas, sylviculture, cycle long, gros bois.

# Simuler la croissance du Douglas en climat changeant

par Simon Martel, CNPF-IDF et Denis Loustau, INRAE-ISPA

*La modélisation, grâce aux performances accrues des outils informatiques, permet de construire des scénarios afin d'évaluer de nombreux facteurs intéressant les forestiers comme la croissance ou les risques. Le modèle GO+ de l'INRAE offre de belles perspectives en la matière.*



15 min

## À chaque modèle son usage

Différents types de modèles coexistent pour la forêt. Les modèles de niche relient la présence d'une espèce aux conditions climatiques qu'elle rencontre. Ils permettent de simuler la présence potentielle des essences suivant différents scénarios climatiques. Les modèles de dépérissement suivent le même principe pour prédire les dépérissements éventuels d'une essence en climat futur. De tels outils peuvent notamment aider le sylviculteur à choisir une essence au moment des phases de renouvellement. Les modèles de

croissance permettent quant à eux d'évaluer le comportement futur de l'essence choisie ou des peuplements déjà en place. Ils apportent des informations sur la dendrométrie et la production et peuvent aider au choix d'un itinéraire sylvicole.

## Projections climatiques

En particulier, les modèles dits « à base de processus » ou « mécanistes » sont adaptés pour simuler le fonctionnement des forêts dans des contextes climatiques nouveaux. Ces modèles rassemblent des connaissances sur le comportement écophysologique des essences (phénologie, cycle de l'eau, cycle du carbone, allocation des ressources au sein de l'arbre...). Un ensemble d'équations est « mis en musique » grâce à un code informatique, puis paramétré et testé avec des mesures de terrain. Le caractère générique des équations confère à ces modèles une certaine robustesse pour l'extrapolation dans des conditions jamais rencontrées, comme c'est le cas avec les scénarios climatiques.

## Le modèle INRAE GO+

Le modèle GO+, développé par l'institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE) de Bordeaux, fait partie de la famille des modèles à base de processus. Initialement utilisé comme outil de recherche, il est paramétrable en fonction d'itinéraires sylvicoles et présente donc un intérêt en tant qu'outil d'aide à la décision. La version actuelle de GO+ se limite aux peuplements monospécifiques et réguliers, plus facilement modélisables en première approche. Des développements sont prévus pour simuler d'autres types de gestion (régénération sous couvert voire futaie irrégulière). GO+ est opérationnel pour plusieurs essences forestières : le pin maritime, le Douglas, le hêtre et prochainement les chênes sessile et pédonculé.

*Le modèle GO+ est testé sur des peuplements suivis sur le long terme dans toute la France grâce aux réseaux Renecofor.*





Figure 1 - Itinéraires sylvicoles élaborés par les sylviculteurs du Haut-Languedoc



*E : éclaircie (taux de 30 %),  
CR : coupe rase*

Source : projet EVAFORA (Martel et al., 2018)

### Modéliser la croissance du Douglas

Des travaux ont été engagés dès 2014 par le CNPF pour permettre le transfert des résultats issus du modèle GO+ aux gestionnaires forestiers. Le projet EVAFORA (programme REACTIF-2, Agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'énergie (Ademe)) s'est ainsi focalisé sur le Haut-Languedoc, site particulièrement intéressant pour le Douglas car en limite méridionale de la zone de présence de l'essence en France. Un travail bibliographique a permis d'adapter les équations de GO+ à l'écophysiologie du Douglas. Des sites canadiens de mesure permanente des flux de carbone ont été utilisés pour calibrer et évaluer le modèle. GO+ (version 26.1) a ensuite été testé sur des peuplements suivis sur le long terme dans toute la France grâce aux réseaux Renecofor et GIS Coop de données Douglas<sup>1</sup>. Cette évaluation permet de s'assurer qu'en alimentant le modèle avec des données climatiques passées, il restitue sans biais des mesures telles que teneurs en humidité du sol, dates de débourrement et surtout croissances en diamètre et surface terrière.

### Co-construction d'itinéraires sylvicoles

Un des intérêts de GO+ est de pouvoir comparer des modes de gestion entre eux sur le long terme. Les sylviculteurs du Haut-Languedoc (propriétaires du CETEF du Tarn, gestionnaires, agents du CRPF et de l'Office natio-

nal des forêts (ONF)) se sont impliqués pour élaborer les itinéraires sylvicoles, par la suite modélisés avec GO+. Ils ont établi une liste de 6 itinéraires représentant la gestion actuelle ou des options envisagées comme adaptation au changement climatique ou au contexte économique futur (figure 1). Le modèle GO+ ne permet malheureusement pas encore de simuler des peuplements mélangés ou irréguliers : bien qu'intéressantes dans le cadre de l'adaptation au changement climatique, ces options ont donc été exclues.

### Quelques résultats

Les simulations réalisées en « climat historique » en Haut-Languedoc montrent une bonne corrélation entre altitude et production pour le Douglas avec les meilleures fertilités atteintes à partir de 750 m d'altitude. Les accroissements moyens maximum donnés par GO+ dépassent les 20 m<sup>3</sup>/ha/an, ce qui correspond aux observations locales sur les meilleures stations. Parmi les scénarios de climat futur utilisés en entrée de GO+, on retient les deux extrêmes : le scénario RCP 2.6 « optimiste » dont on sait aujourd'hui qu'il est probablement inatteignable et le scénario RCP 8.5 qui correspond à un réchauffement marqué. On constate que ces deux scénarios se différencient réellement à partir de 2050 pour les températures et dans une moindre mesure pour les précipitations et l'humidité atmosphérique.

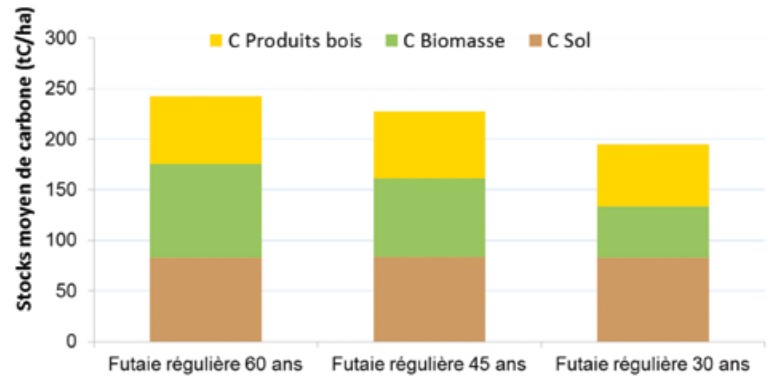
<sup>1</sup> Le Groupement d'Intérêt Scientifique Coopérative de données sur la croissance des peuplements forestiers (GIS Coop) a pour objectif le recueil et la mise en commun de données scientifiques sur la croissance des peuplements forestiers, destinées à l'établissement de modèles de croissance et d'outils d'aide à la gestion. Les partenaires du GIS Coop Douglas sont le FCBA, l'INRAE, l'ONF et le CNPF.

## Les scénarios climatiques RCP

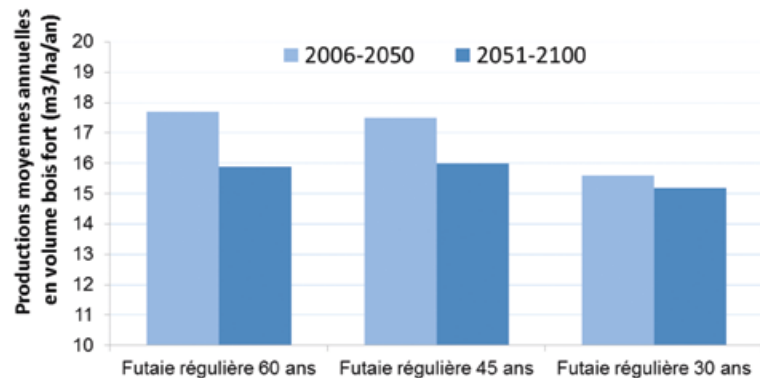
Les scénarios climatiques sont des représentations vraisemblables et souvent simplifiées de futurs climats, fondées sur un ensemble intrinsèquement cohérent de relations climatologiques. Les scénarios climatiques dits « RCP » découlent des scénarios de concentration de gaz à effet de serre (GES) du GIEC (2014) : RCP pour Representative Concentration Pathway. La sélection des scénarios RCP a été effectuée par les scientifiques sur la base de 300 scénarios publiés dans la littérature. Le RCP 8.5, le plus pessimiste, n'est dépassé que par environ 10 % des hypothèses envisagées, tandis que le plus favorable, le scénario RCP 2.6, ne dépasse que près de 10 % d'entre elles. Ces scénarios ne sont ni des prédictions, ni des prévisions.

Figure 2 - Comparaison des simulations du modèle GO+ (v 26.1) selon trois itinéraires sylvicoles selon leur durée de révolution :

a) Stocks moyens de carbone pour 2006-2100 en RCP 2.6



b) Productions moyennes annuelles en volume bois fort en RCP 8.5 pour le futur proche (2006-2050) et lointain (2051-2100)



Source : projet EVAFORA (Martel et al., 2018)

### Effet « fertilisation CO<sub>2</sub> »

Pourtant, la croissance des Douglas jusque 2100 est similaire entre ces deux climats. La baisse de croissance liée au stress hydrique est bien simulée par le modèle, mais elle est contrebalancée par un effet de « fertilisation CO<sub>2</sub> ». En effet, dans le scénario RCP 8.5 (voir encadré page suivante), la concentration atmosphérique en CO<sub>2</sub> est deux fois plus importante en 2100 que dans celle du 2.6 où elle varie peu par rapport à aujourd'hui. La photosynthèse s'en retrouve « boostée ». Ce résultat est cependant à prendre avec des pincettes, car le modèle ne tient que partiellement compte du risque de dépérissement qui est, pour le Douglas, probablement autant lié à un effet purement thermique (« coup de chaud ») qu'au stress hydrique.

### Quelle durée de révolution ?

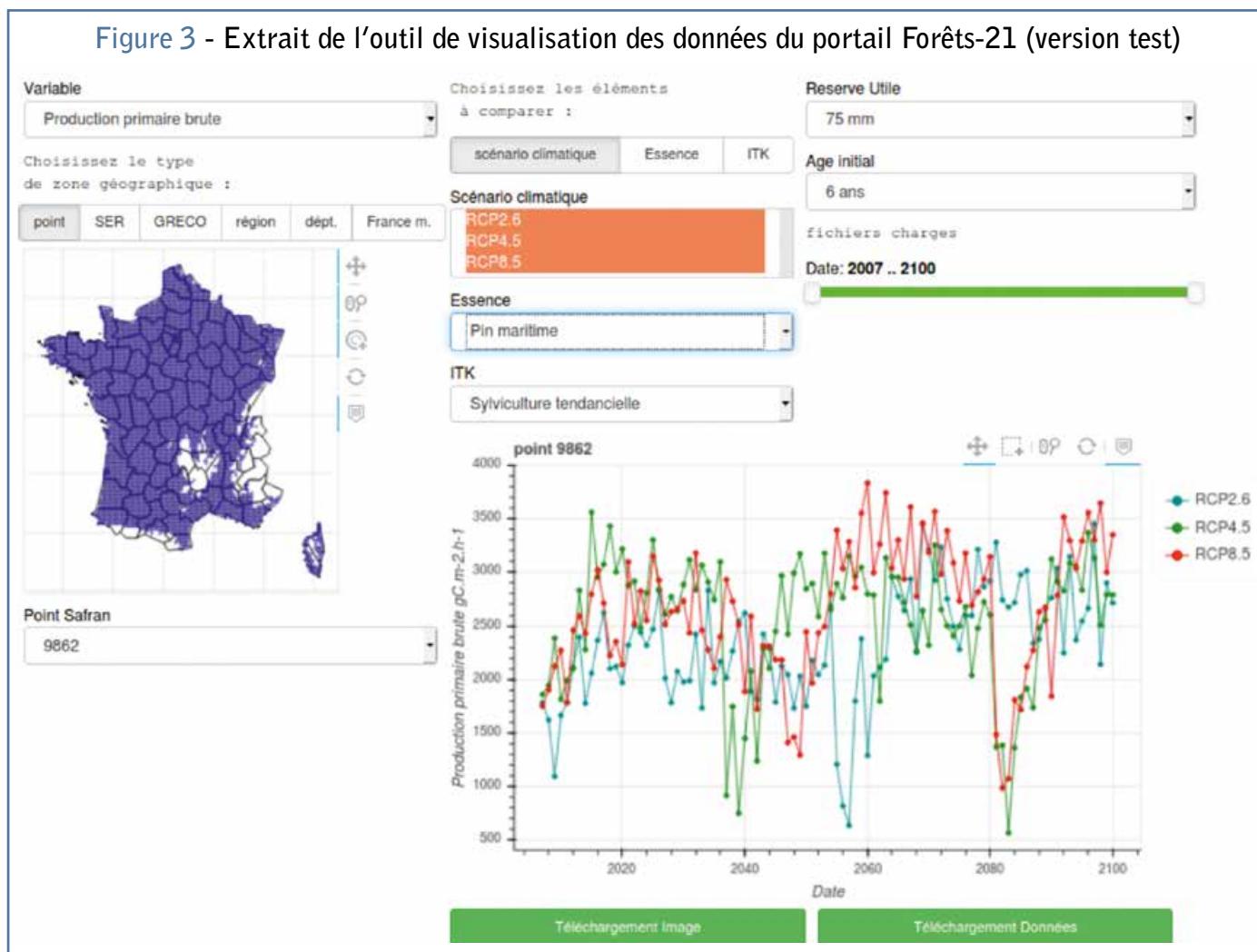
Vis-à-vis du bilan carbone, on retiendra que la réduction des durées de révolution entraîne une diminution de séquestration de carbone dans les différents réservoirs : biomasse, sols, produits bois (figure 2a). Les stratégies visant à réduire la durée des cycles (ou de réduire

fortement la densité initiale) n'apportent pas un bilan carbone positif (même en y incluant la substitution) par rapport au maintien des itinéraires sylvicoles plus longs ou plus denses. Le stock moyen en forêt est en effet réduit car l'âge de coupe devient inférieur à l'optimum de production volumique. Par ailleurs, les quantités de bois d'œuvre sont moindres alors que celui-ci a une durée de vie plus longue que les autres usages et surtout peut se substituer à des matériaux énergivores (acier, pvc, béton...). Néanmoins, les écarts sont moins marqués après 2050 car les itinéraires longs ou à plus forte densité montrent des pertes de production plus importantes face aux modifications du climat (figure 2b).

### Vers un portail web : Forêts-21

La suite de cette étude spécifique au Haut-Languedoc sera développée avec le projet « Forêts-21 » financé par le programme « Investissement pour l'amont forestier » du Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation : Il a pour objectif la mise à disposition d'une multitude de simulations à l'échelle nationale pour sept essences : les pins maritime, laricio

Figure 3 - Extrait de l'outil de visualisation des données du portail Forêts-21 (version test)



Source : INRAE

et sylvestre, le Douglas, le hêtre et les chênes sessile et pédonculé. Le portail web Forêts-21 se destine à être un outil de pilotage stratégique pour les gestionnaires forestiers et décideurs publics. Après avoir choisi un itinéraire sylvicole, une classe de réserve utile, un âge initial et la région concernée (échelles allant du pixel de 8 km à la France entière), les utilisateurs auront accès à des résultats sous forme de nombreuses variables : production de bois, bilan carbone, bilan hydrique, indice de stress

des arbres, indices de risque incendie et tempête (figure 3)...

Chacun des itinéraires sylvicoles proposés a été co-construit entre l'équipe du projet et des experts sylvicoles. Ainsi, un atelier réunissant des spécialistes de la sylviculture du Douglas (propriétaires, gestionnaires de coopératives, experts forestiers, agents de l'ONF et de CRPF) a permis d'identifier sept itinéraires sylvicoles nationaux. Leur modélisation sera disponible sur le portail Forêts-21 en 2021. ■

#### Bibliographie

Moreaux, V., Martel, S., Bosc, A., Picart, D., Achat, D., Moisy, C., Aussenac, R., Chipeaux, C., Bonnefond, J.-M., Trichet, P., Vezy, R., Badeau, V., Longdoz, B., Granier, A., Rouspard, O., Nicolas, M., Pilegaard, K., Matteucci, G., Jolivet, C., Black, A.-T., Picard, O., and Loustau, D.: Energy, water and carbon exchanges in managed forest ecosystems: description, sensitivity analysis and evaluation of the INRAE GO+ model, version 3.0, Geosci. Model Dev. Discuss., <https://doi.org/10.5194/gmd-2020-66>, 2020.

Martel, S., Loustau, D., Achat, D., Picard, O., Moisy, C., Drouineau, S., Maviel, M., Mugica, A., Petroff, A., Husson, H., Maris, C., Beaussart, X., 2018. Evaluation de l'effet d'atténuation des forêts de production adaptées au changement climatique : projet EVAFORA. – Rapport Final. 53 p.

