

sommaire

N° 203

Institut pour le développement forestier / Centre national de la propriété forestière

23, av. Bosquet, 75007 Paris
Tél. 01 40 62 22 80

foretentreprise@cnpf.fr

Directeur de la publication
Alain de Montgascon

Directeur de la rédaction
Thomas Formery

Rédactrice
Nathalie Maréchal

Conception graphique
Jean-Éric Ridonat (High'com)

Maquettiste
Sophie Saint-Jore

Responsable Édition-Diffusion
Samuel Six

Diffusion — abonnements
François Kuczynski

Publicité
Helium Régie

22, rue Drouot — 75009 Paris
Tél. 01 48 01 86 86

Fax. 01 48 01 86 82

Impression
Centre Impression
BP 218 — 87220 Feytiat
Tél. 05 55 71 39 29

Numéro d'imprimeur 00122

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

Périodicité : 6 numéros par an
Abonnement 2012
France : 48 € — étranger : 62 €
édité par le CNPF-IDF

Commission paritaire des publications et agences de presse : n° 1014 B 08072

ISSN : 0752-5974

Siret : 180 092 355 00015

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 personne 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 — résultant de l'utilisation des méthodes ou matériels préconisés.

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

Dépôt légal : Mars 2012



Imprimé sur papier PEFC
PEFC/10-31-1146

foretpriveefrancaise.com

le site de la forêt privée française

Une forêt privée gérée et préservée par un réseau d'hommes compétents au service des générations futures



2 agenda

3 édito

4 actualité

6 autécologie des feuillus

Guide de lecture
Autécologie du merisier

L. Larrieu, P. Gonin

12 cetef

Dynamiser nos sylvicultures des chênaies face au changement climatique

A. Colinot, N. Maréchal

Photo de couverture : *Charme et douglas au printemps, Cher.*

© F. Kuczynski - <http://lespaysagesdefka.piwigo.com/>

54 matériel

Le câble synthétique en exploitation forestière

P. Magaud, K. Claudel,
S. Grulois

57 populiculture

La charte "merci le peuplier"

N. Maréchal

60 région

De l'arbre aux produits bois, la filière bretonne se mobilise pour agir

O. Ferron

62 point de vue

Plaidoyer pour une relance des plantations forestières en France

V. Naudet

64 courrier

Quelle forêt voulons-nous ?

J.-L. Peyron

17



dossier
Innovation et perspective en forêt

Forêt-entreprise, la revue technique des forêts et des arbres

Oui, je m'abonne (Tarifs 2012)

Abonnement France 1 an - 6 numéros : 48 €

Abonnement étranger 1 an - 6 numéros : 62 €

Nom Prénom

Adresse

Code postal Commune

Tél.

■ Chèque bancaire ou postal à l'ordre de "agent comptable SUF IDF" à retourner à la librairie de l'IDF, 23 avenue bosquet, 75007 Paris - Tél. : 01 40 62 22 81 - Fax : 01 40 62 22 87 - idf-librairie@cnpf.fr
www.foretpriveefrancaise.com



BULLETIN D'ABONNEMENT

Salon bois énergie

Le salon bois énergie se déroulera du 22 au 25 mars 2012, à Saint Etienne : démonstrations des matériels d'exploitation forestière, de production de combustibles, des poêles et cheminées en fonctionnement.

Informations sur le site Internet : www.boisenergie.com



Forêt, source d'eau potable

Le colloque final du projet interreg franco-suisse Alpeau se tiendra à Évian les 28 et 29 mars. À l'intention des élus des collectivités, gestionnaires de l'approvisionnement en eau potable, afin de pérenniser, dans les zones périalpines franco-suisse, le rôle protecteur de la forêt pour la préservation durable de la ressource en eau potable. Plus d'informations sur le site Internet : www.alpeau.org



Salon Européen du Bois et de l'Habitat Durable

Le 10^e salon européen du bois et de l'habitat durable se déroulera du 29 mars au 1^{er} avril à Grenoble-Alpexpo. La diversité du matériau bois, utilisé en construction ou ameublement, connaît un succès grandissant. Plus d'informations sur le site Internet : www.alpexpo.fr

Perspectiv'Bois, les 24 et 25 mars au Mayet de Montagne (Allier), se tiendront les portes ouvertes du lycée forestier Claude Mercier, avec également le championnat de France de coupe de bois sportive et un salon « de la forêt à l'énergie ».



Sculptures de Thierry Martenon

Thierry Martenon expose ses sculptures à partir d'érables ou frênes du massif de la Grande Chartreuse, du 5 au 28 avril à la galerie Théo de Seine à Paris.

La galerie Théo de Seine, 19, rue de Seine, 75006 Paris. Du mardi au samedi 11 h-13 h et 14 h-19 h. Site Internet : www.galeriethodeleine.com



Les Journées du Bois

Du 9 au 13 mai 2012, les Journées du Bois ont une visibilité nationale, relayées régionalement, mettant l'accent sur une communication à la découverte de la filière bois et des forêts. Le programme des manifestations auprès des interprofessions régionales.



FOREXPO

Forexpo, le salon européen de la sylviculture et de l'exploitation forestière, se tiendra les 6, 7 et 8 juin 2012 à l'aérodrome de Mimizan, dans les Landes.



« Plus que jamais, c'est le moment de voir grand » est le slogan des 50 ans de Forexpo, au cœur du plus grand chantier de reboisement d'Europe. Des expositions, des démonstrations, des ateliers, mais aussi des colloques et des débats, pour une vision générale de l'offre de la filière forêt/bois.

Site Internet :

<http://forexpo.mediaforest.net/fr/>



12^e carrefour du Bois

Le grand rendez-vous des professionnels du bois aura lieu du 6 au 8 juin à Nantes et rassemble l'offre bois la plus importante d'Europe : sciages, panneaux, parquets, solutions constructives, commerce spécialisé...

Informations sur le site Internet :

www.timbershow.com



3^e Fête de la forêt du GDF Millevaches

La fête de la Forêt du Groupement de développement forestier du Plateau de Millevaches en Limousin aura lieu du 7 au 8 juillet 2012, à Royère de Vassivière, lieu-dit Arfeuille. Organisée par GDF Millevaches et la Communauté de communes Bourganeuf Royère de Vassivière, avec le soutien du CRPF et du Syndicat des forestiers privés du Limousin, Site Internet : <http://3efetedelaforet1000vaches.over-blog.com>



Lutte contre l'hylobe, du nouveau : Bayer SAS a obtenu l'homologation d'un nouvel insecticide préventif, Merit® Forest.

Sollicité directement par les professionnels (Syndicat National des Pépiniéristes Forestiers) et par le ministère de l'Agriculture (DSF, DGAL et Bureau des Investissements Forestiers), Bayer SAS a déposé très rapidement un dossier d'homologation pour Merit® Forest. Ce dernier est déjà largement utilisé en Europe du Nord pour le même ravageur des conifères, l'hylobe.

Cette spécialité à action systémique est utilisée avec satisfaction par les plus grosses pépinières de production de plants résineux dans les pays nordiques depuis près de 8 ans ; c'est ainsi que plusieurs centaines de millions de plants ont été protégés contre ce ravageur depuis 2003.

Aujourd'hui, les pépiniéristes français ont accès à cette spécialité qui sera utilisée dans des conditions règlementées, à savoir la pulvérisation des jeunes plants en installation close à la dose de 70 mg par plant.

Les essais réalisés en 2010 et 2011 sous l'égide du DSF et mis en œuvre par le SRAL ont montré une très bonne efficacité de Merit® Forest dans les conditions d'utilisation françaises et permettent aujourd'hui de protéger de façon préventive et persistante les jeunes plantations contre l'hylobe.

Distribué par la société AROLE PFB, Merit® Forest est d'ores et déjà disponible en 2012. Après installation d'une unité de pulvérisation close telle que définie dans le dossier d'homologation, les pépinières de production traiteront les plants de conifères.

Merit® Forest N°AMM 2110134 – Formulation WG - 70% imidaclopride - Xn Nocif - N Dangereux pour l'environnement. Produit pour les professionnels : respecter les conditions d'emploi.

éditorial

L'innovation ! C'est le leitmotiv de l'IDF depuis sa création. Rester l'arme au pied ou regarder le train passer est sans avenir. Réfléchir, comprendre, expérimenter des nouvelles techniques, se former et faire connaître les nouvelles recherches sont notre philosophie, notre politique, notre action.

Une innovation est intéressante, si elle permet de produire autant, voire plus, tout en améliorant la qualité.

L'autre intérêt de l'innovation est celui de fédérer les professionnels. Il est évident que la synergie de travail entre sylviculteur, ingénieur et chercheur permet de trouver une solution, alors qu'individuellement, l'exercice serait difficile voire incomplet.

Innovation

Une petite entreprise raisonne entre quelques mois et quelques années. Bien souvent, on assure le présent, sans trop se préoccuper du futur. En forêt, le contexte est très différent, car nous devons raisonner en dizaines d'années, voire en siècle. Dans ce cas, la recherche, l'innovation comme l'investissement sont de longue haleine.

Mais un investissement se réfléchit, comme une économie, cela doit se justifier, être intelligent et durable.

L'innovation ne doit pas être le rêve du « savant cosinus ». Car cela demande du temps et des moyens. Lorsque l'on fait une recherche pour innover, il est prudent avant de commencer de définir les objectifs et les résultats attendus ; avoir en quelque sorte une feuille de route évitera quelques fausses pistes.

Enfin, l'innovation doit être mutualisée, car nos moyens sont réduits. Exploiter et vulgariser au mieux chaque petite opportunité qui améliore notre travail, nous fait avancer face à la grande concurrence de notre monde d'aujourd'hui.