#### Résumé

Le modèle de croissance à base de processus « GO+ » a été utilisé pour comparer des itinéraires sylvicoles de Douglas élaborés par les sylviculteurs. La modélisation tient compte des différents scénarios climatiques. Les résultats montrent notamment que les révolutions courtes ne sont pas les plus performantes pour l'atténuation du changement climatique. La suite de cette étude : d'ici 2021, le portail web « Forêts-21 » permettra de consulter une multitude de résultats de modélisation pour 7 essences françaises.

**Mots-clés :** Douglas, modèle, adaptation, croissance, climat.

# L'engouement de la filière pour le Douglas dynamise les marchés

par Sébastien Chaton, Expert forestier<sup>1</sup>

*Les boisements de Douglas installés dans les années 70 et 80 avec le soutien du Fond Forestier National arrivent progressivement en pleine production. Les volumes conséquents de bois d'œuvre présentés sur les marchés rencontrent les besoins des acheteurs. Les cours progressent régulièrement, faisant du Douglas une essence de plus en plus prisée.*



12 min

<sup>1</sup>sebastien.chaton@expert-forestier.fr

<sup>2</sup> Institut technologique Forêt cellulose bois-construction ameublement.

D'année en année, la récolte de Douglas sur le territoire français ne cesse de croître. Selon le FCBA<sup>2</sup>, elle pourrait doubler voire tripler d'ici 2030, pour atteindre 6 millions de mètres-cubes par an, propulsant la France au statut de premier producteur européen de Douglas.

L'intérêt des scieurs et des exploitants forestiers pour cette essence est également grandissant, comme en témoignent les résultats des dernières ventes organisées par les Experts Forestiers de France (EFF). En 2019, 94 % des volumes de Douglas présentés en

ventes groupées (350 401 m<sup>3</sup>) ont trouvé preneurs, contre 89 % en 2018 (368 973 m<sup>3</sup>) et 85 % en 2017 (363 911 m<sup>3</sup>).

L'analyse du nombre de soumissions collectées confirme cette tendance. Au cours du premier semestre 2017, un lot de Douglas mis en marché dans une vente groupée EFF recevait en moyenne 3,8 propositions d'achat.

À l'automne 2019, les coupes de Douglas ont obtenu, en moyenne, près de 5 offres d'acquisition.

Plusieurs raisons peuvent expliquer cet engouement des acheteurs pour le Douglas :

► De manière générale, les volumes de Douglas mis en marché en 2019 étaient légèrement inférieurs aux années précédentes, générant ainsi un perceptible déséquilibre entre l'offre et la demande. En effet, à partir de l'été 2019, des gestionnaires du quart Nord-Est de la France ont été contraints de concentrer leurs priorités sur la gestion de la crise des scolytes. Les martelages de certaines éclaircies ont donc été reportés de quelques mois. Une légère distorsion entre les volumes de Douglas présentés sur les marchés et une attente forte de l'aval de la filière a participé à l'augmentation des cours ;

► Le recours au matériau bois est de plus en plus fréquent dans les projets immobiliers et l'utilisation du Douglas est croissante dans ces programmes de construction. Les travaux de l'association France Douglas, débutés voilà près de 25 ans, ont été essentiels à la promotion de cette essence et la filière commence à en récolter les fruits.



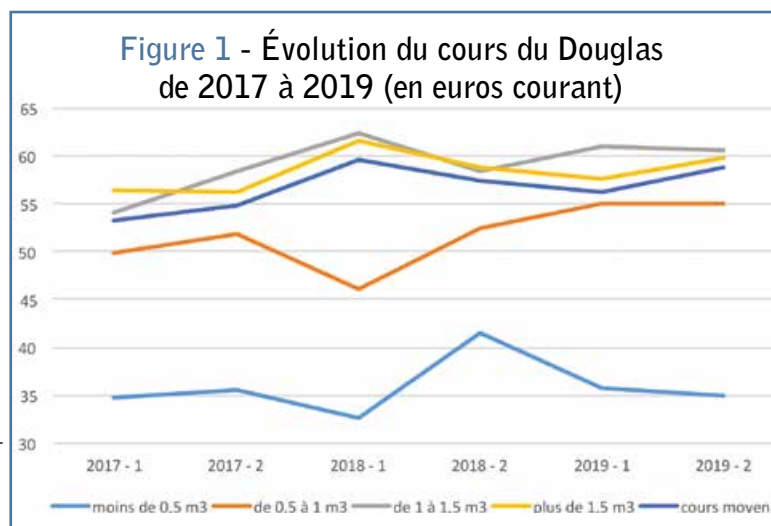
**Montsauche (58) :**  
Les billes de pied de Douglas élaguées sont recherchées par des utilisateurs soucieux de valoriser les qualités de bois les plus nobles.

© Sébastien Chaton

L'émergence de nouvelles utilisations du Douglas dans l'aménagement extérieur ou intérieur renforce également l'intérêt des scieries et des exploitants forestiers pour cette essence.

Volume unitaire moyen	moins de 0,5 m <sup>3</sup>	de 0,5 à 1 m <sup>3</sup>	de 1 à 1,5 m <sup>3</sup>	plus de 1,5 m <sup>3</sup>	Prix moyen
1 <sup>er</sup> Semestre 2017	34,69 €/m <sup>3</sup>	49,78 €/m <sup>3</sup>	54,07 €/m <sup>3</sup>	56,47 €/m <sup>3</sup>	53,25 €/m <sup>3</sup>
2 <sup>e</sup> Semestre 2017	35,63 €/m <sup>3</sup>	51,86 €/m <sup>3</sup>	58,39 €/m <sup>3</sup>	56,13 €/m <sup>3</sup>	54,76 €/m <sup>3</sup>
1 <sup>er</sup> Semestre 2018	32,63 €/m <sup>3</sup>	46,09 €/m <sup>3</sup>	62,38 €/m <sup>3</sup>	61,54 €/m <sup>3</sup>	59,59 €/m <sup>3</sup>
2 <sup>e</sup> Semestre 2018	41,47 €/m <sup>3</sup>	52,51 €/m <sup>3</sup>	58,34 €/m <sup>3</sup>	58,84 €/m <sup>3</sup>	57,34 €/m <sup>3</sup>
1 <sup>er</sup> Semestre 2019	35,79 €/m <sup>3</sup>	55,08 €/m <sup>3</sup>	60,92 €/m <sup>3</sup>	57,52 €/m <sup>3</sup>	56,18 €/m <sup>3</sup>
2 <sup>e</sup> Semestre 2019	35,04 €/m <sup>3</sup>	55,08 €/m <sup>3</sup>	60,53 €/m <sup>3</sup>	59,89 €/m <sup>3</sup>	58,74 €/m <sup>3</sup>

Source : Experts Forestiers de France.



Le tableau et la figure 1 récapitulent l'évolution des cours du Douglas depuis 2017 (lots de bois vendus sur pied).

Ces chiffres résultent de l'analyse des ventes groupées d'Experts Forestiers de France sur l'ensemble du territoire français.

Toutes régions confondues, les chiffres indiquent une augmentation des cours du Douglas de l'ordre de 5 à 10 % sur les 3 dernières années. En toute logique, les progressions les plus importantes sont celles des Douglas dont le volume moyen est situé entre 0,5 m<sup>3</sup> et 1,5 m<sup>3</sup>. En effet, les principaux acteurs de la première transformation utilisent des lignes de sciage standardisées équipées de canters qui acceptent des billons jusqu'à 45 cm de diamètre, soit des arbres dont le volume n'excède pas 2 m<sup>3</sup>.

La tendance n'est toutefois pas homogène sur l'ensemble du territoire. Les régions les mieux pourvues en scieries connaissent une augmentation supérieure des cours. La dernière vente de coupes de résineux organisée par Experts Forestiers de France à Saulieu (21), en novembre 2019, a obtenu des résultats jamais atteints jusqu'alors. Cette session de vente regroupait 66 000 m<sup>3</sup> de Douglas, soit près de 18 % du volume global présenté en vente groupée par les experts forestiers au cours de l'année 2019.

Le tableau ci-dessous récapitule les prix obtenus lors de la vente de Saulieu en novembre 2019, par catégorie de volume moyen (coupes vendues sur pied) :

Volume moyen	Prix moyen	Fourchette de prix
de 0,5 à 1 m <sup>3</sup>	61 €/m <sup>3</sup>	de 53 à 68 €/m <sup>3</sup>
de 1 à 1,5 m <sup>3</sup>	67 €/m <sup>3</sup>	de 58 à 71 €/m <sup>3</sup>
de 1,5 à 2 m <sup>3</sup>	71 €/m <sup>3</sup>	de 62 à 77 €/m <sup>3</sup>
plus de 2 m <sup>3</sup>	69 €/m <sup>3</sup>	de 61 à 78 €/m <sup>3</sup>

Source : Experts Forestiers de France.

Ces lots de bois étaient majoritairement localisés sur le Morvan. Plusieurs scieries industrielles quadrillent cette région naturelle et dynamisent les marchés. Comme à l'échelon national, les coupes dont le volume moyen des arbres est compris entre 1 et 2 m<sup>3</sup> concentrent l'attention des acheteurs. Ce sont généralement celles qui reçoivent le plus de soumissions, jusqu'à 10 propositions d'achat pour l'article le plus convoité.

La progression des cours du Douglas par rapport à la vente de Saulieu en novembre 2018 est de l'ordre de 10 % en moyenne. Toutes dimensions et toutes qualités confondues, le prix moyen du Douglas atteint 65 €/m<sup>3</sup> en novembre 2019 contre 59 €/m<sup>3</sup> à l'automne 2018.

Une analyse approfondie des résultats de cette dernière vente de Saulieu montre que la présence de dessertes forestières et d'aires de

**La Grande Verrière (71) : dans le Morvan, sur les stations les plus fertiles, quelques propriétaires forestiers ont opté pour un allongement des rotations sylvicoles.**

© Sébastien Chaton



1

**1 - Montillot (89) :**  
les lots de Douglas situés dans les forêts équipées de bonnes infrastructures obtiennent les meilleurs prix de vente.

**2- Saint Brisson (58) :**  
le vieillissement des futaies de Douglas peut s'associer à un renouvellement par régénération naturelle.



2

stockage en bon état garantissent des prix de vente supérieurs de 5 à 10 % en moyenne. Le Morvan est un massif sillonné de petites routes communales ou départementales. Il est délicat et parfois même dangereux de débarquer et stocker les produits des coupes aux abords de ces infrastructures. Le chargement d'un camion grumier stationné en bordure d'une voie communale peut, dans certains cas, perturber le trafic routier durant 45 mn, voire une heure, générant ainsi des nuisances et du danger pour les automobilistes. Les routes forestières et les places de dépôt créées au cœur des massifs baissent les coûts d'exploitation des bois et permettent aux différentes entreprises de travailler en toute sécurité tant pour elles-mêmes que pour les usagers du réseau routier. Lors de cette vente de Saulieu, quelques coupes de Douglas martelées dans la région Grand Est (Aube et Haute-Marne) ont obtenu d'excellents prix de vente, parfois même 10 % supérieurs à la moyenne des cours. Outre la qualité des boisements, la proximité des marchés belges et allemands peut ici expliquer ces bons résultats.

Enfin, pour conclure l'analyse de cette vente de coupes de résineux de Saulieu, les experts forestiers constatent que les lots de Douglas d'un volume unitaire supérieur à 2 m<sup>3</sup> bénéficient d'un regain d'intérêt des acheteurs par rapport aux années précédentes. Ces coupes reçoivent davantage de soumissions et les prix de vente, bien qu'inférieurs à la classe de volume précédente (1,5 à 2 m<sup>3</sup> par arbre), ont atteint un montant moyen de 69 €/m<sup>3</sup>. Certains lots, facilement accessibles et de très belle qualité, ont même largement dépassé les 75 €/m<sup>3</sup>. A l'automne 2018, des lots de Douglas similaires se négociaient exceptionnellement au-delà de 65 €/m<sup>3</sup>.

Les bons résultats de vente des gros Douglas rassurent les propriétaires forestiers qui ont opté, sur les stations les plus fertiles, pour un allongement des rotations sylvicoles ou une irrégularisation des futaies. En marge de cette vente groupée, des billes de pied de Douglas ont récemment été cédées à plus de 100 €/m<sup>3</sup>, voire 110 à 120 €/m<sup>3</sup> pour les meilleures qualités. Ces montants se rapprochent progressivement des valeurs pratiquées sur les marchés belges ou allemands. Sur ces bases, il est cohérent de penser que, lorsque les Douglas

du quart Nord-Est de la France atteindront les dimensions des plus gros Douglas allemands (diamètres à 1,30 m supérieurs à 80 cm), nos prix de vente rejoindront ceux obtenus outre Rhin, c'est-à-dire 150 à 200 €/m<sup>3</sup> pour des grumes élaguées sur 8 à 10 mètres de hauteur, et présentant une proportion importante de duramen (bois rouge).

Dans les prochaines décennies, la production de gros Douglas de qualité devrait logiquement favoriser le développement d'unités de transformation capables de valoriser cette ressource. Des projets de ligne de sciage gros bois sont d'ores et déjà à l'étude ou en cours d'installation. De plus, comme dans le Nord de l'Europe, de nouvelles utilisations devraient émerger sur les zones de production (construction, aménagement intérieur ou extérieur...).

L'opportunité pour les propriétaires forestiers de laisser vieillir leurs futaies de Douglas offre par ailleurs une réponse aux attentes de plus en plus pressantes d'une partie de la société civile. En limitant le nombre des coupes rases ou en les répartissant sur plusieurs décennies, ces évolutions de la sylviculture des boisements de Douglas auront une influence directe sur les paysages. Selon de récentes études, le vieillissement des peuplements de Douglas pourrait également avoir des effets bénéfiques sur la fertilité des sols, la préservation de la qualité de l'eau ou bien encore la séquestration du carbone. Le développement de pratiques sylvicoles fines, plus en phase avec les lois de la nature, et la création d'entreprises de première ou deuxième transformation capables de valoriser les meilleures qualités de Douglas devraient générer des emplois de proximité dans des régions rurales qui nécessitent aujourd'hui de vrais efforts de développement.

Les propriétaires forestiers les plus motivés et leurs gestionnaires auraient tout intérêt à solliciter le concours (aide publique, communication sur les usages du Douglas, formation) de la puissance publique pour stimuler une dynamique autour de ces nouvelles pratiques sylvicoles, mais également en faveur de la valorisation des qualités de Douglas les plus nobles. A terme, ces efforts de promotion devraient peser favorablement sur les cours du Douglas. ■

# La fabrication de LAMIBOIS (LVL) en Douglas, une opportunité française

🕒 25 min

Louis Denaud et Robert Collet enseignants-chercheurs, Remy Frayssinhes doctorant, ENSAM Campus de Cluny

*Aujourd'hui, la situation forestière et économique fait de la ressource Douglas un atout pour la construction bois à partir d'un matériau local mieux à même de maîtriser notre empreinte carbone que les produits issus de bois d'importation. Le marché de la construction, bien que fortement secoué par les crises financières et sanitaires que nous avons connu depuis 10 ans, reste un secteur clef et à fort potentiel qui permettait encore au dernier trimestre 2019 de maintenir un prix des sciages de Douglas stable<sup>1</sup>.*

## Présentation de l'ENSAM et du Laboratoire Bois

L'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers ou Arts et Métiers, Sciences et Technologies, est l'une des plus anciennes Grandes Ecoles d'ingénieur française. Référence en génie mécanique et en génie industriel pour tous les secteurs industriels allant de la production au BTP, elle porte le projet d'une industrie du futur en phase avec la révolution industrielle du numérique en cours dans tous les secteurs y compris celui du bois. Forte de ses 8 campus et de ses 3 instituts répartis sur tout le territoire, elle offre aux entreprises françaises un réseau scientifique et technique de haut niveau cohérent et complémentaire. Elle s'appuie sur ses plateformes technologiques, sur son personnel (plus de 1 000 chercheurs, enseignants-chercheurs, enseignants, ingénieurs, personnels techniques et administratifs), ses étudiants sélectionnés individuellement (plus de 6 200 au total) et

sa filiale de valorisation AMVALOR adossée à chaque site qui compte plus de 130 salariés (majoritairement des ingénieurs et des chercheurs).

L'activité Bois se concentre principalement sur le Campus de Cluny qui dispose d'une ligne complète de déroulage instrumentée ainsi que d'une plateforme dédiée au classement pour la résistance mécanique des sciages à la pointe des développements scientifiques (Scanner Rayons X, mesure Orientation des Fibres y compris feuillus, Scanner vibratoire, machines d'essais destructifs). L'équipe Matériau et Usinage Bois du LaBoMaP, composée d'une quinzaine de personnes, s'intéresse en particulier à la valorisation des bois à croissance rapide comme le Douglas et des feuillus de qualité secondaire par le développement de produits techniques bois adaptés aux besoins de la construction parmi lesquels le Lamibois ou Laminated Veneer Lumber (LVL).

<sup>1</sup> Le Bois International (9) - 1040, 7 mars 2020.



Ligne de déroulage instrumentée du LaBoMaP à l'ENSAM de Cluny.

## Contexte

Les bois les mieux adaptés actuellement au marché sont de diamètre modéré, (plutôt de diamètres à 1,30 m sous écorce en dessous de 55 cm), bien conformés, peu noueux et riches en duramen. Cette ressource permet aux scieries industrielles de tirer la quintessence des outils de productions modernes par canter dont elles sont équipées. On peut parler d'industrie du futur car ces mêmes scieries sont capables de transformer un volume conséquent de bois avec un très bon rendement général et en classant les bois pour des applications structurales.

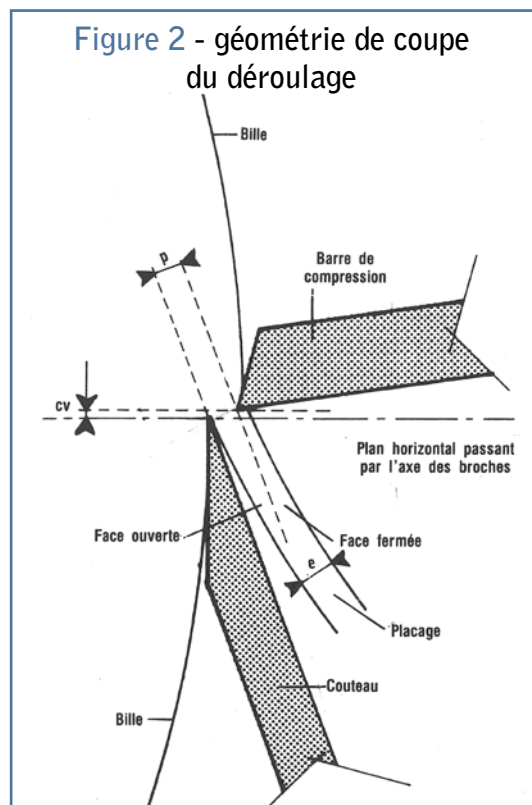
Pourtant, cette stratégie, la seule possible pour exister sur un marché du sciage très concurrentiel au niveau européen, laisse de côté les gros bois dont les cours ont eu tendance à baisser de manière sensible ces dernières années. Les gros bois ont en effet le double désavantage de ne pas être adaptés aux canters présents dans la plupart des scieries et de présenter, surtout pour les qualités C et D, des gros nœuds qui déclassent les sciages<sup>2</sup>. Faute de débouchés, les scieurs ne cherchent donc pas ce type de bois qui reste en forêt inexploité, poursuit sa croissance en diamètre entraînant une hausse de l'offre et mécaniquement une baisse du prix.

Ces arbres produisent pourtant un bois plutôt dense et mature<sup>3</sup> très intéressant d'un point de vue mécanique dans les zones sans défaut. Une solution pour valoriser ce bois pourrait consister à mieux répartir les défauts dans un produit technique afin de minimiser l'impact local d'un gros nœud par exemple. L'utilisation du déroulage apparaît alors comme une hypothèse crédible : adapté aux gros billons, permettant de séparer très simplement l'aubier du duramen et permettant de valoriser des bois de qualité secondaire<sup>4</sup>.

La première difficulté pour envisager de produire des LVL à partir de Douglas français est le déroulage. Bien que cette essence soit l'une des plus déroulées au monde avec notamment une production massive sur le continent Nord-Américain, il n'existe aucun site de production de placages déroulés de Douglas en France. Cette situation peut interpeller sur la déroulabilité du Douglas réputée plutôt mauvaise. Est-il vraiment différent de son cousin d'outre-Atlantique et peut-il se dérouler de manière acceptable pour réaliser des panneaux de LVL de qualité ?

## Le procédé de Déroulage

Le déroulage est un procédé de première transformation qui permet de générer un ru-



Source : Cahier techniques du CTBA 115 : technologie du déroulage.

ban continu de bois en utilisant un outil très tranchant (le couteau) et une barre de pression (Figure 2). C'est l'un des rares procédés où le produit est le copeau. Le but du dérouleur est de stabiliser au maximum la coupe pour obtenir un placage d'épaisseur régulière et peu fissuré. Le rôle de la barre de pression est de limiter la formation de fentes sur la face dite ouverte du placage (Figure 2).

L'image du déroulage en France est associée au peuplier, au hêtre ou à l'okoumé, des essences de feuillus très homogènes. Le Douglas représente donc une difficulté supplémentaire du fait de son hétérogénéité puisqu'à l'intérieur d'un seul cerne, sa densité locale peut varier de 350 à 1000 kg/m<sup>3</sup> sans parler de la présence de nœuds morts ou des différences aubier/duramen.

Il est courant d'étuver (chauffer les bois à l'eau liquide ou à la vapeur) des essences relativement denses comme le hêtre ou le pin maritime afin d'améliorer leur déformabilité. Cette étape permet de diminuer les efforts, de plastifier les nœuds et les poches de résine tout en limitant la profondeur des fissures de déroulage sur la face ouverte (Figure 2). Cependant, un sur-étuvage peut être néfaste du fait de l'apparition de fentes en bout des billons ou des surfaces pelucheuses impropres au collage et aux finitions. La production de surfaces pelucheuses entraîne aussi la formation d'amas de fibres entre la barre et le couteau qui imposent un arrêt de la dérouleuse pour les évacuer.

<sup>2</sup> Collet R., Bleron L. 2009, Perspectives de valorisation du Douglas en Bourgogne, Forêt-entreprise n°188, p.27-31.

<sup>3</sup> Le bois mature est celui produit par des arbres de plus de 20 ans en général.

<sup>4</sup> Collet R., 2015, Quels nouveaux débouchés pour les gros résineux, Forêt-entreprise n°224, p.41-43.



Figure 3 - LVL de Douglas



Yoann Portejoie © France Douglas

### Le LVL

Le LVL (Figure 3) est composé de placages déroulés et collés principalement, voir exclusivement, dans le sens longitudinal (direction des fibres) destiné à des produits de structure contrairement au contreplaqué où les plis sont systématiquement croisés et plutôt destinés à l'aménagement.

Cette stratégie de composition permet de conserver les bonnes propriétés mécaniques du bois dans le sens de la longueur du panneau tout en valorisant des placages de qualité médiocre. En utilisant « l'effet lamellation » qui distribue les défauts dans la masse du produit par opposition au cas du bois massif, le LVL permet de valoriser typiquement les surbilles et les bois délaissés par les scieries au travers de produits à hautes performances techniques.

La production mondiale a sensiblement augmenté ces dernières années en accord avec la demande en produits d'ingénierie maîtrisés et performants pour la construction (voir Figure 4). Pour des raisons économiques, culturelles et contextuelles, il n'existe aucun fabricant français de LVL ce qui interdit pour le moment le « made in France » sur ce type de produit. Le Douglas ne pourrait-il pas être une opportunité ?

### Le Douglas français : une essence adaptée au déroulage ?

Nous avons récemment conduit une étude<sup>5</sup> pour France Douglas qui avait deux objectifs : étudier la déroulabilité du Douglas et caractériser des poutres LVL représentatives de la ressource disponible. Une première campagne d'expérimentation a été réalisée avec les équipements du laboratoire de l'ENSAM pour proposer des paramètres de déroulages adaptés. Ces essais ont montré que les paramètres de coupe donnant le meilleur compromis étaient très comparables à ceux pratiqués en Amérique du nord. On peut donc considérer qu'avec des conditions sylvicoles comparables, les bois produits sont semblables des

Figure 4 - La production mondiale de LVL en volume et par marchés d'après Raute Oyj (LVL-Handbook, Metsä Wood)



deux côtés de l'Atlantique. En synthèse, il est recommandé de :

- étuver de manière modérée, i.e. entre 50 et 65°C, afin de plastifier le bois et notamment les nœuds sans trop dégrader la tenue du bois de printemps à l'origine des surfaces pelucheuses ;
- employer des angles de dépouille standard (entre - 0,5 et +1,5) pour dérouler des placages de 3 à 3,5mm d'épaisseur (cas courant dans le LVL) ;
- utiliser une barre de pression ronde et motorisée pour mieux évacuer les fibres de bois qui se coincent entre la barre et le couteau et génèrent des défauts ;
- utiliser une vitesse de coupe soutenue (> 90 m/min) afin de ne pas générer trop de surfaces pelucheuses (120 m/min).

La qualité des placages produits est convenable mais nous avons relevé deux spécificités qui imposent une certaine vigilance. Tout d'abord, la sécheresse relative du duramen des Douglas rend globalement plus cassant les placages. La littérature sur le sujet est unanime. Si l'aubier des bois sur pied présente une humidité moyenne supérieure à 100%, en revanche l'humidité moyenne du bois de cœur excède à peine le point de saturation des fibres, soit 30 % environ. Les placages de duramen apparaissent plus fissurés avec un état de surface plus dégradé que ceux produits dans l'aubier sans que ce soit réhibitoire pour leur utilisation.

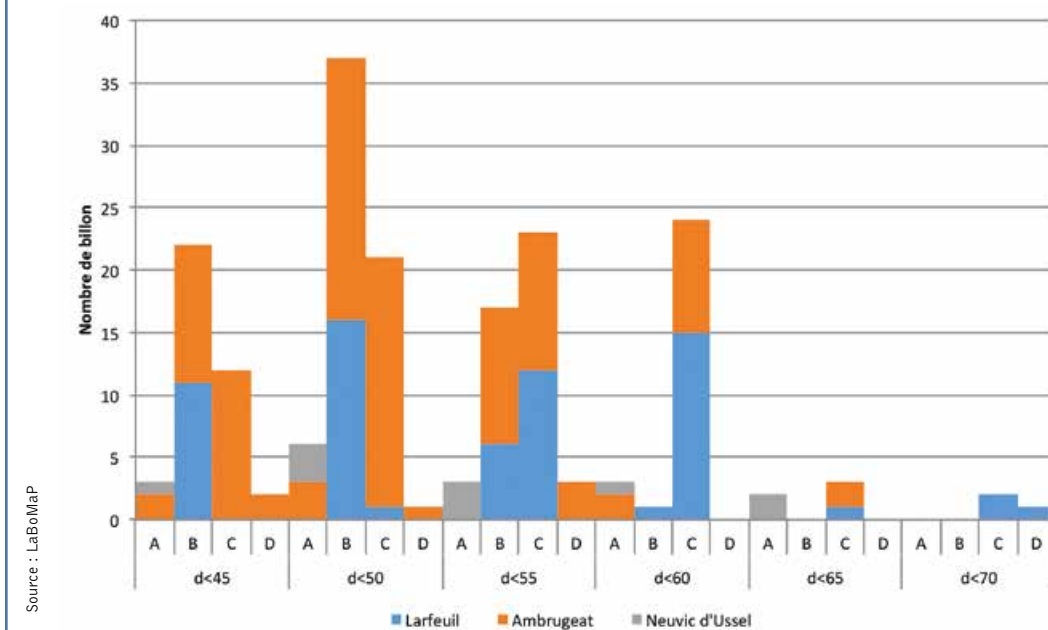
Un second phénomène pénalisant a été observé sur certaines provenances : les fentes radiales ou microfissuration<sup>6</sup>. Il s'agit de fentes présentes dans l'arbre sur pied qui traversent un cerne et peuvent mesurer près d'1,5m de longueur dans la hauteur du billon. Elles résulteraient de fortes différences de densité entre le bois de printemps et le bois d'été et seraient favorisées par des stress hydriques lors de la croissance de l'arbre.

Malgré ces deux caractéristiques qui nuisent à la déroulabilité du Douglas, la qualité des placages obtenus nous apparaît acceptable pour

<sup>5</sup> « Optimisation du procédé de déroulage de Douglas de gros diamètres et évaluation de la qualité des placages et caractérisation mécanique de panneaux CP et LVL », rapport d'étude AMVALOR pour France Douglas, 2018.

<sup>6</sup> Melin N. ; Riou-Nivert P. - Forêt-entreprise n°32 - 1985 - pp. 26-29.

Figure 5 - Répartition des qualités des billons suivant leur diamètre et leur provenance



produire du LVL. Une campagne de grande ampleur a permis de réaliser des panneaux en LVL sur l'unité de production de contreplaqué de Solferino du groupe Thébault.

### Fabrication et caractérisation de LVL de Douglas à échelle industrielle

#### Echantillonnage

Les coopératives Alliance Forêts Bois et CFBL<sup>7</sup> ont fourni les bois issus de lots représentatifs de leurs parcelles. Une première série (60 m<sup>3</sup>) a permis de valider les réglages du procédé (paramètres de coupe, température et durée d'étuvage) d'un point de vue industriel et de paramétrer le séchoir usuellement dédié au pin maritime. La seconde série, près de 100 m<sup>3</sup>, a été constituée pour tous les arbres de la bille de pied et des premiers billons (2,70 m). La répartition en volume et en qualité est présentée Figure 5 :

- Provenance 1 (P1) : 66 billons livrés (33 m<sup>3</sup>) par Alliance Forêts Bois proviennent de Larfeuil (19). Ces arbres, abattus à 65 ans, ont connu une sylviculture dynamique. La largeur de cerne moyenne est estimée à 0,40 cm pour un diamètre moyen de 52,1 cm.
- Provenance 2 (P2): 110 billons (56 m<sup>3</sup>) venant d'Ambrugeat (19) ont été fournis par CFBL. Ces billons sont issus d'un peuplement d'environ 60 ans dont le diamètre moyen est de 49,1 cm pour une largeur de cerne moyenne estimée à 0,41 cm.
- Provenance 3 (P3) : 10 autres billons (6 m<sup>3</sup>) ont été fournis par CFBL, provenant de la commune de Neuvic d'Ussel (19). Ces billons, âgés de 44 ans, ont la particularité d'avoir été élagués jusqu'à 6 m en 1993 et

présentent un diamètre moyen de 53,6 cm.

La largeur de cerne moyenne est estimée à 0,61 cm.

Hormis le cas particulier de la provenance 3 qui est une parcelle expérimentale, cette répartition est conforme à la ressource disponible pour les producteurs. La cible visée pour la fabrication de panneaux LVL est constituée des gros bois des qualités C et D.

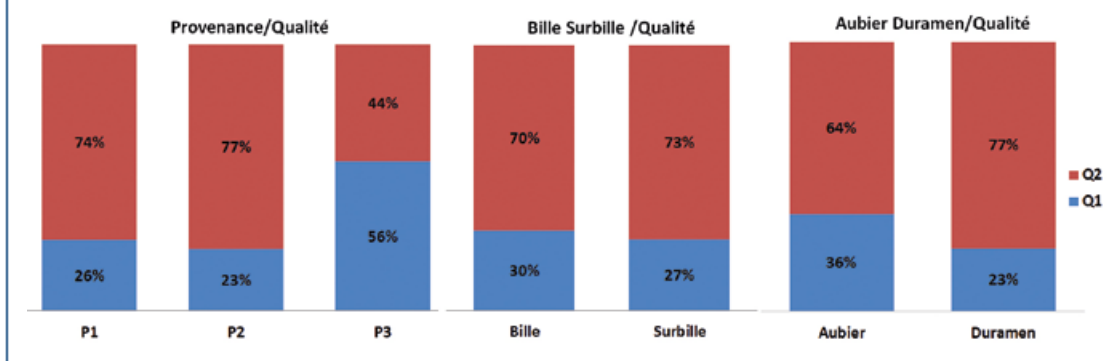
#### Qualité des placages

L'outil de production du partenaire industriel permet un classement automatique en temps réel à l'aide d'une caméra qui identifie et mesure les défauts des placages après leur séchage. Dans un souci de simplification, seules deux classes de qualité ont été constituées en regroupant des classes standards basées sur la norme de classement des placages du contreplaqué EN NF 635-3 : Q1 dite « qualité supérieure » (Classe I, II et III) et Q2 dite « qualité inférieure » (Classe IV). L'idée directrice derrière ce regroupement est de générer deux classes : celle dont les placages peuvent convenir pour les faces des panneaux Q1, et celle dont les placages doivent être utilisés en intérieur Q2. La figure 6 reprend les principaux résultats obtenus à partir des mesures de plus de 2 300 placages produits.