Alain de Montgascon

Contrat d'objectifs et de performance 2012 – 2016

Le Contrat d'objectifs et de performance 2012 – 2016 du CNPF (Centre National de la Propriété Forestière) est signé par Bruno Le Maire, ministre de l'Agriculture, Henri Plauche-Gillon, président du CNPF et Thomas Formery, directeur général, le 27 janvier 2012, à Paris.

« Développer la gestion durable en forêt privée, en assurant son renouvellement et une mobilisation accrue des produits forestiers » constitue l'orientation stratégique du CNPF sur la durée du contrat. Elle s'inscrit en résonance avec le défi national du « Mobiliser plus en préservant mieux » partagé entre l'État, les forestiers, et France Nature Environnement.

Le CNPF mobilisera l'essentiel de ses moyens pour :

- améliorer la mobilisation du bois dans des démarches territoriales (Plans de développement de massifs, schémas de desserte, ...),
- accroître la surface des forêts privées gérées sous document de gestion durable, notamment par la mise en œuvre de la mesure de suppression du seul tenant pour les propriétés soumises à plan simple de gestion (PSG),
- développer les connaissances et les modèles innovants de gestion forestière durable (adaptation des forêts au changement climatique, dynamisation des sylvicultures en préservant les écosystèmes et la biodiversité, stockage du carbone, production d'eau potable grâce aux forêts, ...),
- diffuser le progrès et les pratiques sylvicoles durables,
- renforcer, par l'expertise du CNPF, la place de la forêt privée dans l'économie, les territoires, et la société (accompagnement des politiques publiques, certification forestière, ...).

En résumé, le CNPF s'engage, avec le soutien de l'État et dans le respect de ses exigences, à œuvrer pour une production forestière équilibrée, c'est-à-dire planifiée, adaptée aux potentialités des forêts et aux besoins des marchés, renouvelable dans le temps sans perte de qualité, et respectueuse des écosystèmes.

Nouveaux taux de TVA en vigueur à partir du 1^{er} Janvier 2012

La plupart des produits, façons, services, producteurs, distributeurs qui bénéficiaient jusque-là du taux de TVA (Taxe sur la Valeur Ajoutée) réduit à 5,5 %, sont désormais assujettis à une TVA à 7 %, depuis le 1er Janvier 2012.

Conformément à l'article 13 de la loi n°2011-1978 du 28 décembre 2011 de finances rectificative pour 2011, les taux de TVA dans la filière bois deviennent les suivants :

Taux de TVA	Opérations
7 %	- vente du bois sur pied - vente de bois bord de route, stockage des bois - abattage, tronçonnage, débardage, broyage, défrichage, - vente de bois énergie (bûche, granulés, plaquettes, etc.) - vente de produits connexes - les prestations de travaux forestiers (reboisement, préparation du sol et fossés, plantations, dégagement, dépressage, taille de formation, élagage, pose de protection contre le gibier)
19,6%	- achats de produits phytosanitaires homologués

L'Institut national de l'Information géographique et forestière

Au 1^{er} janvier 2012, l'inventaire forestier national (IFN) et l'institut géographique national fusionnent et deviennent l'Institut national de l'Information géographique et forestière IGN. La mission demeure la description géométrique et physique de la surface du territoire national et l'occupation des sols, ainsi que l'élaboration et la mise à jour de l'inventaire permanent des ressources forestières nationales.



« ETF, un vrai métier »

Les entrepreneurs de travaux forestiers (ETF) d'Aquitaine ont produit un film et une plaquette présentant leur savoir-faire et les évolutions technologiques de leur métier : les technologies de l'information et de la communication pour la traçabilité des bois et la gestion de production, le guidage par GPS (Global Positioning System) des tracteurs forestiers, les systèmes d'information géographique SIG pour la cartographie des parcelles. Le film « ETF, un vrai métier » a obtenu le 1^{er} prix du film d'entreprise de la filière bois, à Festiwood 2011, récompensant cet outil de communication envers les jeunes.

IRSTEA

À l'occasion de son 30^e anniversaire, le Cemagref devient Irstea, institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture. Son positionnement au cœur de la recherche environnementale en France sur les questions de l'eau, de la gestion des risques environnementaux, des technologies vertes et de l'aménagement durable du territoire est réaffirmé.



Charte Environnementale

Les professionnels de la filière française de la distribution bois (importateurs / raboteurs, négociants, agents), adhérents de l'association Le Commerce du Bois (LCB), s'engagent en faveur de l'éco-certification des bois et plus globalement en matière d'achat et de vente responsable de bois. La Charte Environnementale, élaborée avec le soutien du MAAP et le parrainage du MEDD, associe développement du produit et affirmation du bois comme éco-matériau. Cette charte répond aux attentes des pouvoirs publics engagés dans l'achat et l'emploi de bois éco-certifiés. Retrouvez la liste des entreprises signataires et la charte environnementale sur le site Internet : www.lecommercedubois.fr

Guide de lecture

Laurent Larrieu*, Pierre Gonin**, Jaime Coello***

Dans le cadre du projet européen Pirinoble (www.pirinoble.eu), une synthèse a été réalisée sur l'autécologie⁽¹⁾ des principaux feuillus précieux. Les résultats sont présentés sous forme de fiches par essence qui seront régulièrement publiées dans Forêt-entreprise. Ce « Guide de lecture » précise les définitions et termes utilisés. La première fiche concernant le merisier est publiée en pages suivantes de 9 à 12.



Depuis une vingtaine d'années, le regain d'intérêt pour les feuillus a conduit bon nombre de sylviculteurs à les sélectionner dans les peuplements et à les introduire en plantation. Les résultats de croissance n'ont cependant pas toujours été à la hauteur des attentes, à cause de problèmes techniques et surtout par inadéquation de l'essence aux stations. L'installation de ces feuillus ne doit pas être remise en cause, mais il convient d'être attentif à leurs exigences stationnelles.

Pour la production de bois : l'autécologie⁽¹⁾, un passage obligé ! Les conditions stationnelles favorables aux feuillus sont aujourd'hui mieux connues, grâce à de nombreuses observations réalisées dans les peuplements et à quelques études scientifiques, en particulier pour le merisier, l'alisier torminal, le frêne commun, les érables, les noyers ; les données sont, par contre, plus fragmentaires pour d'autres essences comme le cormier et encore plus pour le poirier commun, le pommier sauvage, les tilleuls. Des « fiches autécologie » ont été rédigées pour les principaux feuillus (merisier, sorbiers, frênes, érables...) à partir des données bibliographiques⁽²⁾ et de l'expertise des auteurs, afin de présenter les situations stationnelles correspondant à une **adaptation excellente et au minimum requis pour une production rapide de bois.**

Distribution géographique

Cartes « Aire naturelle de répartition en Europe » (EUFORGEN 2009, www.euforgen.org) : elles ont été réalisées par les membres du réseau Euforgen et d'autres experts à partir de la bibliographie existante et d'autres sources d'information. Elles peuvent donc légèrement différer des cartes de distribution qui sont issues d'inventaires de terrain.

Cartes « Distribution en France (IFN) » : elles sont réalisées par l'Inventaire forestier national à partir des données

floristique de l'IFN obtenues avant 2005 et de la banque de données SOPHY. Les zones où l'espèce est relativement fréquente (% de relevés floristiques dans lesquels l'espèce est présente = taux de présence $\geq 5\%$) sont en noir et celles où l'espèce est présente, mais plus rare (taux de présence $< 5\%$), sont en bleu.

Cartes « Distribution en Espagne » : elles ont été réalisées par l'Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria (INIA).

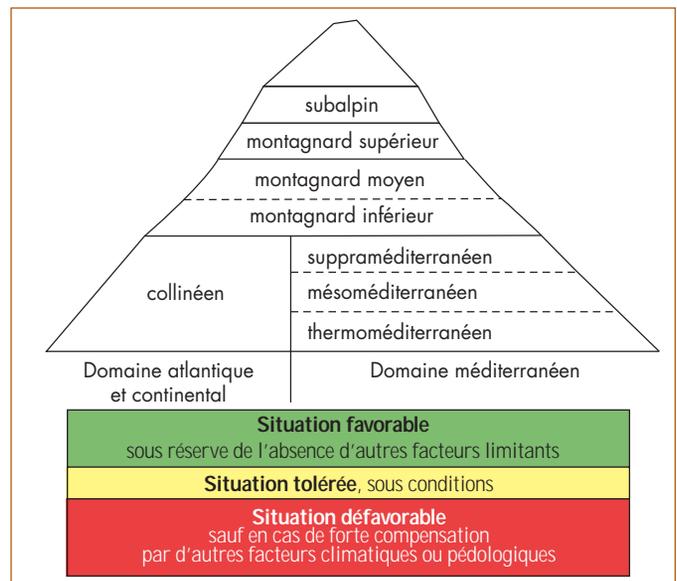
Climat et tempérament

Conditions bioclimatiques

Topoclimat : variation du climat local, résultant de l'exposition ou d'une position topographique particulière.

Étages de végétation

Ils sont précisés pour chaque espèce en utilisant la typologie et le code couleur suivants :

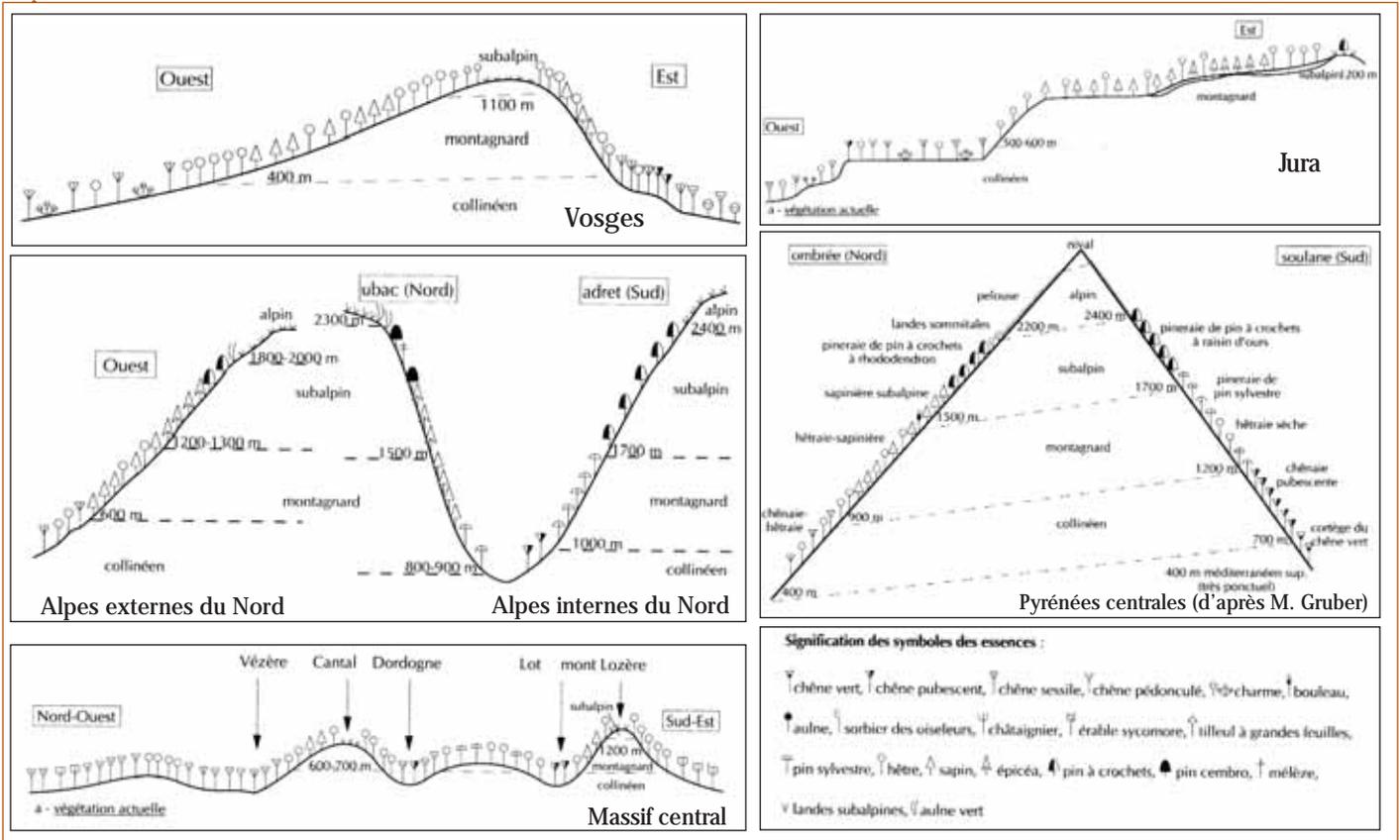


Les limites altitudinales de chaque étage varient selon les massifs (en lien avec la latitude) et les expositions.

(1) Autécologie : étude des exigences stationnelles des espèces.
(2) Version des fiches avec références bibliographiques disponible sur internet : www.foretpriveefrancaise.com et www.pirinoble.eu

autécologie des feuillus

Limites des étages de végétation dans les massifs français et végétation naturelle rencontrée



(d'après Rameau et al., 1993 : FFF, tome 2 Montagne)

Tempérament

Légende :



Essence sciaphile tolérante :
tolérant un ombrage important et pouvant
supporter un certain éclairement



Essence héliophile :
qui ne peut se développer
complètement qu'en pleine lumière

Limites climatiques

P-ETP : demande climatique en eau, correspondant à la différence entre les précipitations et l'évapotranspiration potentielle. La formule de référence pour calculer l'ETP est la formule de Penman, mais elle est difficile à calculer car de nombreuses données climatiques sont nécessaires. P-ETP Penman durant la saison de végétation est calculée d'avril à octobre inclus.

Indice d'aridité de de Martonne : rapport entre les précipitations et la température moyenne annuelle selon la formule suivante : $P / (T + 10)$ avec P : précipitations annuelles en mm et T : température moyenne annuelle en °C.

Mois sec (au sens de Gaussen) : mois dont la pluviosité moyenne mensuelle en millimètres (P) est inférieure au double de la température moyenne mensuelle (T) exprimée en degrés Celsius : $P < 2 T$. Un mois subsec est défini par $P < 3 T$.

Sols

Eau et drainage

favorable
toléré
défavorable

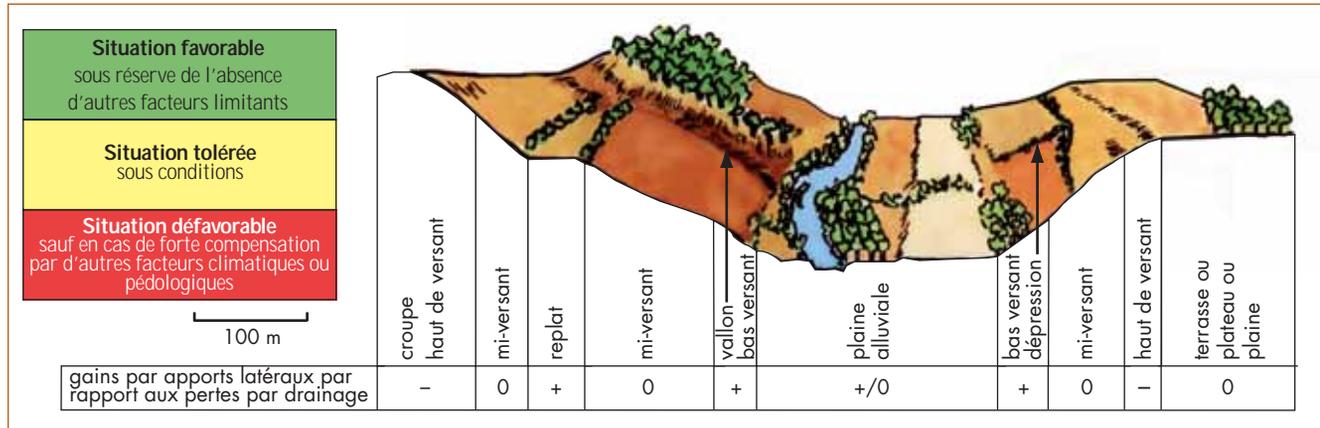
Drainage et excès d'eau

		a	b	c	d	h	i	e	f	g
définition	sur limon - argile		non gleyfié	faiblement gleyfié	modérément gleyfié	fortement gleyfié (nappe temporaire)	très fortement gleyfié (nappe temporaire)	fortement gleyfié à horizon réduit (nappe permanente)	très fortement gleyfié à horizon réduit (nappe permanente)	réduit (nappe permanente)
	sur sable	très sec	sec	modérément sec	modérément humide	humide	très humide	humide	très humide	extrêmement humide
drainage naturel		excessif	bon	modéré	imparfait	mauvais	très mauvais	partiel	quasi-inexistant	inexistant
nappe	temporaire	pas de nappe	> 90-125 cm	60-125 cm	40-80 cm	20-50 cm	0-30 cm	20-50 cm	0-30 cm	-
	permanente		horizon rédoxique avec taches rouille	-	-	-	-	> 80 cm	40-80 cm	< 40 cm

(d'après le « Fichier écologique des essences », Ministère de la Région Wallonne, 1991, modifié)

Situations topographiques

Les situations topographiques sont précisées pour chaque espèce en utilisant la typologie suivante qui est établie à l'échelle de l'unité stationnelle. Le code couleur permet de distinguer trois situations vis-à-vis de l'alimentation en eau.



Texture et matériaux

Légende du tableau des textures :



Écogramme

L'écogramme (fig. 1) synthétise les exigences écologiques d'une essence vis-à-vis des deux principaux facteurs qui influent sur la croissance des végétaux :

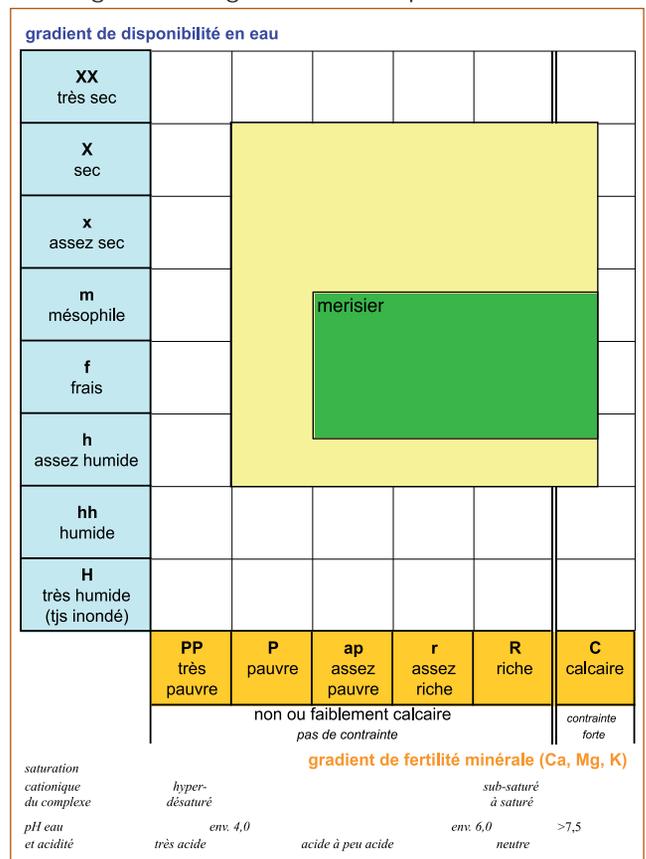
- **l'alimentation en eau**, fonction de la réserve utile maximale du sol, de la pluviosité et des facteurs de compensation stationnels (confinement et circulation latérale dans le sol) ;
- **l'alimentation minérale**, liée à la disponibilité en éléments minéraux (calcium, magnésium, potassium) dans la terre fine et le recyclage des matières organiques.