D'une manière générale, la qualité des placages d'aubier est meilleure. La présence de fentes et de nœuds plus nombreux dans le duramen explique cette différence. Le choix de deux classes de qualités Q1 et Q2 ne permet pas de différencier un effet billon sur notre échantillonnage. Enfin, les deux provenances les plus massives, P1 et P2, présentent à peu de chose près les mêmes caractéristiques avec 1 placage sur 4 qualifié en Q1 ce qui est

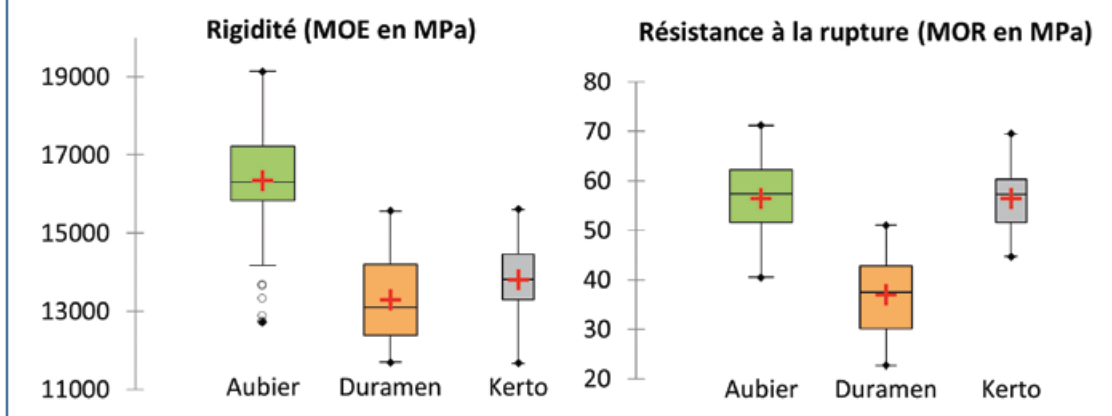
<sup>7</sup> Coopérative forestière Bourgogne Limousin (CFBL)

Figure 6 - Répartition de la qualité des placages déroulés (Q1 en bleu et Q2 en rouge) en fonction de leur provenance, du type de billon et du caractère aubier ou duramen



Source : LaBoMaP

Figure 7 - Comparaison de la rigidité et de la résistance entre les poutres constituées d'aubier, de duramen et des poutres KertoS



Source : LaBoMaP

très convenable pour fabriquer un LVL standard. La 3<sup>e</sup> provenance, bien que restreinte (10 billons), se distingue avec une majorité de placages classés Q1. Ce constat est logique puisque l'élagage et la sylviculture dynamique ont permis de produire un volume important de placages sans nœuds principalement dans l'aubier qui se déroule très bien.

### Constitution et caractérisation mécanique des LVL

Seuls les placages issus des plus gros arbres (diamètre > 50 cm) ont été retenus pour constituer 24 panneaux de LVL (2 500 mm x 1 250 mm x 45 mm) de 15 plis de 3 mm d'épaisseur. Pour chacun des panneaux, les critères des placages entrant dans sa composition ont été tracés : provenance, aubier ou duramen, bille ou surbille et qualité (Q1 ou Q2).

Les panneaux ont été expédiés à l'ENSAM, pour être débités en 168 poutres de dimension 2 500 x 120 x 45 mm (voir Figure 3) et caractérisées mécaniquement par un essai de flexion 4 points sur chant visant à mesurer leur rigidité (MOdule Elastique) et leur résistance à la rupture (MOdule de Rupture en flexion). Afin de disposer d'une référence du marché,

des panneaux de LVL d'épicéa de la marque Kerto S ont été approvisionnés et débités en 24 poutres de sections identiques.

Comme cela avait déjà été constaté<sup>8</sup>, on mesure de très bonnes caractéristiques mécaniques pour les poutres constituées exclusivement de placages aubier. Elles sont plus résistantes que celles en Kerto S mais surtout beaucoup plus rigides. Il s'agit de placages issus de la zone la plus dense des bois et qui présentent une bonne proportion de Q1 (peu de nœuds et de fentes ou de fissures). Le cas du duramen est plus contrasté. Sa rigidité est comparable à celle du Kerto S mais sa résistance est plus faible tout en restant dans des valeurs bien supérieures à ce qu'on aurait pu obtenir en sciant ces bois puisque la résistance moyenne frôle les 40 MPa.

Plusieurs raisons expliquent cette tendance. Le duramen étant sec et cassant, il présente une fissuration et des fentes importantes. Le fait d'avoir dû manipuler chaque placage vert à la main, afin d'assurer leur traçabilité, a pu conduire à augmenter le taux de fissuration des placages de duramen. La présence

<sup>8</sup> Collet R., Bleron L. 2009, *Perspectives de valorisation du Douglas en Bourgogne*, Forêt-entreprise n° 188, p. 27-31.

Pile de panneaux de LVL de Douglas vus de côté.



Yoann Portejoie © France Douglas

de nœuds augmente aussi en proportion lorsqu'on se rapproche de la moelle. Enfin, la constitution des placages de LVL a été réalisée dans une usine avec un procédé adapté pour la fabrication de panneaux contreplaqué, ce qui n'a pas permis de décaler les placages comme ce qui est pratiqué pour la production de LVL. Cela se traduit par la superposition, pli après pli des défauts au voisinage des couronnes de nœuds ce qui a probablement limité artificiellement les performances du duramen.

### Conclusions

L'objectif de ce travail était de montrer que la fabrication de LVL était une option possible d'un point de vue technique pour valoriser les gros Douglas à gros nœuds. Si la déroulabilité du Douglas est loin d'être comparable à celle du hêtre ou du peuplier, les placages produits conviennent pour fabriquer du LVL. Nous pouvons affirmer que l'aptitude au déroulage des Douglas de la ressource forestière nationale n'est pas différente de celle d'Amérique du nord. Il faut tenir compte des spécificités de cette essence lors des choix des paramètres du procédé car elle se présente vraiment comme la superposition de deux matériaux : l'aubier, humide et relativement facile à dérouler et le duramen presque sec à cœur. Cette différence se retrouve également dans les paramètres du séchoir des feuilles de placages qui doivent être adaptés.

Sans avoir optimisé la constitution des panneaux de LVL (comme les fabricants le font) et malgré les effets combinés, liés aux moyens disponibles pour réaliser la campagne d'expérimentation en entreprise qui ont pu limiter les propriétés mécaniques mesurées des poutres de duramen, les performances de poutres LVL de Douglas sont très encourageantes. Elles sont comparables et parfois dépassent celles des poutres LVL commercialisées en épicéa. Le véritable frein au développement d'un outil de transformation dédié à la fabrication de LVL de Douglas est donc plutôt économique que technique<sup>9</sup>. Le LVL reste encore un produit marginal dans la construction en France contrairement à d'autres pays en Europe et même l'émergence d'une unité de production ne permettra pas à elle seule de valoriser le volume considérable de gros bois nouveaux qui sera sur le marché dans un futur proche. ■

### Remerciements

Nous tenons à remercier l'association France Douglas et les membres du comité de pilotage pour la coordination et le suivi du projet, le groupe Thébaud dont l'étroite collaboration a permis la réalisation d'essais à grande échelle dans de très bonnes conditions d'expérimentation, les coopératives forestières CFBL et Alliance Forêt Bois pour la fourniture des billons de Douglas, ainsi que l'Equipex Xyloforest (ANR-10-EQPX-0016) et la région Bourgogne-Franche-Comté principaux financeurs des moyens de déroulage et de contrôles du LaBoMaP.

<sup>9</sup> Collet R., 2015, *Quels nouveaux débouchés pour les gros résineux*, Forêt-entreprise n°224, p.41-43.

<sup>10</sup> France Douglas est une association interprofessionnelle qui se charge de la promotion et de la valorisation du Douglas.

### Résumé

Face à l'enjeu économique de la valorisation des Douglas de gros diamètres dont la ressource forestière sera dans les années à venir très importante, la production de LVL se présente comme une des solutions possibles. Dans le cadre d'une étude commandée par France Douglas<sup>10</sup>, l'équipe bois du LaBoMaP a proposé des paramètres de déroulages adaptés. En partenariat avec le groupe Thébaud, les coopératives Alliance Forêts Bois et CFBL, des panneaux de LVL ont été fabriqués à partir d'un volume représentatif (100 m<sup>3</sup>). Les résultats sont encourageants avec des performances comparables voire meilleures que celles des produits commercialisés en épicéa du nord qui font référence.

**Mots-clés :** Douglas, Déroulage, ENSAM, LVL.

# La gestion des douglasaies face aux demandes sociales et environnementales

## Exemples du Morvan et du Plateau de Millevaches

par Marion Bolac, CNPF-CRPF Nouvelle Aquitaine et Marie-Cécile Deconninck, CNPF-CRPF Bourgogne-Franche-Comté

*Dans le Morvan comme sur le plateau de Millevaches, l'opposition aux coupes de renouvellement de résineux par les populations néorurales est de plus en plus forte et trouve des échos favorables auprès des élus locaux et nationaux. Les réponses pour éviter des décisions en faveur de l'interdiction de ces coupes ne sont pas simples.*

### La situation

La forêt feuillue du Morvan a été surexploitée, entre les XVIII<sup>e</sup> et à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, pour approvisionner Paris en bois de feu, les tanneries et les besoins d'une population locale nombreuse. Au XX<sup>e</sup>, les guerres suivies d'un exode rural, ont eu pour conséquence l'abandon de terres agricoles qui se sont enfrichées ou ont été reboisées, d'abord en épicéas, sapin puis en Douglas avec l'aide du Fonds Forestier National (FFN) à partir de 1946.

L'enrésinement du Morvan et celui du Plateau de Millevaches a débuté sur les terres délaissées par l'agriculture, prairies et terres pauvres dans le Morvan, landes et pacages sur le Plateau de Millevaches.

Il s'est ensuite étendu en Morvan, aux forêts feuillues ruinées par l'exploitation du bois de chauffage pour approvisionner Paris. Cette exploitation faisait vivre la population locale. Elle a toujours été bien perçue par les habitants anciens et actuels.

Certains propriétaires ont saisi l'opportunité du financement des plantations résineuses par le FFN pour boiser des terres délaissées ou transformer leurs taillis sous futaie ou taillis vieilli en peuplements résineux, d'abord pin sylvestre puis épicéa commun et de Sitka et sapin de Vancouver sur le Plateau de Millevaches d'une part et épicéas, sapin pectiné et de Vancouver puis Douglas en Morvan d'autre part. Depuis les années 70 jusqu'aux années 90, le Douglas est planté en masse.

En Morvan, la tension vis-à-vis des transformations de peuplements feuillus vers des plantations résineuses a toujours été palpable. Depuis plus de 30 ans, on assiste de façon

récurrente à un rejet des résineux, rejet qui s'est focalisé par des grèves de la faim devant des feuillus à exploiter, par la création d'Autun Morvan Écologie qui a œuvré d'abord contre l'implantation des résineux sur ce territoire puis pour une sylviculture « plus proche de la nature ». Cette association s'est développée, a réussi à devenir un partenaire incontournable, écouté des élus et du ministère.

Sur ces territoires peu peuplés (le plateau de Millevaches se trouve en pleine « diagonale du vide »), la plantation de Douglas est pourtant une chance pour l'économie locale et le maintien d'une population active dans ces zones.

Le massif de Douglas, issu des plantations du FFN, est entré en pleine production depuis une dizaine d'années.

Pour transformer cette ressource, des scieries à canter se sont installées près du Morvan (la plus ancienne date de 30 ans) et en Limousin depuis plus de 70 ans avec des capacités de sciage allant de 140 000 à 500 000 m<sup>3</sup>/an.

Ce marché est alimenté grâce à un modèle de sylviculture dit « classique » préconisant une coupe rase autour de 45 ans pour des bois calibrés à 40 cm de diamètre moyen.

Pour autant, le volume de gros bois s'intensifie et on observe la réapparition de lignes de sciage spéciales (pour du gros bois de qualité).

Plusieurs gestionnaires et propriétaires ont privilégié les coupes rases de ce type de peuplement sur d'assez grandes surfaces, provoquant ainsi l'ire des populations locales, notamment auprès des néoruraux.

Les réactions de cette population sont devenues de plus en plus dures voire démesurées.



12 min

On a vu fleurir de nombreuses associations de défense de la forêt feuillue, certaines achetant des forêts en appelant des fonds citoyens, d'autres dénonçant parfois de façon violente la gestion industrielle des forêts, des collectifs de citoyens exigeant des propriétaires une gestion à leur convenance sans parler des élus du Parc naturel régional (PNR) du Morvan qui ont tiré profit de la situation pour des raisons électorales. Ils ont, tout comme les chargés de mission, « enrichi » ce mouvement de fond qui s'est traduit récemment tout au long de l'élaboration du projet de charte du PNR.

Côté Plateau de Millevaches, on observe les mêmes tendances : tags de grumes récurrents, incendie d'entreprise en décembre 2018, insultes... Une atmosphère qui pèse et qui contribue d'autant plus à couper le dialogue entre les groupes.

La dernière action en date a été en Morvan, une manifestation dénonçant les coupes rases qui a fait la une des journaux locaux et de divers blogs.



Photo Stop Morvan.  
Droits réservés



Plateau des Millevaches – Limousin.  
Droits réservés

Source « association canopée » :

- « Aujourd'hui, 550 personnes se sont réunies sur une parcelle de forêt privée à Dun-les-Places, récemment défrichée, pour dénoncer les coupes rases dans le Morvan. Vues du ciel, elles ont formé un STOP géant.
- Depuis une dizaine d'années, les coupes rases se multiplient et entraînent une disparition des forêts naturelles de feuillus (chênes, hêtres...) au profit de monocultures de Douglas. Ces pratiques provoquent aussi une transformation des paysages, une dégradation des sols, une érosion de la biodiversité et affaiblissent la capacité de stockage de carbone des écosystèmes forestiers.
- Pour Sylvain Angerand, coordinateur de Canopée : " Ce qui se passe aujourd'hui dans le Morvan est une alerte pour l'avenir des forêts. Partout en France, de plus en plus de citoyens, d'associations et surtout de forestiers refusent cette industrialisation de la forêt. Cette action marque le lancement d'une campagne nationale pour mettre fin aux coupes rases ".
- Face à ce phénomène, la contestation citoyenne est de plus en plus forte. Dans le cadre de la révision de la charte du Parc naturel régional du Morvan, les élus locaux se sont engagés dans un bras de fer avec l'État pour tenter de réguler ces pratiques.
- Au nom d'une commission d'enquête parlementaire et citoyenne sur les forêts, la députée Mathilde Panot a participé à cette action ainsi qu'à une visite de terrain et à une audition des acteurs locaux sur les forêts au café associatif *Le Carrouège* à Vauclaux le samedi 16 novembre 2019.
- Plus de 18 000 personnes, soutenues par 28 associations nationales et locales, ont interpellé via une pétition Mme Elisabeth Borne, ministre de la Transition écologique pour lui demander de mettre en œuvre des actions rapides, et de faire évoluer le droit forestier pour mieux prendre en compte les attentes des citoyens.
- Des demandes qui sont, pour l'instant, sans réponse ».

La contre-commission parlementaire de Mathilde Panot est venue le samedi 8 février 2020 en Limousin. Au programme, audition des professionnels et propriétaires locaux suivie d'une réunion publique haute en couleur à St Angel à 19h. Il fut pris en exemple l'opération précédemment citée qu'il fallait mettre en œuvre ici notamment.

## Les réponses

Quatre chartes forestières de territoire ont été co-animées par le CRPF et le PNR en Morvan, une sur le territoire du Plateau des Millevaches, la seconde est en cours de rédaction.

Elles ont eu pour objet essentiel :

- ➡ d'améliorer la gestion des forêts feuillues ;
- ➡ de faire évoluer les gestions des peuplements de Douglas : élagage, production de gros bois de qualité, renouvellement par régénération naturelle, allongement des révolutions par récoltes progressives (vers la futaie irrégulière), mélange d'essences... ;
- ➡ de relancer la plantation de feuillus ;
- ➡ d'améliorer l'exploitation et la sortie des bois (schémas de desserte, animation pour la création de dessertes collectives, analyse et définition des routes stratégiques du bois, campagne de développement de places collectives de dépôt... ) ;
- ➡ de prendre en compte les aspects environnementaux : journée de formation sur Natura 2000, l'eau et la forêt, les sols, révision du catalogue des stations... ;
- ➡ de travailler sur la gestion des forêts anciennes, d'utiliser Bioclimsol ;
- ➡ de prendre en compte les paysages, d'apporter une attention particulière lors de l'instruction des PSG...

En Limousin, le CRPF a animé un programme sur le développement de la futaie irrégulière qui a duré 4 ans, et a abouti à établir un guide pour les propriétaires et professionnels.

Depuis plusieurs années, les CRPF alertent bien en amont les ministères, gestionnaires, propriétaires et professionnels de la filière (dont pépiniéristes) qui ne nous ont pas entendus et nous ont considérés comme des empêcheurs de tourner en rond voire des personnes voulant engager les propriétaires vers des impasses sylvicoles.

Le volume de gros bois ne cesse de croître et comme l'on pouvait s'y attendre, la filière aval s'équipe pour les transformer et demande des gros bois de qualité !