Ce mode de représentation est issu de la Flore forestière française (Rameau *et al.*, 1989, 1993, 2008), avec deux modifications de l'axe horizontal :

→ le gradient trophique ne fait plus référence à l'acidité mais à la **fertilité minérale**, car la corrélation entre l'acidité et la disponibilité en nutriments n'est pas très forte entre les pH = 4,5 et pH = 6. Nous avons cependant indiqué la correspondance avec les quelques valeurs de pH significatives. Nous avons également abandonné la relation stricte entre les formes d'humus et le gradient de fertilité minérale car elle varie avec les conditions macroclimatiques et pédoclimatiques.

→ le domaine non calcaire est séparé du domaine calcaire par une double barre verticale car une forte proportion de carbonate de calcium dans la terre fine peut affecter la nutrition minérale de certaines essences forestières.

Figure 1 : écogramme - exemple du merisier



Pour chaque essence, deux aires sont proposées : celle en vert correspond à des **conditions suffisantes pour assurer une production de bois rapide** ; celle en jaune clair indique toute l'amplitude écologique de l'espèce, avec des conditions moins favorables pour la production de bois, ce qui nécessite de faire plus attention aux facteurs limitants dans le cas de plantation et aux risques d'échec. L'optimum écologique d'une espèce ne correspond pas au centre de l'aire verte : par exemple, la partie inférieure droite procure une meilleure alimentation en eau et en éléments nutritifs. Les aires écologiques proposées par la Flore forestière française ont été parfois légèrement modifiées en tenant compte des données bibliographiques et de la répartition des essences par rapport aux niveaux trophique et hydrique dans les relevés de l'Inventaire forestier national.

autécologie des feuillus

Graphique de nutrition minérale

Nous présentons de façon schématique les taux de nutriments de l'horizon de surface permettant une bonne croissance de l'essence, sur le même modèle que le graphique « radar » d'Adishatz, outil informatique mis au point par le CRPF Midi-Pyrénées (Larrieu & Delarue, 2004) qui permet d'interpréter des résultats d'analyses de terre et de les présenter de façon standardisée. Ces figures (voir fig. 2) ne sont pas issues de résultats analytiques, mais elles sont une traduction graphique des données bibliographiques.

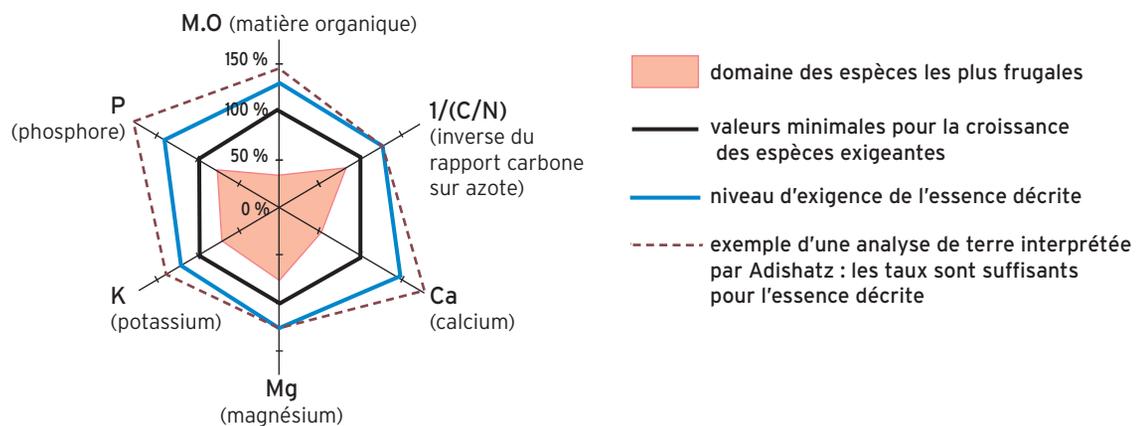
Le graphique se compose de 6 axes :

- 3 représentent la fertilité en calcium (Ca), magnésium (Mg) et potassium (K) ;
- 3 traduisent le cycle des éléments avec : l'alimentation en phosphore (P), l'alimentation en azote représentée par le fonctionnement de la forme d'humus (taux de matière organique, M.O.) et la rapidité de recyclage et de minéralisation de la litière représentée par le rapport carbone sur azote (C/N, exprimée par son inverse pour une logique de lecture).

Dans la figure 2, le polygone noir visualise les taux minimums pour assurer une bonne croissance de la plupart des espèces exigeantes. L'aire rose enveloppe les valeurs limitantes pour la croissance des autres essences, à l'exception des plus frugales. Le trait bleu positionne le niveau seuil d'exigence de l'essence décrite : plus la valeur est élevée sur un axe, plus l'espèce est exigeante pour l'élément considéré (par ex. 140 % pour P indique que l'essence nécessite un taux 1,4 fois supérieur au taux minimal pour les essences exigeantes, les seuils devant cependant être pris comme des ordres de grandeur car ils ne sont pas issus de données analytiques).

Ce schéma peut être utilisé pour vérifier l'adéquation de l'essence aux conditions stationnelles de la parcelle, en regardant dans Adishatz les valeurs de l'analyse de terre (en marron dans l'exemple de la fig. 2) qui doivent être supérieures à celles indiquées pour l'essence si on veut assurer une croissance optimale. Cette comparaison sera réalisée sur un profil de sol représentatif de l'unité stationnelle étudiée, l'analyse chimique étant effectuée dans l'horizon A contenant de la matière organique, complétée par un horizon sous-jacent représentatif du profil (analyse sans matière organique). Les prélèvements seront réalisés de préférence sur fosse, au moins pour les horizons supérieurs, éventuellement sur plusieurs faces représentatives de la fosse. On prélève la terre sur la totalité de la hauteur de l'horizon, en excluant les limites (ex. pour 30-90 cm, prendre entre 40 et 80 cm) et en évitant de salir l'échantillon avec d'autres horizons. L'analyse peut porter sur un regroupement de plusieurs sondages (4-5 endroits pour le même horizon et le même type de sol), si on veut une valeur moyenne sur une zone homogène. Les échantillons sont ensuite envoyés à un laboratoire d'analyse des sols agréé (pour plus de précisions, voir : Larrieu & Jabiol, *Rev. For. Fr.* LIII - 5-2001, p. 558-567).

Figure 2 : exemple d'un graphique de nutrition minérale



© P. Gonin, CNPF-IDF



■ Guide réalisé dans le cadre du projet européen Interreg 4a « Pirinoble » (www.pirinoble.eu) associant quatre partenaires français et espagnols : Institut pour le Développement Forestier (IDF), Centre Régional de la Propriété Forestière de Midi-Pyrénées (CRPF), Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC), Centre de la Propietat Forestal (CPF).

■ Auteurs : *Laurent Larrieu (CRPF Midi-Pyrénées/INRA Dynafor), **Pierre Gonin (IDF), ***Jaime Coello (CTFC).

■ Remerciements à Miriam Piqué, Teresa Baiges Zapater, Jacques Becquey, Hugues Claessens, Nicolas Drapier, Gérard Dumé, Christian Gauberville et Georg Josef Wilhelm pour leur relecture.

■ Fiches autécologie et Guide de lecture publiés dans Forêt-entreprise et disponibles sur internet : www.foretprivreefrancaise.com et www.pirinoble.eu

■ Référence du Guide de lecture : Larrieu L., Gonin P., Coello J., 2012. Autécologie des feuillus : guide de lecture. Forêt-entreprise n° 203, p. 5-8.

Autécologie du Merisier

Angl. : Wild cherry All. : Vogelkirsche
Esp. : Cerezo ; Cat. : Cirerer It. : Ciliegio

Prunus avium (L.) L.

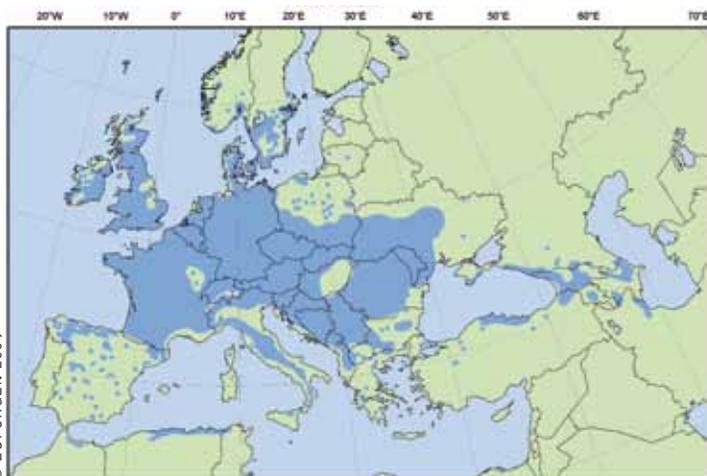
Distribution géographique

- Espèce **eurasiatique à tendance subatlantique**.
- Surface des peuplements de production en France = **51 000 ha**.
(données IFN, 2005 à 2009, essence principale Merisier).