**Lancement de la commission « forêt bien commun ».** De gauche à droite: Jean-Claude Lacroix (Autun Morvan Écologie), Philippe Canal (intersyndicale de l'ONF), Antoine Gransard (Canopée), Gaspard d'Allens (auteur), les députés Mathilde Panot (LFI), Ugo Bernalicis (LFI), Delphine Batho (Génération Écologie), Loïc Prud'hommes (LFI), Dominique Potier (PS).

Droits réservés.

## Le résultat

Nous récoltons aujourd'hui les fruits de cet aveuglement : en complément d'un renouvellement de la charte du PNR du Morvan, une proposition de loi cadre se prépare sur le thème « forêt bien commun » ; L'initiative associe des parlementaires et des membres de la société civile. Une série d'auditions est programmée en vue d'imposer un autre modèle de gestion des forêts interdisant entre autre les coupes rases.

Sur le Plateau de Millevaches, territoire cousin du Morvan l'établissement des nouveaux Schéma Régional de Gestion Sylvicole (SRGS) sera un moment clé car ils borneront la gestion future. Si nous ne sommes pas attentifs à ce qui se passe aujourd'hui, la forêt pourrait se retrouver « sous cloche » demain. Des pratiques sont à changer, des explications sur ce qui se passe en forêt sont à donner. ■

### Résumé

Dans la deuxième moitié du XX<sup>e</sup> siècle, les aides du FFN ont incité de nombreux propriétaires à planter des résineux, notamment du Douglas. Ces plantations ont connu un essor particulier dans le Morvan et sur le plateau de Millevaches. Aujourd'hui en phase de renouvellement, ces plantations résineuses font l'objet de coupes rases suscitant de très vives réactions de la part de la population néorurale. Ces réactions trouvent par ailleurs un écho auprès des élus locaux et nationaux, faisant craindre une interdiction réglementaire de la coupe rase qui pourrait se généraliser à toute la forêt. Les démarches de concertation à travers les Chartes forestières de territoires donnent l'opportunité d'une meilleure compréhension de la gestion forestière, mais les craintes d'interdiction subsistent.

**Mots-clés :** Douglas, Morvan, Millevaches, coupe rase, opinion publique.

# BIOCLIMSOL

 10 min

## Une méthode innovante pour mieux analyser les risques dans un contexte de changement du climat

par Jean Lemaire, Ingénieur au CNPF-IDF

*Bioclimsol est un outil de diagnostic au niveau de la parcelle qui suggère in fine des pistes de recommandations sylvicoles.*

*Trois utilisations pratiques de cet outil sont possibles : un module cartographique sous SIG produisant des cartes de vigilance et deux modules informatiques, l'un de niveau expert développé sous R, l'autre pour les techniciens forestiers initiés développé sous Android.*

### 1. Une aide à la décision dans un contexte de dérèglement climatique : Bioclimsol.

Le **changement climatique** est déjà une réalité qui a de réels impacts sur la vitalité et la croissance des arbres. Le nombre de dépérissements signalés a au moins triplé à l'échelle du globe entre la fin des années 80 et 2010, et la France n'échappe pas à ce constat.

Le changement climatique va donc dicter les grands principes de gestion forestière ces prochaines décennies. Les principes de gestion forestière en bon père de famille visant à minimiser les risques deviennent une priorité ; ils vont primer très souvent sur d'autres objectifs comme la recherche de la production forestière maximale dans les prochaines décennies.

La forêt est un écosystème particulièrement vulnérable. Sa croissance est lente et son espérance de vie s'étale sur plusieurs siècles ; elle présente donc une adaptation limitée aux nouvelles conditions climatiques si elles surviennent trop rapidement. La relation reliant une station à la vitalité d'un arbre, d'un peuplement, d'un habitat forestier devient variable dans le temps. Le **forestier doit donc se doter de nouveaux outils d'aide à la décision**. Il n'existait pas jusqu'ici ce type d'outils numériques en forêt qui prenne en compte

les impacts du changement climatiques sur la vitalité et la croissance des essences forestières et qui permette le choix d'essences à reboiser dans ce contexte de changement.

**Bioclimsol** visent à combler cette lacune.

Bioclimsol a pour objectif d'aider les techniciens de la forêt pour gérer le risque de dépérissement dans la conduite des peuplements sur pied et pour choisir des essences en reboisement dans ce contexte climatique changeant.

L'acronyme se décompose en

**BIOCLIMSOL**  :

- **BIO** pour la prise en compte du vivant, en l'occurrence une essence forestière, ou un peuplement, via le risque de dépérissement et l'autécologie des essences via le module boisement,

- **CLIM** pour la prise en compte du climat,

- **SOL** pour la prise en compte des facteurs compensateurs ou aggravant les effets du climat, liés au sol et à la topographie, et en particulier la disponibilité en eau.





J. Becquey © CNPF

*Bioclimsol un outil d'aide au diagnostic sur le terrain dans un contexte de dérèglement climatique.*

## 2. FORECCAST = BIOCLIMSOL<sup>2</sup>, une application pour un diagnostic sur le terrain issue de Bioclimsol.

Développé pour une utilisation sur le terrain avec un smartphone ou une tablette, Forecast by Bioclimsol offre un usage intuitif de Bioclimsol tout en permettant d'en améliorer la fiabilité grâce à la multiplication des données récoltées sur le terrain.

**L'outil est fondé sur 4 parties interconnectées spécifiques:**

**1. Carte de vigilance climatique = carte géolocalisée.** Elle est définie et proposée pour chaque essence.

Chaque carte fournit le niveau de vigilance climatique (présent et futur issue des données Drias Météofrance) **à partir duquel le risque de dépérissement s'accroît.** Les cartes sont embarquées dans l'outil mais ne sont pas visibles pour l'opérateur. Les données de ces cartes climatiques sont extraites par l'application au point d'inventaire diagnostiqué pour ensuite calculer l'indice de vigilance Bioclimsol (IBS).

**2. Indice Bioclimsol (IBS) = un indice de vigilance**

L'opérateur réalise un relevé de terrain Bioclimsol sur le point sélectionné dans une parcelle pour mettre en évidence les facteurs du milieu aggravants ou compensants les risques clima-

Les documents de référence



Vidéo de présentation du fonctionnement l'application



<https://www.foretpriveefrancaise.com/n/bioclimsol/n:558>



J. Lemaire © CNPF

*Bioclimsol permet un diagnostic à l'échelle de la parcelle, il nécessite des données climatiques mais aussi et surtout du sol : réservoir en eau, topographie, excès d'eau et comme l'illustre cette photo, le pH.*

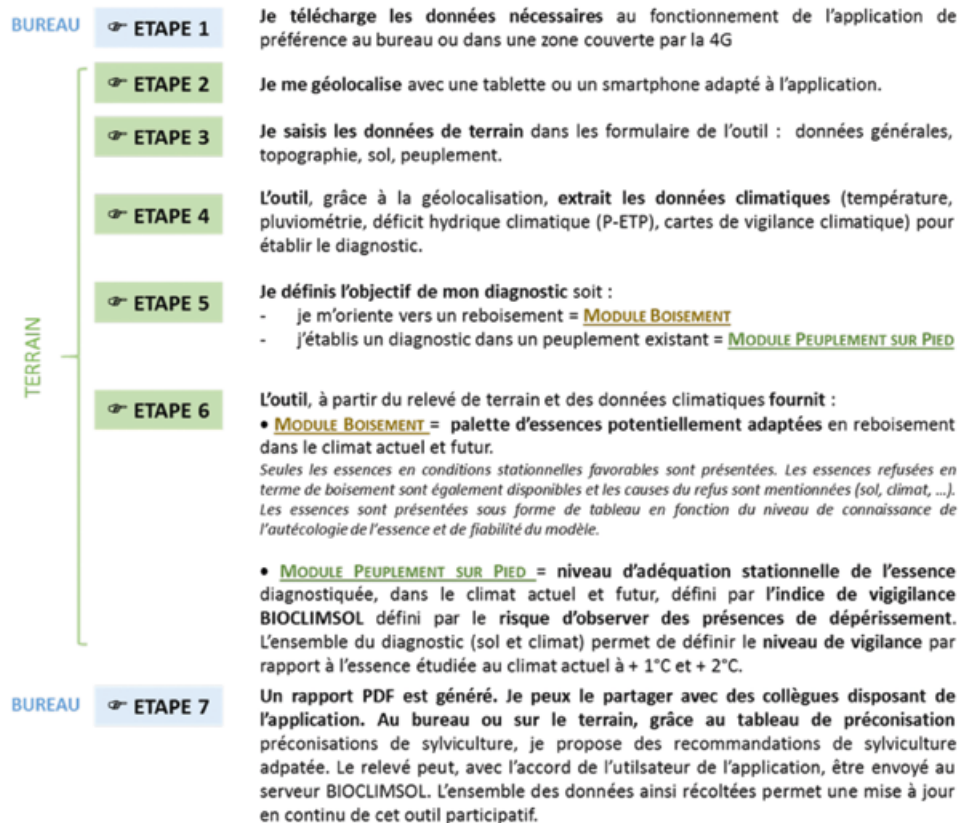
tiques : réservoir en eau du sol, excès d'eau, acidité du sol, topographie, présence d'agents biotiques<sup>1</sup> pour certaines essences... L'application calcule un indice « Bioclimsol (IBS) » en intégrant le relevé de terrain, le climat, la carte de vigilance climatique et le climat futur. La valeur de l'IBS varie de 0 à 10 et précise si une essence est plus ou moins en adéquation stationnelle au regard du risque de dépérissement. Ces indices sont calibrés à partir de relevés effectués dans les forêts françaises dans le cadre d'études Bioclimsol effectuées.

Cet indice IBS est une création spécifique de l'outil Bioclimsol. Il fait l'objet de publications régulières dans la revue Forêt-entreprise du CNPF et d'autres revues scientifiques.

**3. Le module boisement et autoécologie des essences.** Il permet le choix des essences de boisement ou reboisement pour la parcelle diagnostiquée parmi une liste d'essences potentiellement utilisables. Il fonctionne en croisant les données climatiques, les données relevées sur le terrain et les exigences écologiques des essences intégrées dans l'outil. Il est disponible pour 40 essences, même si toutes ne disposent pas encore d'un indice IBS.

<sup>1</sup> du monde vivant

### Les étapes de l'utilisation de l'application



4. *In fine*, l'outil propose des grandes pistes de recommandations sylvicoles à titre indicatif. Elles résultent du croisement de l'IBS, de l'état sanitaire et des caractéristiques dendrométriques du peuplement. Elles ne sont pas détaillées mais indiquent des grandes options de gestion potentielles de la parcelle. Elles ont été validées par un comité d'experts composé des correspondants Bioclimsol du CNPF.

### 3. Fonctionnement de l'outil, cf. encadré ci-dessus :

Depuis 2016, Bioclimsol© CNPF a été retenu par le projet européen LIFE Foreccast<sup>2</sup> piloté par le Parc Naturel Régional du Haut-Languedoc, pour être développé sous forme d'application Android.

### 4. Conclusion et Perspectives

L'Institut pour le Développement Forestier a développé, avec de multiples partenaires dont les CRPF, un outil connecté pour aider les gestionnaires à faire face aux risques et aléas dus au dérèglement climatique. Cet outil participatif et évolutif met à la disposition des gestionnaires des modèles d'évaluation des risques, une innova-

tion majeure pour la filière forêt bois. Bioclimsol se veut surtout un outil participatif et évolutif, pour mettre en permanence à jour sans cesse les connaissances, grâce aux données recueillies par les utilisateurs de l'application. Un livre et des formations dédiées à la gestion de cet outil technique accompagneront sa sortie programmée en 2021.

La construction de l'outil Bioclimsol a été possible grâce au soutien de nombreux financeurs et partenaires. ■



2 Le programme LIFE est un instrument financier de la Commission européenne entièrement dédié à soutenir des projets dans les domaines de l'environnement et du climat.

# La forêt belge face aux changements climatiques,

## le projet Arboretums pour tester le matériel génétique de demain



 12 min

par Nicolas Dassonville, chargé du projet *Arboretums* à la Société Royale Forestière de Belgique

*En Belgique, le projet Arboretums s'intéresse à l'adaptation des forêts aux changements climatiques et explore la piste de la migration assistée et l'introduction de nouvelles essences et provenances. La première année du projet a permis l'implantation de 75 placettes expérimentales de 0,2 ha avec 11 essences différentes. À terme, une trentaine d'essences seront testées et suivies sur le long terme. Voici le bilan de la première campagne de plantation et le programme de travail pour les prochaines années.*

**E**n Belgique, comme en France, les forêts traversent une crise sanitaire et climatique. Parmi les problèmes les plus courants, on peut citer le scolyte de l'épicéa, les maladies du Douglas<sup>1</sup>, la chalarose du frêne, les dépérissements de chênes. Ces problématiques inquiètent les propriétaires forestiers privés comme publics qui se retrouvent bien démunis lorsqu'ils doivent procéder au choix des essences à privilégier lors des renouvellements des parcelles, que ce soit dans le cadre du renouvellement après sinistre (de nombreuses parcelles mises à blanc suite à la crise du scolyte vont nécessairement devoir être transformées) ou dans le cadre d'une exploitation normale. Aussi, la question de

l'adaptation des forêts et de la sylviculture se pose en Belgique comme ailleurs en Europe. À côté des recommandations désormais classiques – adapter strictement les essences à la station, respecter les sols lors des exploitations, adopter une sylviculture plus dynamique (éclaircies plus fortes et plus fréquentes qui raccourcissent les révolutions et permettent à chaque arbre individuellement de disposer de plus de ressources) et favoriser les mélanges d'essences au sein des peuplements – une des pistes envisagées pour adapter les forêts aux changements climatiques, est d'introduire du nouveau matériel génétique, originaire de régions dont le climat actuel se rapproche du climat attendu dans les prochaines décennies.

**Photo 1 : Forêt de basse altitude. Les dépérissements sur hêtre et épicéa sont bien visibles malgré les couleurs attrayantes du printemps.**

© Claude Cuvelier.

<sup>1</sup> Rouille Suisse (*Phaeocryptopus gaeumannii*), cécidomye (*Contarinia pseudotsugae*) et Sirococcus (*Sirococcus conigenus*) principalement.

<sup>2</sup> Le projet REINFORCE : REseaux INFrastructure de recherche pour le suivi et l'adaptation des forêts au changement climatique, est un réseau unique au monde de 38 arboreta pour tester l'adaptation de 38 essences FORestières au changement climatique et de 41 sites de démonstration pour tester des gestions sylvicoles adaptatives. Ce projet a été mis en place en 2012 par 12 partenaires engagés sur 15 ans et sur 4 pays de la façade Atlantique (Portugal, Espagne, France et Royaume-Uni).

<sup>3</sup> Le projet ESPERANCE rassemble 9 partenaires de la filière forêt-bois pour 3 ans (2018-2020) afin de tester de nouvelles essences forestières en alternatives aux essences en place et de créer un réseau d'expérimentations permettant d'identifier rapidement et collectivement le matériel génétique forestier du futur.

Cette approche combine la migration assistée de nouvelles provenances pour des essences déjà présentes sur le territoire (ex : importation de hêtre d'Italie ou du Sud de la France en Ardenne belge) et l'introduction de nouvelles essences pour le territoire (ex : cèdre de l'Atlas, chêne chevelu, pin maritime...).

La forêt belge est une forêt peu diversifiée. Elle est largement dominée par l'épicéa (près de 20 % de la superficie forestière), le chêne (pédonculé et sessile) et le hêtre. Viennent ensuite le pin sylvestre (surtout sur les sols sableux du nord et de l'Est de la Flandre) et le Douglas. Mélèze, érable, frêne et autres essences feuillues et résineuses ne représentent chacune que 1 à 3 % de la superficie forestière. Malheureusement, une bonne partie des essences dominantes (hêtre, épicéa, chêne pédonculé) sont aussi les essences qui souffrent le plus de la rupture de l'alimentation en eau lors de la saison de végétation suite aux sécheresses estivales de plus en plus fréquentes. Ces dernières fragilisent aussi les peuplements et les rendent plus sensibles aux ravageurs (cas du scolyte de l'épicéa par exemple).

C'est face à ce constat peu réjouissant que la Société Royale Forestière de Belgique (SRFB) a lancé en 2018, à l'occasion de son 125<sup>e</sup> anniversaire, le projet Arboretums. Celui-ci a l'ambition de tester, en vraie grandeur, différentes nouvelles essences et nouvelles provenances à travers un réseau de parcelles expérimentales couvrant l'ensemble de la variabilité éco-géographique nationale en vue d'étudier leur survie, leur croissance, leur résistance aux stress climatiques et aux maladies ainsi que leur intérêt sylvicole et la qualité de leur bois et enfin obtenir des données de gestion sur ces nouvelles essences. L'objectif est bien entendu d'élargir la palette du forestier en termes de matériel génétique pour les reboisements des décennies à venir.

### Le projet

Le projet est coordonné par la SRFB qui s'est entourée d'un comité scientifique. Ce comité est chargé de la sélection des essences et provenances à tester. Il a contribué à l'élaboration et à la validation du protocole d'installation. Il validera également le protocole de suivi et assurera par la suite l'analyse des données récoltées. Il est composé de plusieurs universités belges, du Département d'Etude du Milieu Naturel et Agricole en Région wallonne et de son pendant flamand l'INBO. Le DNF (Département de la Nature et des Forêts), via

le comptoir à graines (Service Wallon de collecte et de tri des semences forestières), est aussi fortement impliqué, notamment dans la sélection des provenances et dans l'achat des graines. Le projet est également développé en collaboration avec les propriétaires forestiers (privés et publics) qui mettent leurs parcelles à disposition.

### Quelles essences ?

La sélection actuelle compte 25 essences différentes (16 résineux et 9 feuillus). Le travail de sélection a pu s'appuyer sur l'expérience des membres du comité scientifique, sur la consultation de plusieurs dendrologues et sur les résultats de différents projets similaires à l'étranger (Reinforce<sup>2</sup>, Esperence<sup>3</sup>, recherches du WSL en Suisse...). Grâce à notre implication dans le projet français *Futur For Est* en Grand Est (voir article de Cyril Vitu, p. 61), la liste des essences testées s'enrichit. Elles ont été sélectionnées sur 3 familles de critères :

- Les critères écologiques dont la résistance connue à la sécheresse et aux fortes chaleurs, combinée à une bonne résistance aux vagues de froid (qui resteront possibles malgré les changements climatiques attendus) ;
- Les critères biologiques (pas de caractère envahissant connu) ;
- Les critères économiques (essence dont le bois a une valorisation connue).

Une fiche descriptive de chacune des essences est consultable sur le site de la SRFB : <https://www.srfb.be/arboretums/especes/>



Jeune cèdre de l'Atlas planté en mars 2019 (plant en godet, semis d'un an). La photo prise en juillet montre une reprise excellente.

2



3. Jeune sapin de Nordmann (S2R1) planté en racines nues en avril 2019.

4. Cette parcelle en Ardenne primaire (Département des Ardennes, France) est un site retenu dans le cadre du projet Futur For Est qui sera planté selon le protocole belge.

### Les essences résineuses sélectionnées

Sapins méditerranéens : *Abies bornmuelleriana*, *Abies cilicica*, *Abies nordmanniana*.

Cyprès américains et apparentés : *Cupressus arizonica*, *Calocedrus decurrens*, *Chamaecyparis lawsoniana*.

Le cèdre de l'Atlas : *Cedrus atlantica*.

Les Epicéas des Balkans et du Caucase : *Picea omorika* et *Picea orientalis*.

Les pins : *Pinus nigra* subsp. *Laricio*, *Pinus pinaster*, *Pinus sylvestris*, *Pinus peuce*, *Pinus heldreichii*.

Le Douglas (origine Californie) : *Pseudotsuga menziesii*.

Le Sequoia : *Sequoia sempervirens*.

### Les essences feuillues sélectionnées

Le noisetier de Byzance : *Corylus colurna*.

Les hêtres : *Fagus sylvatica* et *Fagus orientalis*.

Le copalme : *Liquidambar styraciflua*.

Les chênes méditerranéens : *Quercus cerris*, *Quercus frainetto*, *Quercus petraea* : (le moins méridional), *Quercus pubescens*.

Le tilleul : *Tilia cordata*.

Chaque essence sera représentée par deux ou trois provenances différentes afin de sélectionner le meilleur matériel génétique pour l'avenir en fonction des conditions du milieu.

### Un réseau de parcelles d'essai

Fin 2018 et début 2019, les parcelles ont été sélectionnées sur base d'un cahier des charges qui limite les essais aux parcelles dont les sols sont bien drainés (pas de trace d'hydromorphie dans les 80 premiers centimètres). Ces sols bien drainés sont en effet ceux qui présentent actuellement la meilleure productivité mais ce sont aussi ceux qui souffriront le plus des sécheresses estivales.

A terme, 25 à 30 sites différents seront plantés à travers le Pays. Sur chaque site, sont testées 1 à 5 essences différentes. Chaque essence est représentée par 2 ou 3 provenances et



Source : <https://www.sfrb.be/arbores/espces/>

est plantée au minimum sur 3 sites les plus contrastés possibles en termes de climat. Les unités expérimentales (une provenance d'une essence sur 1 site) sont composées de 400 arbres plantés sur 0,2 ha (plantations à 2,5 x 2 m). La Belgique, pays de petite taille présente toutefois une variabilité climatique relativement importante avec une pluviosité annuelle qui varie entre 850 mm dans les plaines de l'Escaut et 1 200 mm en Haute Ardenne et une température moyenne annuelle qui varie entre 7,7 °C en Ardenne et 10,4 °C dans les plaines de l'Escaut. Dans le cadre de la collaboration avec le projet *Futur For Est*, deux sites français des Ardennes françaises seront plantés avec le protocole SFRB.

### Les plantations 2019-2020

Lors de l'hiver 2019-2020, 20 sites ont été plantés à travers le pays pour un total de 74 placettes de 20 ares (carte ci-dessus). Pour la sélection de ces premières parcelles du projet, le choix des sites en forêt s'est fait sur la base d'un appel à candidature auprès des propriétaires afin qu'ils proposent des parcelles à mettre à disposition. Sans surprise, beaucoup des parcelles proposées par les

**Localisation des sites plantés en 2019-2020. Les plantations couvrent l'ensemble de la variabilité éco-climatique du pays.**



5. Plantes de cèdre de l'Atlas, chêne pubescent et pins maritimes rassemblés en pépinière avant livraison sur chantier.



SRFB · KBBM

## En savoir<sup>+</sup>

Plus d'informations sur le projet :

[www.srfb.be/arboretums/](http://www.srfb.be/arboretums/)

Contact : Nicolas Dassonville :

[nicolas.dassonville@srfb-kbbm.be](mailto:nicolas.dassonville@srfb-kbbm.be)

propriétaires sont des coupes rases réalisées après scolyte ou après chalarose du frêne. L'effort de plantation se poursuivra au cours de 3 ou 4 prochaines saisons de plantation en fonction de l'approvisionnement en graines (ex : la mauvaise glandée sur l'ensemble de l'Europe en 2019 et sur plusieurs espèces de chênes empêche leur mise en culture en pépinière au printemps 2020 et reporte donc leur plantation en forêt).

### Suivi

Dès le printemps 2020, un suivi des essais est mis en place. Il consiste dans un premier temps en une visite annuelle de chaque site planté et en la prise de mesures sur un nombre défini d'individus par provenance dans chaque site. Le nombre d'individus à suivre, la méthode d'échantillonnage, la liste des observations et mesures à effectuer (% survie, état sanitaire, hauteur, diamètre au collet, rectitude, branchaison, potentiel envahissant...), la fréquence des observations est définie dans un protocole précis validé par le comité scientifique. Après quelques années, les visites seront espacées.

Le suivi est mis en œuvre par une équipe de forestiers volontaires spécialement formés. A ce jour, 7 personnes ont été recrutées.

Les observations et mesures sont consignées dans une base de données dont l'architecture est harmonisée avec celle du projet *Futur For Est* afin de pouvoir partager et échanger les données et de pouvoir réaliser l'analyse des résultats avec une méthode harmonisée.

### Résultats

L'expérimentation en forêt s'entend nécessairement sur le long terme. Les premières années apporteront déjà quelques réponses quant à l'adaptation de ces nouvelles essences et provenances aux conditions locales : résistance aux hivers rigoureux, aux gelées tardives, aux sécheresses estivales au stade juvénile, croissance initiale, tendance à fourcher... Les résultats concernant la productivité, l'intérêt

sylvicole, les modalités d'éclaircie ou la qualité du bois arriveront bien plus tard.

### Partenariat avec les entreprises

Le projet ne bénéficie pour l'instant pas du soutien des pouvoirs publics et est financé principalement par les citoyens (possibilité de faire un don déductible d'impôt au profit du projet) et par quelques entreprises sponsor (voir liste sur : [www.srfb.be/arboretums/](http://www.srfb.be/arboretums/))

### En attendant...

Les propriétaires forestiers s'interrogent sur le renouvellement de leurs peuplements. Nous ne disposons pas encore de suffisamment d'informations pour pouvoir conseiller ceux-ci concernant les nouvelles essences mais ce n'est pas une raison pour poursuivre la gestion actuelle sans se remettre en question. Aussi, nous encourageons les propriétaires à diversifier leurs plantations, à utiliser davantage les essences aujourd'hui considérées comme secondaires (robinier, tilleul, pin...), à diversifier les provenances et notamment à introduire celles plus méridionales en mélange avec les provenances plus traditionnelles (migration assistée), à enrichir les plantations et régénérations avec des essences qui présentent peu de risques (ex : chêne pubescent dans les régénérations de chêne sessile) et à mettre en place des essais à petite échelle. ■

#### Résumé

Affectée par les changements climatiques et par de nouveaux pathogènes et ravageurs, la forêt belge fait face à des défis qui menacent sa productivité et sa multifonctionnalité. Le projet Arboretums, lancé en 2018 par la SRFB, teste des nouvelles essences et provenances à travers un réseau de parcelles expérimentales. Il permettra d'étudier leur survie, leur croissance, leur résistance au climat et aux maladies et leur intérêt sylvicole en vue de la nécessaire diversification des forêts.

**Mots-clés :** changements climatiques, adaptation, essences, provenances, migration assistée



# Dans le Grand Est, un dispositif d'envergure pour tester les essences de demain

par Cyril Vitu, Ingénieur au CNPF-CRPF Grand Est

Face aux évolutions climatiques, les forestiers publics et privés du Grand Est ont prévu l'installation d'un réseau « d'ilots d'avenir » composé d'essences susceptibles de pouvoir s'adapter à des conditions plus chaudes et plus sèches. Ce dispositif a pour objet d'évaluer dix essences feuillues et résineuses qui pourraient compléter le cortège d'essences et de techniques utilisables en reboisement.



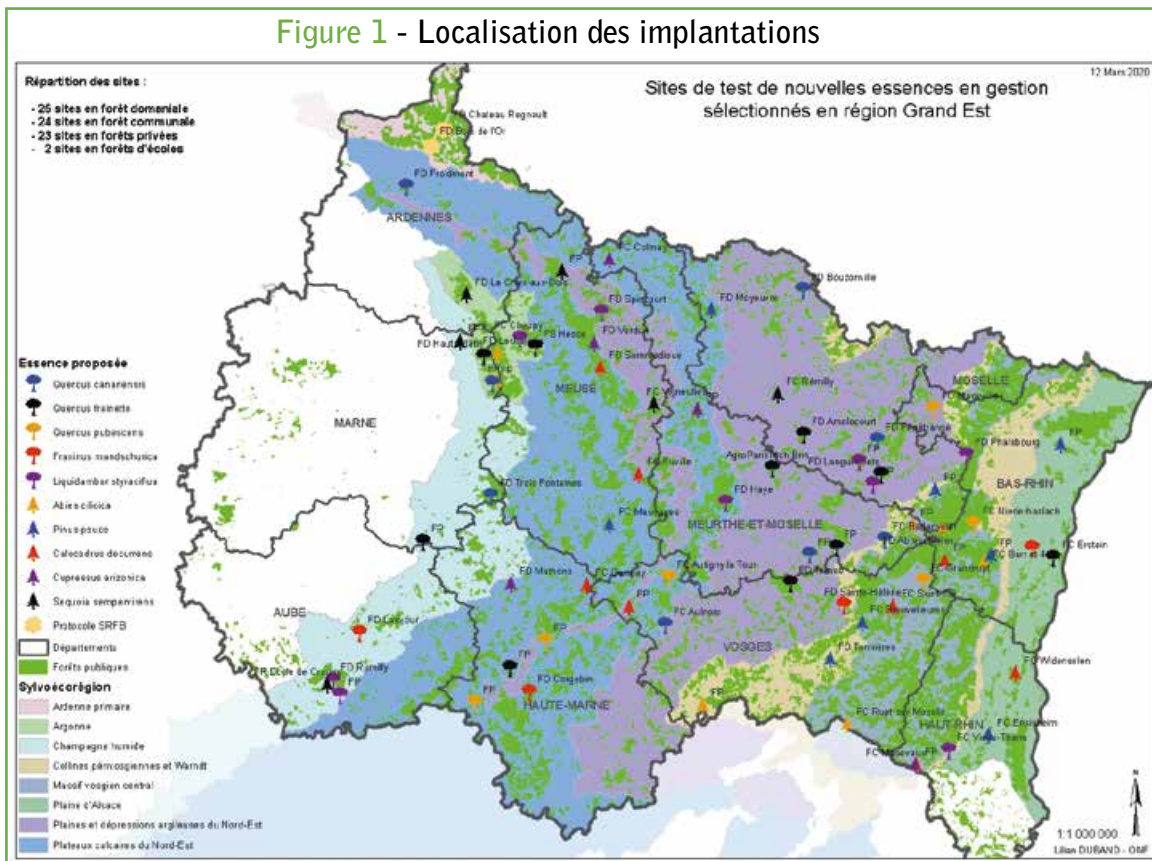
## Un projet forêts publique et privée dans le cadre d'un Partenariat Européen pour l'Innovation (PEI)

Suite à un appel à projet de la Région Grand Est, l'ONF, le CRPF Grand Est, le Comité Régional des Communes forestières du Grand Est et la Société Royale Forestière de Belgique (SRFB) ont créé un « groupe opérationnel », structure de concertation et d'animation prévu par les PEI, pour proposer un programme de plantation d'essences nouvelles.

Ce projet a pour ambition de tester la résistance des espèces retenues aux évolutions du climat, d'acquérir ou d'améliorer les connaissances sur les itinéraires à mettre en œuvre pour leur conduite sylvicole et de constituer, pour l'avenir, d'éventuels peuplements « porte graines ».

Le projet, qui entre dans les priorités définies par le Programme Régional de la Forêt et du Bois, a reçu un soutien fort de la Région Grand Est et du Feader. Les propriétaires qui accueillent des sites bénéficieront ainsi d'une aide de 90 % des dépenses.

Figure 1 - Localisation des implantations



## Des sites répartis sur l'ensemble des forêts du Grand Est

L'équipe responsable du projet a sélectionné 74 sites d'une surface d'environ 2 ha chacun. Ils sont répartis en forêts publiques et privées sur huit régions naturelles identifiées comme présentant des enjeux forts en termes de surface et de production forestière dans le Grand Est. Les objectifs de ce projet sont complémentaires d'autres volets développés pour l'adaptation des forêts aux changements climatiques. Il se propose plus particulièrement de compléter la palette d'essences utilisables par les forestiers. Des précautions ont été prises sur le choix des sites quant à l'absence de zones protégées ou de peuplements classés à proximité des dispositifs.

## Un protocole et des suivis communs

Le projet s'inspire des recherches nationales en cours (CARAVANE, ESPERANCE...) sur le choix des essences et protocoles ainsi que des travaux des pôles « Recherche et développement » de l'ONF, du CNPF-IDF et de la

SRFB. Cinq essences feuillues (chêne zéen, chêne de Hongrie, chêne pubescent, copalme d'Amérique et frêne de Mandchourie) et cinq essences résineuses (sapin de Cilicie, pin de Macédoine, séquoia toujours-vert, cyprès de l'Arizona et calocèdre) ont été retenues pour leur capacité escomptée à résister aux évolutions climatiques mais aussi à valoriser les différents types de station présents en région. Les plants seront éduqués en godets (sauf pour les regarnis). Les plantations s'échelonnent de l'automne 2020 à l'automne 2022. Elles seront réalisées en potets travaillés à raison de 2 000 plants par ha et les sites seront clôturés contre les ongulés.

Un suivi de la mortalité sera réalisé et des mesures de croissance permettront, par la suite, d'enrichir les connaissances sur le comportement de ces différentes essences.

Ce projet est une brique supplémentaire dans la construction des différentes démarches pour l'adaptation des forêts qui doivent continuer à remplir leurs rôles en répondant aux besoins de nos sociétés. ■



Cyril Vitu © CNPF

Calocèdre.



Cyril Vitu © CNPF

Chêne pubescent.

### Résumé

Dans le Grand Est, les conséquences des évolutions climatiques sont déjà perceptibles avec une grave crise sanitaire sur épicéa, sapin et hêtre. Le CNPF, l'ONF, les Communes Forestières et la Société Royale Forestière de Belgique se sont associés dans le cadre d'un Partenariat Européen pour l'Innovation afin d'implanter un réseau de parcelles de test de dix nouvelles essences feuillues et résineuses pour évaluer leur résistance aux conditions climatiques actuelles et futures ainsi que leur comportement sylvicole.