© P. Gouin, CNPF-IDF

Aire naturelle de répartition du Merisier en Europe



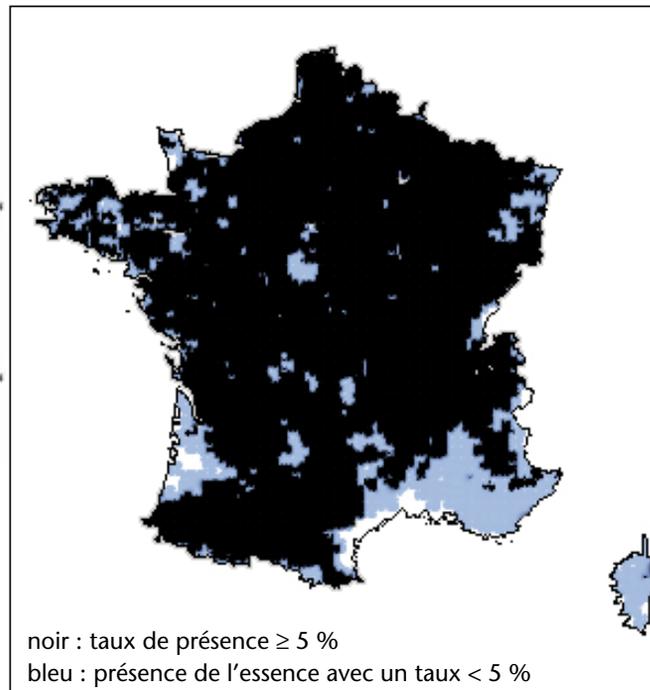
© EUFORGEN 2009

Distribution du Merisier en Espagne



© DGMNPF - INIA

Distribution du Merisier en France



© IFN

Climat et tempérament

Conditions bioclimatique

- Recherche les **climats tempérés et humides des régions océaniques et continentales**, plus **rare en région méditerranéenne** où il se limite aux zones fraîches et mieux alimentées en eau.
- Moyennement exigeant sur la pluviosité annuelle totale et l'humidité atmosphérique, tant que le bilan global en eau au niveau du sol reste favorable, au moins dans le nord et l'est de la France, avec cependant un minimum de 600-700 mm bien répartis sur l'année. **Sensible à la sécheresse estivale** avec risque de chute de feuilles prématurée; risque de développement de maladies cryptogamiques (cylindrosporiose...) avec l'humidité de l'air.
- Pas d'individualisation géographique de cultivars en France.
- **Exigeant en chaleur** et, sous climat rigoureux, préfère les topoclimats chauds.
- **Résiste assez bien au froid**; gélivure rare et gel des pousses peu fréquent, mais risque de gel des fleurs.
- **Sensible à la neige collante** ou au **givre** qui occasionnent des ruptures de cime.
- **Assez sensible au vent sur sol mince**.

Synthèse des exigences et sensibilités du Merisier au niveau bioclimatique

Exigence en chaleur	Sensibilité					
	froid	gelées tardives	gelées précoces	neige collante	vent	sécheresse
Forte	Très faible	Faible	Faible	Forte	Forte à moyenne	Forte

Autécologie du Merisier

Répartition du Merisier en fonction des étages de végétation

Étages de végétation

- Présent essentiellement aux étages **collinéen** et montagnard où il peut atteindre 1700 m, mais l'optimum ne dépasse pas le **montagnard inférieur**.

Tempérament

- Essence tolérant l'ombre à l'état jeune, puis ayant besoin de lumière à l'état adulte, ce qui explique sa présence plus importante en lisière (néanmoins, certains la considèrent comme une espèce de demi-ombre favorisée par un abri latéral, d'autres comme une espèce de lumière dès le plus jeune âge, certainement en lien avec le climat régional).
- Essence **disséminée, peu sociale**.
- **Sensible à la concurrence** qui réduit fortement sa croissance et affecte sa rectitude (espèce moyennement phototrope).
- **Tronc sensible aux brûlures du soleil**, surtout côté ouest.

Limites climatiques

(Lemaire J., comm. pers., 2011 ; valeurs calculées sur la période 1960-90, à partir de l'aire naturelle de répartition européenne établie par Euforgen)

Limites climatiques de présence de l'espèce, sous réserve de l'absence d'autres facteurs limitants

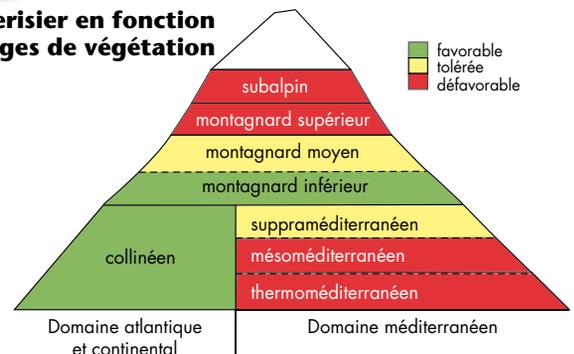
Température : moyenne annuelle : 8 à 14 °C
minimale journalière absolue : - 29 °C
maximale journalière absolue : 41 °C

P-ETP Penman durant la saison de végétation > - 400 mm

P-ETP Penman minimal absolu durant la saison de végétation : - 600 mm

Indice de de Martonne minimal absolu : 14

Absence du Merisier lorsqu'il y a au moins 3 mois secs ($P < 2 T$) ou au moins 4 mois subsecs ($P < 3 T$).

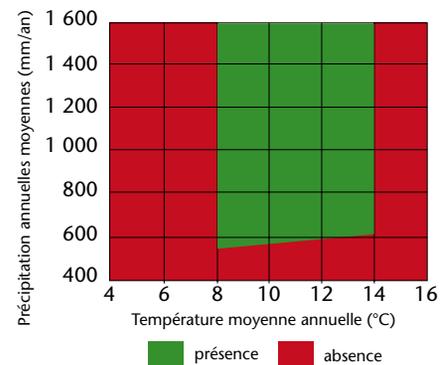


Sensibilité à la concurrence vis-à-vis de la lumière	Phototrope
Forte	Moyen



Limites climatiques du Merisier

(présence de l'espèce, sous réserve de l'absence d'autres facteurs limitants)



Sols

Eau et drainage

Alimentation en eau :

- Nécessité d'un sol à **réserve en eau importante** ; position **topographique favorable** ; **espèce exigeante** dont l'optimum se situe sur stations fraîches, bien pourvues en eau mais sans excès.

Engorgement :

- Espèce **sensible à une mauvaise oxygénation des racines**, même temporaire, surtout dans les horizons superficiels, à moins de 40 cm, pouvant également rendre délicate la reprise des plants ou entraîner des chablis si l'engorgement apparaît avant 60-80 cm. Les conditions de sols engorgés, de sols très compacts et de sols à faible réserve en eau sont défavorables à la qualité du bois (pourritures de pied) et sensibilisent le Merisier aux maladies cryptogamiques.



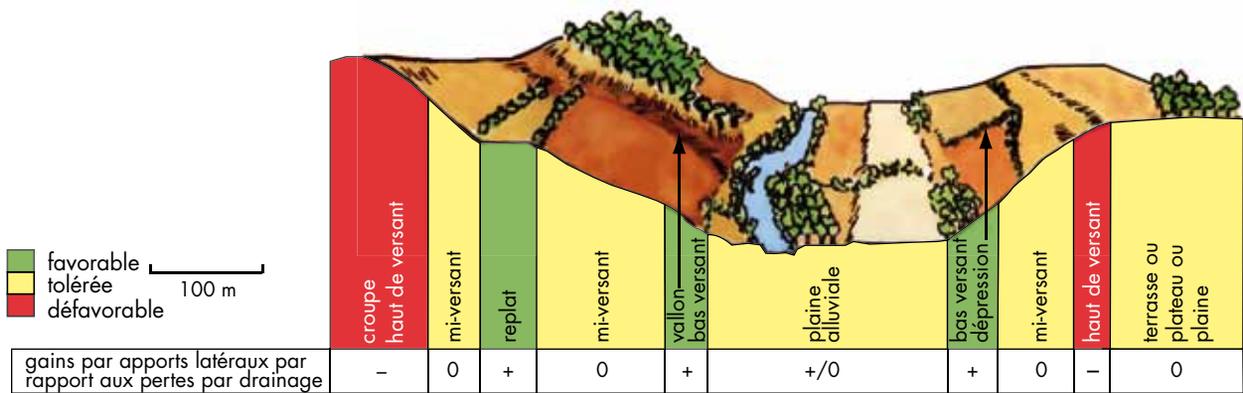
Drainage et excès d'eau

			a	b	c	d	h	i	e	f	g
drainage naturel			excessif	bon	modéré	imparfait	mauvais	très mauvais	partiel	quasi-inexistant	inexistant
nappe	temporaire	horizon rédoxique avec taches rouille	pas de nappe	absent ou > 90-125 cm	60-125 cm	40-80 cm	20-50 cm	0-30 cm	20-50 cm	0-30 cm	-
	permanente	horizon réductique avec réduction		-	-	-	-	-	> 80 cm	40-80 cm	< 40 cm

(d'après le « Fichier écologique des essences », Ministère de la Région Wallonne, 1991, modifié)

Autécologie du Merisier

Situations topographiques favorables au Merisier du point de vue de l'alimentation en eau (intervient dans les compensations morpho-pédologiques, à moduler en fonction du climat et du sol)



Texture et matériaux

- Présent sur limons ou argiles, purs ou caillouteux, avec un **optimum sur limon épais** d'au moins 40 à 80 cm, les argiles pouvant être défavorables si la porosité est faible ; sensible à une forte variation texturale à moins de 40-50 cm ou à l'apparition, sans transition, d'un niveau argileux peu structuré ; risque de ruptures racinaires sur argiles gonflantes.
- **Très sensible au tassement** et à une **forte compacité** ; préfère les **sols bien structurés**.

Textures favorables au développement du Merisier

(intervient dans les compensations morpho-pédologiques, à moduler en fonction des autres caractéristiques stationnelles)

très sableuse S	grossière SA, LS, SL	limoneuse LmS, Lm, LI, LIS	intermédiaire LAS, LSA, LA, AL	argileuse A, AS	très argileuse Alo
--------------------	-------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	--------------------	-----------------------

Nutriments

Éléments nutritifs :

- Espèce observée sur une **large gamme de pH** entre 4,5 et 7,5, avec un **optimum** de croissance sur **stations chimiquement assez riches**, ce qui conduit à la considérer comme exigeante pour la production de bois ; ne pas planter sur sols trop pauvres où sa présence est exceptionnelle.
- Les tests clonaux français ne montrent pas de différences de croissance en fonction du pH du sol, d'où l'adoption d'une seule région de provenance en France.