**Mots-clés :** PEI, îlots d'avenir, test d'essences, changement climatique.



# Mise en commun d'un sécateur électrique au GDF des Monts et Barrages

CNPF



par Pierre Beaudesson, Directeur adjoint du CNPF-CRPF Nouvelle-Aquitaine et Gérard Redon, Co-président du GDF

*Le Groupement de développement forestier des Monts et Barrages en Haute-Vienne a fait l'investissement d'un sécateur électrique pour une mise à disposition à ses adhérents. Après sept années de fonctionnement, en voici le bilan.*



## Présentation du Groupement de Développement Forestier des Monts et Barrages.

**Co-présidents** : Gérard Redon et Raymond Bellarbre

**Animateur** : Guilhem Vaganay (CRPF Nouvelle-Aquitaine)

**Adresse** : SAFRAN - 2, avenue Georges Guingouin -CS 80912 – Panazol - 87017 Limoges Cedex 1 -  
Tél. : 05 87 50 42 00

**Secteur géographique** : cantons de Châteauneuf-la-Forêt, Eymoutiers, Saint-Léonard-de-Noblat et des communes environnantes.

**Année de création** : 1986

**Nombre d'adhérents** : environ 150

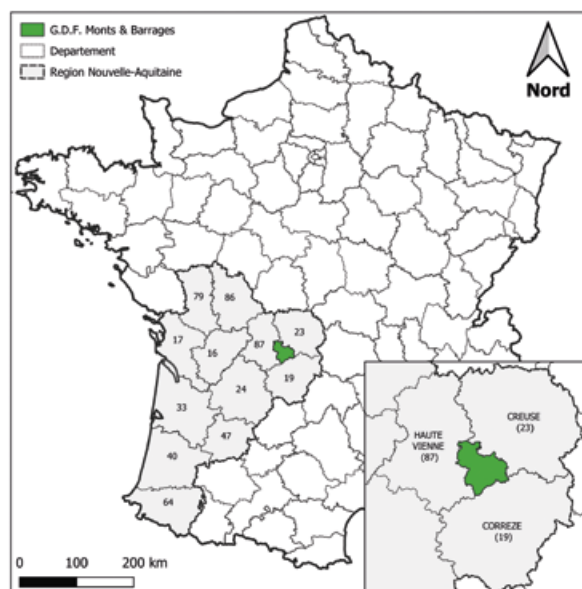
**Nb de réunions annuelles** : Jusqu'en 2018, il était organisé un atelier par mois rassemblant une vingtaine de forestiers. Actuellement le rythme est passé à un atelier tous les deux mois, auquel sont invités les membres des trois GDF de Haute-Vienne. Les derniers ateliers rassemblaient une quarantaine de personnes.

**Bulletin** : Trois parutions par an « La feuille de nos forêts » de quatre pages.

## La zone d'activité du GDF

Le territoire du GDF est pour partie sur le Plateau de Millevaches. C'est un secteur où les plantations des landes en Douglas ont été massives depuis les années 50 avec une sylviculture classique ayant un âge d'exploitabilité relativement jeune. Outre le Douglas, on y observe des plantations de sapins pectinés et dans une moindre proportion d'épicéas. Le mélèze, plus récent, devient visible dans le paysage. Les parties feuillues sont situées hors du plateau. Ce sont des forêts anciennes de chênes, hêtres et très peu de châtaigniers. Elles sont traitées en taillis ou ne bénéficient d'aucune sylviculture, bien que la production de bois d'œuvre soit possible. Les reboisements en feuillus sont faits essentiellement en chêne rouge et à la marge en érable ou merisier.

## Localisation du DGF Monts et Barrages



Aymeric Gabriel © CNPF





1



2

1 : La coupe de branche de Douglas allant jusqu'à 3 cm se fait en 2 secondes. Il faut compter 1 à 2 minutes par arbre pour l'élagage d'un Douglas de 9 ans.

2 : Plantation de 9 ans élaguée avec le sécateur électrique.

### Sécateur électrique Electrocoup

Acquisition par le GDF en 2013.

**Prix d'acquisition d'occasion :** 2 150 euros avec les accessoires de base (batteries) + accessoires spécifiques (embout de coupe pour grosses branches + rallonge du manche).

**Coût de maintenance 1 révision/an :** 100 €/an.

**Locations aux adhérents :** 25€/semaine. L'utilisation par les adhérents d'une demi-douzaine de semaines par an permet de prendre en charge les coûts de maintenance.



La batterie portée dans le dos offre peu d'encombrement et se porte aisément plusieurs heures.

propriétaires sont intéressés, regroupant plus de 300 hectares.

## Mission phare actuelle du GDF : le regroupement de propriétaires forestiers à travers une Association syndicale libre de gestion forestière (ASLGF)

Afin de combler le maillon entre les propriétaires de petites surfaces et les gestionnaires (coopérative, gestionnaire forestier professionnel ou expert), l'ASLGF a toute sa place. Le conseil syndical assure la bonne mise en œuvre du plan de gestion concerté établi entre les propriétaires adhérents. Le gestionnaire est l'interlocuteur technique pour mettre en œuvre le programme des coupes et travaux.

L'intérêt est de regrouper les offres de ventes de bois et de travaux pour les propriétaires qui le désirent, ce qui permet de réaliser des économies d'échelle, même si les transactions ont généralement lieu directement entre le vendeur et l'acheteur de bois.

Une reconnaissance par le label GIEEF est envisagée lorsque les seuils seront obtenus, pour pouvoir bénéficier d'un certain nombre de dispositifs fiscaux (DEFI travaux et contrat), ou de subventions à taux bonifié (aides à la desserte, diagnostics préalables et rédaction du PSG). À ce jour, une dizaine de pro-

*Les Monts culminent à 750 mètres. C'est une région de production hydroélectrique. Le lac de Vassivière est le plus connu.*



## Intérêt du sécateur électrique

Son investissement peut être rebutant pour les petites et moyennes propriétés du fait de son coût élevé. Pourtant, c'est un outil pratique, facile d'utilisation, non fatigant et à la portée de tous. C'est idéal pour l'élagage de pénétration (à 2 m), voire pour monter cet élagage à 3 mètres avec la rallonge. La présence de ronces ou de fougères-aigles complexifie cependant l'accès au tronc. De bonne autonomie, la batterie permet de travailler sur la journée entière sans recharger. Le rechargement est par ailleurs rapide (quelques heures).

**L'entretien du sécateur est léger :** hormis la batterie à recharger, un réglage de la lame et un graissage sont nécessaires tous les jours.

## Conseils pour la mise en commun d'un sécateur électrique

Concernant le sécateur, le GDF a fait l'acquisition d'un embout spécifique permettant de couper des branches de plus gros diamètre (5-6 cm). Cette acquisition aurait pu être évitée, puisqu'il n'a pour l'instant jamais servi. Quant à la rallonge d'un mètre, sa faible utilisation pourrait également remettre en cause l'intérêt de son achat par le GDF.

**Concernant la mise en commun :** Il est nécessaire que l'association ait les moyens financiers pour l'investissement. Il ne faut pas compter sur les « locations » par les adhérents pour rembourser son prix d'acquisition. Seul le coût des entretiens et révisions sont susceptibles d'être pris en charge par les locations. Concernant l'assurance : l'utilisateur doit être assuré, une convention de prêt est à compléter avant chaque emprunt.

**Concernant la gestion :** Le responsable, ici le président du GDF, assure le stockage, l'entretien, les « locations »... Il n'y a pas eu de difficulté particulière en sept ans de fonctionnement. ■

**Titre**  
Peuplement mélangé à base de Douglas, en cours de conversion vers l'irrégulier

**L'auteur :** Patrick Léchine



Ingénieur au CNPF-CRPF de Bourgogne Franche-Comté, basé à Besançon, en charge de sujets techniques (expérimentation et changements climatiques notamment) et animateur de Fogefor et Ceterf en Franche-Comté.

*J'aime dans la photo les paysages, peuplements, faune, flore, macro, ambiances, sujets insolites pour illustrer des sujets techniques, notamment pour les formations ou les documents de communication. Dans un diaporama, plus que du texte, une photo doit aider à comprendre le message que je souhaite faire passer.*

**Commentaire de la photo :**  
Cette photo a été prise dans le Morvan, dans le cadre d'une tournée du groupe de travail future irrégulière de l'IDF, en octobre 2013. L'idée était de montrer l'ins-tallation d'une régénération naturelle diversifiée.

**En savoir +**

<https://www.cnpf.fr/n/photofor/n:614>



# Une photographie à l'honneur

À chaque numéro, la rédaction vous fait découvrir les richesses de la base photographique PHOTOFOR.



# Le catalogue 2020 est paru !

Retrouvez les nouveautés, les incontournables  
et notre sélection pour tous les passionnés de forêt et nature.

**FLORES FORESTIÈRES - BOTANIQUE**

**FLORES FORESTIÈRES - BOTANIQUE**

**La Flore forestière française rééditée 1**

**Flore forestière française**  
Tome 1 - Nouvelle édition  
Auteurs : J.C. Roussel, C. Marquet, G. Duru  
Éditions CNPF - 2018  
Parus à 200 cm  
140 pages  
REF: 1000  
99 €

**Flore forestière française**  
Tome 2 - Nouvelle édition  
Auteurs : J.C. Roussel, C. Marquet, G. Duru, C. Couderc  
Éditions CNPF - 2018  
Parus à 200 cm  
242 pages  
REF: 1001  
99 €

**Loupe botanique monoculaire de poche Triplet 10x - 21 mm**  
Caractéristiques : Diamètre de la lentille : 21 mm - Triplet - 42 x  
REF: 2204  
15 €

**Coiffet en chêne massif français**  
REF: 2207  
39 €

**Promotion TRIO** 108 €  
pour la collection complète  
Flore forestière française  
Coiffet en chêne à 24 €

**Promotion DUO** 118 €  
pour la collection complète  
Flore forestière française  
REF: 1000 + 1001  
REF: 1010 + 1001  
REF: 1010 + 1001 + 1011

Votre panier personnalisé sur [www.foretpriveefrancaise.com](http://www.foretpriveefrancaise.com)



**BIODIVERSITÉ - ÉCOLOGIE**

**SANTÉ DES FORÊTS**

**Impacts du grand gibier**  
Comment les identifier, les limiter  
Auteurs : Pierre-Thomas Cougnet  
Éditions CNPF - 2017  
N'est-ce pas toujours à l'automne, lorsque les cerfs et chamois se font plus nombreux, que vous observez des dégâts dans les forêts ? Les impacts du grand gibier sont nombreux et peuvent être évités. Ce guide apporte tous les éléments pour identifier les dégâts et les éviter.

**Le champignon**  
Auteur : G. Duru  
Éditions CNPF - 2018  
N'est-ce pas toujours à l'automne, lorsque les cerfs et chamois se font plus nombreux, que vous observez des dégâts dans les forêts ? Les impacts du grand gibier sont nombreux et peuvent être évités. Ce guide apporte tous les éléments pour identifier les dégâts et les éviter.

**Oiseaux et forêt**  
Auteurs : G. Duru, C. Marquet  
Éditions CNPF - 2017  
Où sont les oiseaux ? Où sont les forêts ? Ce guide apporte tous les éléments pour identifier les dégâts et les éviter.

**Insectes et forêt**  
Auteurs : G. Duru, C. Marquet  
Éditions CNPF - 2017  
Où sont les insectes ? Où sont les forêts ? Ce guide apporte tous les éléments pour identifier les dégâts et les éviter.

**La santé des forêts**  
Auteurs : G. Duru, C. Marquet  
Éditions CNPF - 2017  
Où sont les forêts ? Où sont les dégâts ? Ce guide apporte tous les éléments pour identifier les dégâts et les éviter.