Azote et phosphore :

- Espèce assez exigeante, surtout en **azote** (humus de forme mull), avec optimum sur **eumull** caractérisé par une décomposition complète des litières dans l'année.

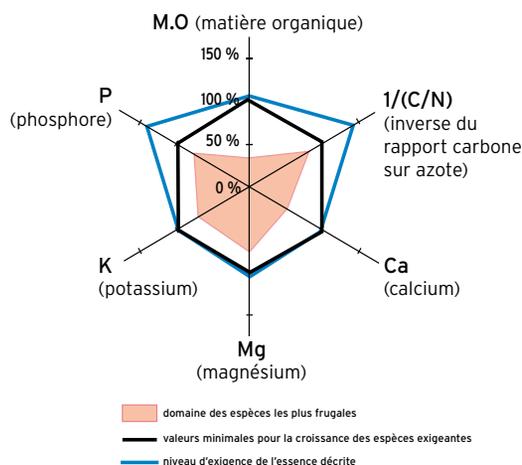
Calcaire dans la terre fine :

- Espèce **indifférente à une faible teneur**, pouvant être considérée comme totalement indifférente.

Synthèse des besoins et sensibilité du Merisier pour l'eau et les nutriments

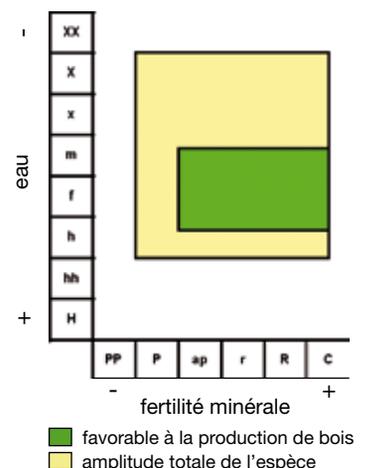
Besoins en eau	Forts
Sensibilité à l'engorgement temporaire	Forte
Besoins en éléments nutritifs (Ca, Mg, K)	Moyens
Besoins en azote (et phosphore)	Forts
Sensibilité au calcaire dans la terre fine	Faible à nulle

Nutrition minérale du Merisier



Écogramme du Merisier

(d'après Rameau et al., 1989, modifié)



Comportement dynamique et particularités

- Espèce **postpionnière**.
- Bonne aptitude à **drageonner**.
- Longévité de l'ordre de 100 ans. Il est souhaitable de produire des arbres **avant 80 ans** pour éviter la dépréciation du bois. Sur les stations favorables à la production, la vitesse de croissance permet d'obtenir des arbres de 150-180 cm de circonférence à 50-65 ans, voire 80 ans.
- Risque de **déracinement sur sols minces** ou à engorgement proche de la surface.
- L'un des facteurs le plus limitant pour la production de bois précieux est la **veine verte**, généralement localisée dans le bois de tension et liée à des facteurs écologiques et génétiques ainsi qu'à la sécheresse temporaire.



© P. Gonin, CNPF-IDF

Principaux facteurs limitant la production de bois de qualité

- Rupture d'alimentation en eau pendant l'été ; essence parfois abondante dans les stations sèches et riches, mais sans pouvoir y produire du bois de haute qualité.
- Excès d'eau proche de la surface du sol (moins de 60 cm), même temporaire, pendant la saison de végétation.
- Sol à faible porosité, sol très argileux mal structuré ou à variation texturale brutale.
- Forme d'humus à minéralisation lente (moder et mor).
- Sol trop pauvre en éléments nutritifs.
- Givre et neige lourde.
- Tronc sensible aux brûlures du soleil (notamment dans les bordures non protégées exposées ouest ou sud-ouest).



■ Fiche réalisée dans le cadre du projet européen interreg 4a « Pirinoble » (www.pirinoble.eu) associant quatre partenaires français et espagnols : Institut pour le Développement Forestier (IDF), Centre Régional de la Propriété Forestière de Midi-Pyrénées (CRPF), Centre Tecnològic Forestal de Catalunya (CTFC), Centre de la Propietat Forestal (CPF).

■ Auteurs : **Laurent Larrieu** (CRPF Midi-Pyrénées/INRA Dynafor), **Pierre Gonin** (IDF), **Jaime Coello** (CTFC), avec la contribution d'Eric Bruno (IFN) pour les cartes de distribution française.

■ Remerciements pour leur relecture à Miriam Piqué, Teresa Baiges Zapater, Jacques Becquey, Hugues Claessens, Nicolas Drapier, Gérard Dumé, Christian Gauberville et Georg Josef Wilhelm.

■ Fiches autécologie avec références bibliographiques et Guide de lecture (Forêt-entreprise n° 203, 2012, p. 5-8) disponibles sur internet www.foretpriveefrancaise.com et www.pirinoble.eu.

■ Référence de la fiche : **Larrieu L., Gonin P., Coello J., 2012.** Autécologie du Merisier (*Prunus avium* (L.) L.). *Forêt-entreprise*, n° 203, p. 9-12.

Dynamiser nos sylvicultures des chênaies face au changement climatique

Alain Colinot, Nathalie Maréchal, CNPF-IDF

Le rassemblement annuel des CETEF a eu lieu en Normandie en septembre 2011. Des outils innovants d'aide à la décision, résultant de l'étude « Chênaies atlantiques », ont été présentés : cartes de vulnérabilités climatiques, diagnostics de capacité de réaction des arbres face au stress, pronostic de développement des bourgeons épïcormiques. Des itinéraires de sylviculture dynamique améliorent les capacités de production des chênaies, tout en les rendant plus résistantes au changement climatique.

© S. Gaudin, CRPF Champagne-Ardenne

La Normandie a accueilli la 9^e édition des journées nationales des Centres d'études techniques et économiques forestières (CETEF) et des organismes de développement, organisée dans le cadre du réseau national du développement forestier animé par l'IDF-CNPF, avec l'appui des 5 Cetef locaux : Perche et Beauce, Seine-Maritime, Eure, Orne, Calvados-Manche et du CRPF de Normandie. Le dépérissement des chênaies pédonculées du grand Ouest et ses conséquences sur leur renouvellement deviennent de plus en plus problématiques dans le contexte de changement climatique. À cela s'ajoutent l'érosion des revenus pour le sylviculteur, la montée en puissance du bois énergie, le renforcement des pressions environnementales, sans oublier l'impact des

animaux sur les régénérations.

Une étude nationale avec des appuis locaux

L'importance de l'enjeu et la collaboration exemplaire entre l'IDF, 7 CRPF - Normandie, Bretagne, Pays de la Loire, Île-de-France Centre, Poitou-Charentes, Aquitaine, et Midi-Pyrénées - et plusieurs CETEF locaux, ont débouché sur une étude à vaste échelle visant à mieux comprendre les dépérissements des chênes pédonculés et à envisager les sylvicultures adaptatives. Un modèle du genre pour le développement forestier où le partage et la mutualisation des compétences et des moyens ont permis une meilleure efficacité.

Les signalements de dépérissements de chênaies ont augmenté ces deux dernières décennies, notamment dans toute la zone atlantique. Dans

un premier temps, l'étude a quantifié et cartographié les dépérissements pour les différentes espèces de chênes. Les nombreuses données de terrain recueillies ont permis d'approfondir les connaissances sur l'autécologie des chênes et leur besoin en eau. Des seuils climatiques, à partir desquels les chênes « décrochent », ont ainsi été mis en évidence⁽¹⁾.

Très rapidement, le chêne pubescent a été l'invité surprise du projet. Présent dans les zones dépérisantes, il est un candidat potentiel pour suppléer le chêne pédonculé, voire le chêne sessile, si le réchauffement climatique s'accélère dans les deux prochaines décennies. Des études technologiques du bois démontrent que le chêne pubescent possède des qualités mécaniques équivalentes, voire supérieur à celles du pédonculé ou du sessile. Les études de séchage

Retrouvez de nombreuses informations sur les résultats du projet Chênaies atlantiques en consultant le site :

www.foretpriveefrancaise.com/chene

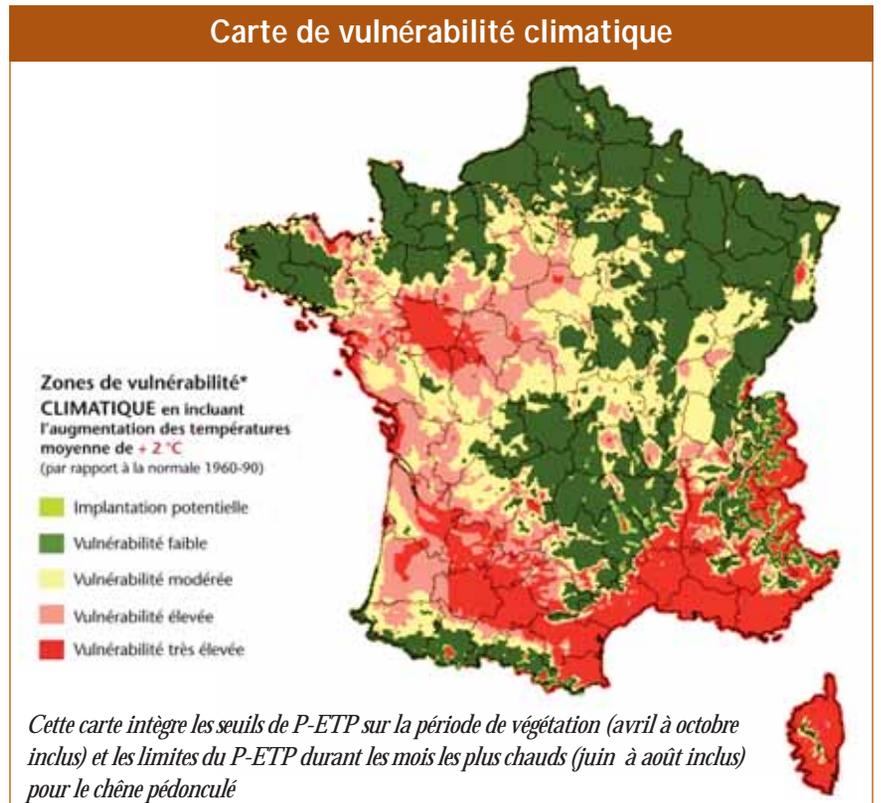
(Journées InterCetef Normandie 2011, colloque décembre 2011 à Toulouse...)

en cours confirment tout l'intérêt à poursuivre les recherches sur le développement de cette essence. Souvent installé naturellement en stations limites du fait de son comportement pionnier, le chêne pédonculé est très sensible au stress hydrique. Les années 1976, 1989, 1990, 1991, 1996, 2005 particulièrement sèches ont permis de cibler la valeur limite du climat à partir duquel le risque de dépérissement est majeur : $P-ETP < -320$ mm/an (formule de Turc).

La hausse des températures moyennes d'environ $1\text{ }^{\circ}\text{C}$, depuis la fin des années 80, a augmenté de 40 mm/an l'évapotranspiration. Le bilan hydrique de la saison de végétation d'avril à octobre comprend la demande climatique en eau P-ETP, c'est-à-dire la différence entre la moyenne des précipitations P et la transpiration des végétaux ou du sol l'évapotranspiration $ETP^{(1)}$. Le risque d'avoir une année critique où le P-ETP veg est inférieur à -320 mm est augmenté de dix pour cent.

Si à ce stress climatique se conjuguent d'autres facteurs aggravants comme les retards d'éclaircies (trop souvent constatés !), les risques de dépérissement sont maximisés ! La surface terrière en forêt privée est en moyenne supérieure à $25\text{ m}^2/\text{ha}$ alors que le bon développement des houppiers réclame une surface terrière de 17 et 20 m^2 . En Pays de la Loire et Poitou-Charentes, 7 chênaies sur 10 sont en retard d'éclaircie. Il convient de favoriser alors les arbres résilients, et de raccourcir la fréquence des éclaircies.

En complément, un abaque permet d'établir la corrélation entre l'indice d'aridité de de Martonne et la demande climatique en eau (le P-ETP sur la période de végétation) pour en déduire une prévision de risque



Avec le concours de l'Inra pour les données météo.

(exprimée en % d'années à risques) selon la latitude de la forêt. L'outil s'utilise en recherchant et en entrant les données climatiques de la station météorologique la plus proche de sa forêt. Le pourcentage d'années à risque varie selon les villes, à l'exemple de 2 villes relativement proches : pour Bourges, seulement 10 % d'années à risque pour le chêne pédonculé alors qu'il passe à 40 % pour Romorantin.

Jean Lemaire, coordinateur de l'étude, rappelle les principales avancées :

- la zone de vulnérabilité climatique du chêne pédonculé mieux définie,
- le calcul de l'indice de Martonne annuel pour appréhender le risque de dépérissement,
- l'importance du retard d'éclaircie.

Diagnostiquer les chênes résistants

Christophe Drénou présente le protocole ARCHI⁽²⁾ : un outil d'aide à la décision par l'analyse de la structure

du houppier. Il permet de diagnostiquer les chênes capables de surmonter le stress climatique et les arbres résilients de ceux entrés en dépérissement irréversible. Face à des ruptures répétées et violentes d'alimentation en eau, l'arbre adapte ses feuilles et rameaux, réduit sa croissance. Quand les conditions climatiques redeviennent favorables, les bourgeons épicromiques en sommeil reconstituent un nouveau moteur de photosynthèse. L'utilisation d'ARCHI nécessite 2 ou 3 minutes d'observation par arbre, la référence à un arbre témoin sain permet de se caler. On observe la prépondérance de direction des branches du sommet de la cime dans l'espace, ainsi que la quantité et la structure des gourmands présents (petites branches se développant suite à un stress).

5 types sont identifiés :

- sain,
- S comme stressé,
- I pour dépérissement irréversible,
- D comme descente de cime,

- R comme résilient.

L'originalité de la méthode ARCHI est d'apporter une vision dynamique du houppier, et d'augmenter ainsi la précision du pronostic. Des tests de validation ont été effectués.

Ils montrent la corrélation entre les notations ARCHI et les largeurs de cernes mesurées par dendrochronologie. Dit autrement, les chênes résilients, du même âge dans un même peuplement, possèdent des accroissements supérieurs aux chênes classés irréversibles.

L'application de l'étude « Chênaies atlantiques » sur le massif des Gués

En Basse-Normandie, 134 000 ha forestiers privés, 78 % sont feuillus, à dominante de chênaies (55 000 ha). La prise en compte de la variable changement climatique est indispensable aujourd'hui par le gestionnaire. Des placettes de couples de chênes dépérissants et non dépérissants sont suivis pour mieux distinguer l'effet sol et sylviculture de l'effet climat sur les dépérissements dans diverses forêts de Normandie. L'étude de fosses profondes complète le calcul de la réserve utile en eau. Un marteloscope est installé pour réaliser des exercices de marquage fictif, mais également pour suivre l'évolution des différents types ARCHI et l'impact des éclaircies.

Des dépérissements sont observés dans le massif des Gués, au cœur du Perche. Avec l'appui du CRPF Normandie, le gestionnaire met en place et teste les nombreux outils de compréhension et d'aide à la décision de l'étude « chênaies atlantiques », dont :

- la carte des dépérissements, avec l'application du protocole ARCHI au niveau du massif, pour cibler les peuplements en mauvais état sanitaire,

- la carte de la proportion des chênes pédonculé ou sessile, pour mieux comprendre la répartition des deux essences et mieux cibler les peuplements à chêne pédonculé prépondérant,

- la carte des stations, mettant en évidence les stations risquées ou à faible production pour le chêne pédonculé,

- la carte de la richesse (surface terrière) et de la structure des peuplements, mettant en évidence les peuplements à risque pour le chêne pédonculé avec des surfaces terrières trop élevées.

La réalisation de ces cartes s'est basée sur :

- un maillage systématique du massif (tous les 50 m) comprenant le relevé du sol à la tarière, le relevé de la végétation pour déterminer la station, en utilisant un guide simplifié de choix des essences.

- une pré-cartographie des peuplements forestiers par cartographie aérienne, validée sur le terrain par un inventaire statistique. Dans cet inventaire statistique, un relevé typologique (surface terrière, structure du peuplement) est couplé à un relevé sur l'espèce, la qualité et l'état sanitaire, selon ARCHI des 10 chênes dominants autour du centre de la parcelle dans un rayon limite de prospection.

La cartographie des stations confirme les engorgements saisonniers prolongés en début de saison, le risque de remontée de nappe en cas d'ouverture trop importante du peuplement, ou la forte sensibilité du sol au tassement. L'ensemble du massif est quadrillé avec un classement en couleurs par zone de vulnérabilité.

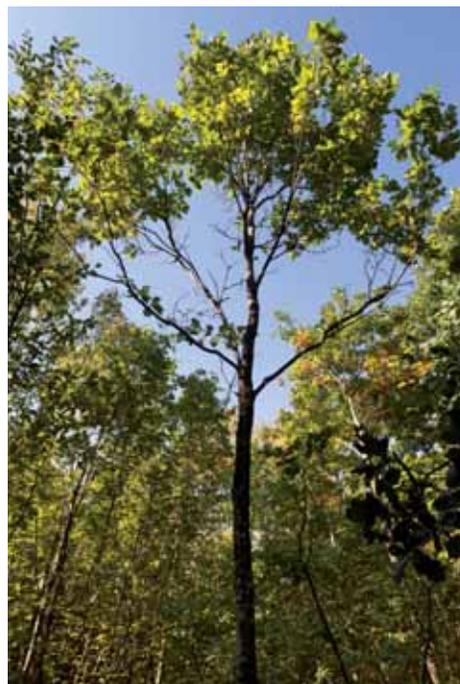
Il en résulte des dépérissements stationnels, combinés à des effets peuplements et aux "à-coups" de gestion. Cette forêt de 260 ha est un modèle en termes d'outils d'aide à la

gestion : couple de placettes, marteloscope, fosses pédologiques profondes, cartes par type de peuplement, soit 45 jours de travail. La mise en place de ces outils représente donc un certain coût et leur utilisation doit être ciblée (zones à régénérer, zones dépérissantes).

Une sylviculture dynamique pour les chênes

Face au constat de forêts souvent en retard de gestion, il est rappelé que chaque génération doit faire son prélèvement et assurer le renouvellement. Pour préserver les chênaies du changement climatique, il convient de dynamiser la sylviculture en combinant le protocole ARCHI et le modèle du détourage.

Jean Lemaire présente l'objectif de la sylviculture dynamique : raccourcir la révolution du chêne. Dans les stations de très bonne fertilité, produire du chêne de 70 cm de diamètre en 90-100 ans, ou en 100-120 ans en cas de sols un peu moins fertiles est possible⁽³⁾. Un premier dépressage vigoureux, effectué entre 3 et 6 m de



Chêne sessile détouré, forêt de Bourth (Perche).

haut, favorise la croissance des jeunes plants en diamètre et en hauteur. Ce dépressage (opération non commercialisable) est aujourd'hui mécanisable grâce à l'utilisation d'un sécateur électrique et du gyrobroyeur, afin d'en réduire les coûts.