**Promotion TRIO** 21 €  
REF: 1000 pour ces 3 guides + 1001 + 1010 + 1011  
Collection Les hôtes de la forêt  
REF: 1000 + 1001 + 1010 + 1011 + 1012 + 1013 + 1014 + 1015 + 1016 + 1017 + 1018 + 1019 + 1020 + 1021 + 1022 + 1023 + 1024 + 1025 + 1026 + 1027 + 1028 + 1029 + 1030 + 1031 + 1032 + 1033 + 1034 + 1035 + 1036 + 1037 + 1038 + 1039 + 1040 + 1041 + 1042 + 1043 + 1044 + 1045 + 1046 + 1047 + 1048 + 1049 + 1050 + 1051 + 1052 + 1053 + 1054 + 1055 + 1056 + 1057 + 1058 + 1059 + 1060 + 1061 + 1062 + 1063 + 1064 + 1065 + 1066 + 1067 + 1068 + 1069 + 1070 + 1071 + 1072 + 1073 + 1074 + 1075 + 1076 + 1077 + 1078 + 1079 + 1080 + 1081 + 1082 + 1083 + 1084 + 1085 + 1086 + 1087 + 1088 + 1089 + 1090 + 1091 + 1092 + 1093 + 1094 + 1095 + 1096 + 1097 + 1098 + 1099 + 1100 + 1101 + 1102 + 1103 + 1104 + 1105 + 1106 + 1107 + 1108 + 1109 + 1110 + 1111 + 1112 + 1113 + 1114 + 1115 + 1116 + 1117 + 1118 + 1119 + 1120 + 1121 + 1122 + 1123 + 1124 + 1125 + 1126 + 1127 + 1128 + 1129 + 1130 + 1131 + 1132 + 1133 + 1134 + 1135 + 1136 + 1137 + 1138 + 1139 + 1140 + 1141 + 1142 + 1143 + 1144 + 1145 + 1146 + 1147 + 1148 + 1149 + 1150 + 1151 + 1152 + 1153 + 1154 + 1155 + 1156 + 1157 + 1158 + 1159 + 1160 + 1161 + 1162 + 1163 + 1164 + 1165 + 1166 + 1167 + 1168 + 1169 + 1170 + 1171 + 1172 + 1173 + 1174 + 1175 + 1176 + 1177 + 1178 + 1179 + 1180 + 1181 + 1182 + 1183 + 1184 + 1185 + 1186 + 1187 + 1188 + 1189 + 1190 + 1191 + 1192 + 1193 + 1194 + 1195 + 1196 + 1197 + 1198 + 1199 + 1200 + 1201 + 1202 + 1203 + 1204 + 1205 + 1206 + 1207 + 1208 + 1209 + 1210 + 1211 + 1212 + 1213 + 1214 + 1215 + 1216 + 1217 + 1218 + 1219 + 1220 + 1221 + 1222 + 1223 + 1224 + 1225 + 1226 + 1227 + 1228 + 1229 + 1230 + 1231 + 1232 + 1233 + 1234 + 1235 + 1236 + 1237 + 1238 + 1239 + 1240 + 1241 + 1242 + 1243 + 1244 + 1245 + 1246 + 1247 + 1248 + 1249 + 1250 + 1251 + 1252 + 1253 + 1254 + 1255 + 1256 + 1257 + 1258 + 1259 + 1260 + 1261 + 1262 + 1263 + 1264 + 1265 + 1266 + 1267 + 1268 + 1269 + 1270 + 1271 + 1272 + 1273 + 1274 + 1275 + 1276 + 1277 + 1278 + 1279 + 1280 + 1281 + 1282 + 1283 + 1284 + 1285 + 1286 + 1287 + 1288 + 1289 + 1290 + 1291 + 1292 + 1293 + 1294 + 1295 + 1296 + 1297 + 1298 + 1299 + 1300 + 1301 + 1302 + 1303 + 1304 + 1305 + 1306 + 1307 + 1308 + 1309 + 1310 + 1311 + 1312 + 1313 + 1314 + 1315 + 1316 + 1317 + 1318 + 1319 + 1320 + 1321 + 1322 + 1323 + 1324 + 1325 + 1326 + 1327 + 1328 + 1329 + 1330 + 1331 + 1332 + 1333 + 1334 + 1335 + 1336 + 1337 + 1338 + 1339 + 1340 + 1341 + 1342 + 1343 + 1344 + 1345 + 1346 + 1347 + 1348 + 1349 + 1350 + 1351 + 1352 + 1353 + 1354 + 1355 + 1356 + 1357 + 1358 + 1359 + 1360 + 1361 + 1362 + 1363 + 1364 + 1365 + 1366 + 1367 + 1368 + 1369 + 1370 + 1371 + 1372 + 1373 + 1374 + 1375 + 1376 + 1377 + 1378 + 1379 + 1380 + 1381 + 1382 + 1383 + 1384 + 1385 + 1386 + 1387 + 1388 + 1389 + 1390 + 1391 + 1392 + 1393 + 1394 + 1395 + 1396 + 1397 + 1398 + 1399 + 1400 + 1401 + 1402 + 1403 + 1404 + 1405 + 1406 + 1407 + 1408 + 1409 + 1410 + 1411 + 1412 + 1413 + 1414 + 1415 + 1416 + 1417 + 1418 + 1419 + 1420 + 1421 + 1422 + 1423 + 1424 + 1425 + 1426 + 1427 + 1428 + 1429 + 1430 + 1431 + 1432 + 1433 + 1434 + 1435 + 1436 + 1437 + 1438 + 1439 + 1440 + 1441 + 1442 + 1443 + 1444 + 1445 + 1446 + 1447 + 1448 + 1449 + 1450 + 1451 + 1452 + 1453 + 1454 + 1455 + 1456 + 1457 + 1458 + 1459 + 1460 + 1461 + 1462 + 1463 + 1464 + 1465 + 1466 + 1467 + 1468 + 1469 + 1470 + 1471 + 1472 + 1473 + 1474 + 1475 + 1476 + 1477 + 1478 + 1479 + 1480 + 1481 + 1482 + 1483 + 1484 + 1485 + 1486 + 1487 + 1488 + 1489 + 1490 + 1491 + 1492 + 1493 + 1494 + 1495 + 1496 + 1497 + 1498 + 1499 + 1500 + 1501 + 1502 + 1503 + 1504 + 1505 + 1506 + 1507 + 1508 + 1509 + 1510 + 1511 + 1512 + 1513 + 1514 + 1515 + 1516 + 1517 + 1518 + 1519 + 1520 + 1521 + 1522 + 1523 + 1524 + 1525 + 1526 + 1527 + 1528 + 1529 + 1530 + 1531 + 1532 + 1533 + 1534 + 1535 + 1536 + 1537 + 1538 + 1539 + 1540 + 1541 + 1542 + 1543 + 1544 + 1545 + 1546 + 1547 + 1548 + 1549 + 1550 + 1551 + 1552 + 1553 + 1554 + 1555 + 1556 + 1557 + 1558 + 1559 + 1560 + 1561 + 1562 + 1563 + 1564 + 1565 + 1566 + 1567 + 1568 + 1569 + 1570 + 1571 + 1572 + 1573 + 1574 + 1575 + 1576 + 1577 + 1578 + 1579 + 1580 + 1581 + 1582 + 1583 + 1584 + 1585 + 1586 + 1587 + 1588 + 1589 + 1590 + 1591 + 1592 + 1593 + 1594 + 1595 + 1596 + 1597 + 1598 + 1599 + 1600 + 1601 + 1602 + 1603 + 1604 + 1605 + 1606 + 1607 + 1608 + 1609 + 1610 + 1611 + 1612 + 1613 + 1614 + 1615 + 1616 + 1617 + 1618 + 1619 + 1620 + 1621 + 1622 + 1623 + 1624 + 1625 + 1626 + 1627 + 1628 + 1629 + 1630 + 1631 + 1632 + 1633 + 1634 + 1635 + 1636 + 1637 + 1638 + 1639 + 1640 + 1641 + 1642 + 1643 + 1644 + 1645 + 1646 + 1647 + 1648 + 1649 + 1650 + 1651 + 1652 + 1653 + 1654 + 1655 + 1656 + 1657 + 1658 + 1659 + 1660 + 1661 + 1662 + 1663 + 1664 + 1665 + 1666 + 1667 + 1668 + 1669 + 1670 + 1671 + 1672 + 1673 + 1674 + 1675 + 1676 + 1677 + 1678 + 1679 + 1680 + 1681 + 1682 + 1683 + 1684 + 1685 + 1686 + 1687 + 1688 + 1689 + 1690 + 1691 + 1692 + 1693 + 1694 + 1695 + 1696 + 1697 + 1698 + 1699 + 1700 + 1701 + 1702 + 1703 + 1704 + 1705 + 1706 + 1707 + 1708 + 1709 + 1710 + 1711 + 1712 + 1713 + 1714 + 1715 + 1716 + 1717 + 1718 + 1719 + 1720 + 1721 + 1722 + 1723 + 1724 + 1725 + 1726 + 1727 + 1728 + 1729 + 1730 + 1731 + 1732 + 1733 + 1734 + 1735 + 1736 + 1737 + 1738 + 1739 + 1740 + 1741 + 1742 + 1743 + 1744 + 1745 + 1746 + 1747 + 1748 + 1749 + 1750 + 1751 + 1752 + 1753 + 1754 + 1755 + 1756 + 1757 + 1758 + 1759 + 1760 + 1761 + 1762 + 1763 + 1764 + 1765 + 1766 + 1767 + 1768 + 1769 + 1770 + 1771 + 1772 + 1773 + 1774 + 1775 + 1776 + 1777 + 1778 + 1779 + 1780 + 1781 + 1782 + 1783 + 1784 + 1785 + 1786 + 1787 + 1788 + 1789 + 1790 + 1791 + 1792 + 1793 + 1794 + 1795 + 1796 + 1797 + 1798 + 1799 + 1800 + 1801 + 1802 + 1803 + 1804 + 1805 + 1806 + 1807 + 1808 + 1809 + 1810 + 1811 + 1812 + 1813 + 1814 + 1815 + 1816 + 1817 + 1818 + 1819 + 1820 + 1821 + 1822 + 1823 + 1824 + 1825 + 1826 + 1827 + 1828 + 1829 + 1830 + 1831 + 1832 + 1833 + 1834 + 1835 + 1836 + 1837 + 1838 + 1839 + 1840 + 1841 + 1842 + 1843 + 1844 + 1845 + 1846 + 1847 + 1848 + 1849 + 1850 + 1851 + 1852 + 1853 + 1854 + 1855 + 1856 + 1857 + 1858 + 1859 + 1860 + 1861 + 1862 + 1863 + 1864 + 1865 + 1866 + 1867 + 1868 + 1869 + 1870 + 1871 + 1872 + 1873 + 1874 + 1875 + 1876 + 1877 + 1878 + 1879 + 1880 + 1881 + 1882 + 1883 + 1884 + 1885 + 1886 + 1887 + 1888 + 1889 + 1890 + 1891 + 1892 + 1893 + 1894 + 1895 + 1896 + 1897 + 1898 + 1899 + 1900 + 1901 + 1902 + 1903 + 1904 + 1905 + 1906 + 1907 + 1908 + 1909 + 1910 + 1911 + 1912 + 1913 + 1914 + 1915 + 1916 + 1917 + 1918 + 1919 + 1920 + 1921 + 1922 + 1923 + 1924 + 1925 + 1926 + 1927 + 1928 + 1929 + 1930 + 1931 + 1932 + 1933 + 1934 + 1935 + 1936 + 1937 + 1938 + 1939 + 1940 + 1941 + 1942 + 1943 + 1944 + 1945 + 1946 + 1947 + 1948 + 1949 + 1950 + 1951 + 1952 + 1953 + 1954 + 1955 + 1956 + 1957 + 1958 + 1959 + 1960 + 1961 + 1962 + 1963 + 1964 + 1965 + 1966 + 1967 + 1968 + 1969 + 1970 + 1971 + 1972 + 1973 + 1974 + 1975 + 1976 + 1977 + 1978 + 1979 + 1980 + 1981 + 1982 + 1983 + 1984 + 1985 + 1986 + 1987 + 1988 + 1989 + 1990 + 1991 + 1992 + 1993 + 1994 + 1995 + 1996 + 1997 + 1998 + 1999 + 2000 + 2001 + 2002 + 2003 + 2004 + 2005 + 2006 + 2007 + 2008 + 2009 + 2010 + 2011 + 2012 + 2013 + 2014 + 2015 + 2016 + 2017 + 2018 + 2019 + 2020 + 2021 + 2022 + 2023 + 2024 + 2025 + 2026 + 2027 + 2028 + 2029 + 2030 + 2031 + 2032 + 2033 + 2034 + 2035 + 2036 + 2037 + 2038 + 2039 + 2040 + 2041 + 2042 + 2043 + 2044 + 2045 + 2046 + 2047 + 2048 + 2049 + 2050 + 2051 + 2052 + 2053 + 2054 + 2055 + 2056 + 2057 + 2058 + 2059 + 2060 + 2061 + 2062 + 2063 + 2064 + 2065 + 2066 + 2067 + 2068 + 2069 + 2070 + 2071 + 2072 + 2073 + 2074 + 2075 + 2076 + 2077 + 2078 + 2079 + 2080 + 2081 + 2082 + 2083 + 2084 + 2085 + 2086 + 2087 + 2088 + 2089 + 2090 + 2091 + 2092 + 2093 + 2094 + 2095 + 2096 + 2097 + 2098 + 2099 + 2100 + 2101 + 2102 + 2103 + 2104 + 2105 + 2106 + 2107 + 2108 + 2109 + 2110 + 2111 + 2112 + 2113 + 2114 + 2115 + 2116 + 2117 + 2118 + 2119 + 2120 + 2121 + 2122 + 2123 + 2124 + 2125 + 2126 + 2127 + 2128 + 2129 + 2130 + 2131 + 2132 + 2133 + 2134 + 2135 + 2136 + 2137 + 2138 + 2139 + 2140 + 2141 + 2142 + 2143 + 2144 + 2145 + 2146 + 2147 + 2148 + 2149 + 2150 + 2151 + 2152 + 2153 + 2154 + 2155 + 2156 + 2157 + 2158 + 2159 + 2160 + 2161 + 2162 + 2163 + 2164 + 2165 + 2166 + 2167 + 2168 + 2169 + 2170 + 2171 + 2172 + 2173 + 2174 + 2175 + 2176 + 2177 + 2178 + 2179 + 2180 + 2181 + 2182 + 2183 + 2184 + 2185 + 2186 + 2187 + 2188 + 2189 + 2190 + 2191 + 2192 + 2193 + 2194 + 2195 + 2196 + 2197 + 2198 + 2199 + 2200 + 2201 + 2202 + 2203 + 2204 + 2205 + 2206 + 2207 + 2208 + 2209 + 2210 + 2211 + 2212 + 2213 + 2214 + 2215 + 2216 + 2217 + 2218 + 2219 + 2220 + 2221 + 2222 + 2223 + 2224 + 2225 + 2226 + 2227 + 2228 + 2229 + 2230 + 2231 + 2232 + 2233 + 2234 + 2235 + 2236 + 2237 + 2238 + 2239 + 2240 + 2241 + 2242 + 2243 + 2244 + 2245 + 2246 + 2247 + 2248 + 2249 + 2250 + 2251 + 2252 + 2253 + 2254 + 2255 + 2256 + 2257 + 2258 + 2259 + 2260 + 2261 + 2262 + 2263 + 2264 + 2265 + 2266 + 2267 + 2268 + 2269 + 2270 + 2271 + 2272 + 2273 + 2274 + 2275 + 2276 + 2277 + 2278 + 2279 + 2280 + 2281 + 2282 + 2283 + 2284 + 2285 + 2286 + 2287 + 2288 + 2289 + 2290 + 2291 + 2292 + 2293 + 2294 + 2295 + 2296 + 2297 + 2298 + 2299 + 2300 + 2301 + 2302 + 2303 + 2304 + 2305 + 2306 + 2307 + 2308 + 2309 + 2310 + 2311 + 2312 + 2313 + 2314 + 2315 + 2316 + 2317 + 2318 + 2319 + 2320 + 2321 + 2322 + 2323 + 2324 + 2325 + 2326 + 2327 + 2328 + 2329 + 2330 + 2331 + 2332 + 2333 + 2334 + 2335 + 2336 + 2337 + 2338 + 2339 + 2340 + 2341 + 2342 + 2343 + 2344 + 2345 + 2346 + 2347 + 2348 + 2349 + 2350 + 2351 + 2352 + 2353 + 2354 + 2355 + 2356 + 2357 + 2358 + 2359 + 2360 + 2361 + 2362 + 2363 + 2364 + 2365 + 2366 + 2367 + 2368 + 2369 + 2370 + 2371 + 2372 + 2373 + 2374 + 2375 + 2376 + 2377 + 2378 + 2379 + 2380 + 2381 + 2382 + 2383 + 2384 + 2385 + 2386 + 2387 + 2388 + 2389 + 2390 + 2391 + 2392 + 2393 + 2394 + 2395 + 2396 + 2397 + 2398 + 2399 + 2400 + 2401 + 2402 + 2403 + 2404 + 2405 + 2406 + 2407 + 2408 + 2409 + 2410 + 2411 + 2412 + 2413 + 2414 + 2415 + 2416 + 2417 + 2418 + 2419 + 2420 + 2421 + 2422 + 2423 + 2424 + 2425 + 2426 + 2427 + 2428 + 2429 + 2430 + 2431 + 2432 + 2433 + 2434 + 2435 + 2436 + 2437 + 2438 + 2439 + 2440 + 2441 + 2442 + 2443 + 2444 + 2445 + 2446 + 2447 + 2448 + 2449 + 2450 + 2451 + 2452 + 2453 + 2454 + 2455 + 2456 + 2457 + 2458 + 2459 + 2460 + 2461 + 2462 + 2463 + 2464 + 2465 + 2466 + 2467 + 2468 + 2469 + 2470 + 2471 + 2472 + 2473 + 2474 + 2475 + 2476 + 2477 + 2478 + 2479 + 2480 + 2481 + 2482 + 2483 + 2484 + 2485 + 2486 + 2487 + 2488 + 2489 + 2490 + 2491 + 2492 + 2493 + 2494 + 2495 + 2496 + 2497 + 2498 + 2499 + 2500 + 2501 + 2502 + 2503 + 2504 + 2505 + 2506 + 2507 + 2508 + 2509 + 2510 + 2511 + 2512 + 2513 + 2514 + 2515 + 2516 + 2517 + 2518 + 2519 + 2520 + 2521 + 2522 + 2523 + 2524 + 2525 + 2526 + 2527 + 2528 + 2529 + 2530 + 2531 + 2532 + 2533 + 2534 + 2535 + 2536 + 2537 + 2538 + 2539 + 2540 + 2541 + 2542 + 2543 + 2544 + 2545 + 2546 + 2547 + 2548 + 2549 + 2550 + 2551 + 2552 + 2553 + 2554 + 2555 + 2556 + 2557 + 2558 + 2559 + 2560 + 2561 + 2562 + 2563 + 2564 + 2565 + 2566 + 2567 + 2568 + 2569 + 2570 + 2571 + 2572 + 2573 + 2574 + 2575 + 2576 + 2577 + 2578 + 2579 + 2580 + 2581 + 2582 + 2583 + 2584 + 2585 + 2586 + 2587 + 2588 + 2589 + 2590 + 2591 + 2592 + 2593 + 2594 + 2595 + 2596 + 2597 + 2598 + 2599 + 2600 + 2601 + 2602 + 2603 + 2604 + 2605 + 2606 + 2607 + 2608 + 2609 + 2610 + 2611 + 2612 + 2613 + 2614 + 2615 + 2616 + 2617 + 2618 + 2619 + 2620 + 2621 + 2622 + 2623 + 2624 + 2625 + 2626 + 2627 + 2628 + 2629 + 2630 + 2631 + 2632 + 2633 + 2634 + 2635 + 2636 + 2637 + 2638 + 2639 + 2640 + 2641 + 2642 + 2643 + 2644 + 2645 + 2646 + 2647 + 2648 + 2649 + 2650 + 2651 + 2652 + 2653 + 2654 + 2655 + 2656 + 2657 + 2658 + 2659 + 2660 + 2661 + 2662 + 2663 + 2664 + 2665 + 2666 + 2667 + 2668 + 2669 + 2670 + 2671 + 2672 + 2673 + 2674 + 2675 + 2676 + 2677 + 2678 + 2679 + 2680 + 2681 + 2682 + 2683 + 2684 + 2685 + 2686 + 2687 + 2688 + 2689 + 2690 + 2691 + 2692 + 2693 + 2694 + 2695 + 2696 + 2697 + 2698 + 2699 + 2700 + 2701 + 2702 + 2703 + 2704 + 2705 + 2706 + 2707 + 2708 + 2709 + 2710 + 2711 + 2712 + 2713 + 2714 + 2715 + 2716 + 2717 + 2718 + 2719 + 2720 + 2721 + 2722 + 2723 + 2724 + 2725 + 2726 + 2727 + 2728 + 2729 + 2730 + 2731 + 2732 + 2733 + 2734 + 2735 + 2736 + 2737 + 2738 + 2739 + 2740 + 2741 + 2742 + 2743 + 2744 + 2745 + 2746 + 2747 + 2748 + 2749 + 2750 + 2751 + 2752 + 2753 + 2754 + 2755 + 2756 + 2757 + 2758 + 2759 + 2760 + 2761 + 2762 + 2763 + 2764 + 2765 + 2766 + 2767 + 2768 + 2769 + 2770 + 2771 + 2772 + 2773 + 2774 + 2775 + 2776 + 2777 + 2778 + 2779 + 2780 + 2781 + 2782 + 2783 + 2784 + 2785 + 2786 + 2787 + 2788 + 2789 + 2790 + 2791 + 2792 + 2793 + 2794 + 2795 + 2796 + 2797 + 2798 + 2799 + 2800 + 2801 + 2802 + 2803 + 2804 + 2805 + 2806 + 2807 + 2808 + 2809 + 2810 + 2811 + 2812 + 2813 + 2814 + 2815 + 2816 + 2817 + 2818 + 2819 + 2820 + 2821 + 2822 + 2823 + 2824 + 2825 + 2826 + 2827 + 2828 + 2829 + 2830 + 2831 + 2832 + 2833 + 2834 + 2835 + 2836 + 2837 + 2838