Lorsque la hauteur est supérieure à 6 m, un dépressage de rattrapage est possible par la désignation des arbres d'avenir. Les éclaircies successives sont à effectuer au profit de 70 - 140 chênes à l'ha, pour assurer une meilleure croissance du houppier. Le critère de sélection le plus important est la vigueur (plus gros diamètre), puis la verticalité et l'absence de défauts. Une tige d'avenir est ainsi repérée tous les 6 à 9 m parmi les dominants, en veillant à la bonne répartition sur la parcelle. Pour maintenir le houppier de la tige désignée en croissance libre pendant 6 ans, il faut respecter un rayon de détournement d'au moins 2 m au-delà du bord du houppier actuel de la tige d'avenir. Tous les brins situés dans ce périmètre et gênant la cime de la tige d'avenir sont éliminés. Les arbres dominés et les brins de taillis non frotteurs sont conservés en gainage de la tige d'avenir.

Comparatif d'itinéraires

Le massif de Bourth a été fortement touché par la tempête Lothar en décembre 1999 : 98 ha ont été détruits avec des chablis dispersés dans le reste de la forêt.

Heureusement, une bonne régénération de chênes sessiles est apparue dans ces parcelles détruites. Trois modalités sont expérimentées :

- dynamique : détournement de 70 tiges/ha,
- classique : sélection de 200 à 300 tiges/ha,
- témoin : sans intervention.

Les tiges vigoureuses ont été désignées dans chaque modalité, et des cloisonnements sylvicoles ont été

ouverts. Les dominants ont un diamètre (7,88 cm) supérieur au diamètre moyen du peuplement (4,93 cm). Un élagage complémentaire sera réalisé dans la modalité détournement.

La sylviculture classique, avec un dépressage en plein plutôt par le bas, souvent observé en Normandie, ne dynamise pas la sylviculture. Le suivi individualisé de chaque tige sur les 3 modalités permettra de confirmer le bienfait des éclaircies au profit des arbres d'avenir : ce dispositif, très pédagogique, est utilisé pour la vulgarisation, lors de journées de formation animées par le CRPF de Normandie.

Seules des éclaircies par le haut favorisent le développement d'un houppier équilibré et limitent le réveil des bourgeons épécormiques à l'origine des gourmands : la tête au soleil, la tige à l'ombre, grâce au gainage du sous-étage, sont l'assurance d'un chêne de qualité produit en 100 ans.

Pérennité et opportunités pour l'expérimentation

Aujourd'hui, le gestionnaire forestier est face à de nombreuses questions :

- l'adaptation des peuplements au changement climatique,
- la nécessaire maîtrise des coûts des investissements forestiers en assurant le renouvellement des peuplements,
- les diverses pressions environnementales,
- la montée en puissance du bois énergie, qui, si elle n'est pas maîtrisée, peut se faire au détriment du bois de qualité ...

Les modèles traditionnels de sylviculture semblent inadaptés voire dépassés.

Concevoir de nouveaux modèles de sylviculture économe, performante et durable : les Cetef et organismes de développement peuvent contribuer à leur élaboration. Nombre d'iti-

néraires techniques actuels sont nés sous l'impulsion de **gestionnaires innovants, passionnés, investis dans l'expérimentation**. Ce réseau de bénévoles motivés est incontournable pour observer, analyser, comprendre les changements climatiques, qui impactent la forêt et ainsi prévoir l'adaptation des sylvicultures. La rentabilité économique a été et reste la finalité des actions des Cetef. Les sylviculteurs ne pourront assurer le renouvellement de leur massif et la préservation de la biodiversité seulement si les revenus dégagés par leur production leur assurent un revenu suffisant.

L'aire de l'État providence étant révolue, le développement forestier va dépendre de plus en plus de la motivation et de la capacité d'investissement et d'autofinancement des sylviculteurs dans les activités de Recherche et Développement de la forêt privée. Ces journées nationales des Cetef en Normandie ont permis de réaffirmer le lien indéfectible entre les Cetef et l'IDF en tant qu'institut technique de la forêt privée. Le renouvellement et la revitalisation des Cetef ne pourront se faire que sous l'impulsion et le dynamisme de leurs responsables. ■

(1) Forêt-entreprise n°198 pp.48-50 et n° 201 pp. 5-12.

(2) La méthode ARCHI, C. Drénou, 2011, Forêt-entreprise n°200, pp. 6-15.

(3) Le chêne autrement, Jean Lemaire, 2010. Guide technique IDF.

Résumé

En Normandie, les journées nationales des Cetef et organismes de développement 2011 ont eu pour thème « Gérer autrement les chênaies face au changement climatique ». Les résultats du projet « Chênaies atlantiques » ont été présentés, ainsi que l'avenir et le fonctionnement des Cetef. La compréhension des dépérissements, l'évaluation du potentiel de réaction des chênes sont complétées par des présentations en forêt d'une sylviculture dynamique.

Mots-clés : journée InterCetef 2011, Normandie, chênaies atlantiques.

dossier

Innovation et perspective en forêt

Dossier coordonné
par Nathalie Maréchal

18 Innovation et perspective

N. Maréchal

19 Le Lidar, outil performant pour cartographier la hauteur des peuplements forestiers

J. Bock, J-P. Renaud, G. Dez, F. Martins,
M. Leroy, É. Dambrine, J-L. Dupouey

24 La télédétection au service des forêts

P. Laden, C. Négrignat

27 Cubage du bois sur pied selon la qualité

P. Müller, A.-L. Pecheur, M. Bartoli

29 La méthode ARCHI

Ch. Drénou

32 L'Indice de Biodiversité Potentielle : un nouvel outil au service des gestionnaires forestiers

L. Larrieu, P. Gonin

34 « Boisloco », ensemble nous sommes une force

Propos recueilli par N. Marechal

36 Vendre du bois à plusieurs

Propos recueilli par N. Marechal

38 OakScan® : outil d'évaluation rapide de la qualité du bois de chêne pour l'œnologie

Th. Giordanengo, J.-P. Charpentier et N. Mourey

42 Un matériau nouveau : le bois modifié thermiquement

N. Maréchal

44 Le bois, nouveau pétrole vert ?

J.-M. Demené

45 "Demain... l'âge du bois ! La filière innove"

N. Maréchal

49 "L'innovation au service de la forêt d'Aquitaine"

N. Maréchal

Innovation et perspective

Nathalie Maréchal, rédactrice de Forêt-entreprise, CNPF-IDF

L'innovation est un changement dans le processus de pensée cherchant à exécuter une action nouvelle. Elle se distingue d'une invention ou d'une découverte dans la mesure où elle s'inscrit dans une perspective applicative. Pour les économistes, l'innovation est l'un des moyens d'acquiescer un avantage compétitif en répondant aux besoins du marché et à la stratégie d'entreprise.

Innover, c'est par exemple être plus efficient, et/ou créer de nouveaux produits ou service, ou de nouveaux moyens d'y accéder.

Même dans le secteur forestier, les innovations sont nombreuses...

Ce dossier présente quelques innovations, certaines proches et concrètes pour notre métier de sylviculteur, d'autres concernant des développements plus en aval.

Quelle précision peuvent apporter les images satellites ou les radars aéroportés pour l'inventaire de la ressource ? Deux applications en Alsace-Lorraine expliquent, au-delà des avantages et limites, l'importance de l'analyse des images obtenues.

Deux outils développés par l'IDF assistent le gestionnaire dans ses décisions. La méthode ARCHI est un outil novateur de diagnostic de ré-

silience des arbres, à partir de l'observation des houppiers. L'indice de biodiversité potentiel (IBP) mesure aisément la biodiversité ordinaire.

Quelques sylviculteurs entrepreneurs se sont affranchis des difficultés de commercialisation, par exemple dans la Sarthe et le Loiret. Les puces RFID vont faciliter la traçabilité des grumes de la forêt à la scierie. Ce procédé entrera notamment en application en Bourgogne. Certaines innovations vous surprendront comme un capteur infrarouge au service de l'œnologie, les traitements à haute température du bois, ou une technique d'inventaire des arbres sur pied.

En Bourgogne et Aquitaine, les partenariats industriels-recherche favorisent le développement et l'application de nouveaux procédés.

Ainsi, l'utilisation de système d'information géographique (SIG) améliore la connaissance de la ressource et les démarches entre les acteurs de la filière.

Une tempête comme Klaus provoque des bouleversements qui inspirent de nouvelles attitudes propices aux innovations.

La vie est perpétuel mouvement, aux plans économique, climatique, sociologique..., et nous pousse à innover.

Être dans une dynamique de progrès, d'amélioration, implique de se projeter dans l'avenir.

La forêt, espace multifonctionnel, et le bois, matériau renouvelable et naturel, répondent aux attentes nouvelles de la société.

La filière utilise-t-elle tous les moyens pour communiquer sur ce message ? ■

Le Lidar, outil performant pour cartographier la hauteur des peuplements forestiers

J. Bock, J-P. Renaud, G. Dez, F. Martins*, M. Leroy**, É. Dambrine, J-L. Dupouey***

En mars 2007, un avion équipé d'un laser aéroporté a scanné l'ensemble de la forêt de Haye. Ce projet, fruit d'une collaboration entre l'ONF, l'Inra et la DRAC⁽¹⁾, est une première puisqu'il s'agit d'un des plus grands massifs forestiers feuillus inventoriés par cette technique en Europe. Les résultats sont très prometteurs et présentent des perspectives nouvelles pour la gestion des forêts. Cet article, paru dans la revue RDV techniques n° 32 de l'ONF, au printemps 2011, est reproduit partiellement avec leur aimable autorisation.

La hauteur dominante est un paramètre-clé pour caractériser les peuplements forestiers. Il est souvent utilisé pour décrire les jeunes peuplements par rapport à un stade de développement : c'est ainsi une variable essentielle dans la base de données régénération de l'ONF. C'est également une clé d'entrée dans la plupart des guides de sylviculture dont les itinéraires sont calés sur des courbes de croissance en hauteur données pour différentes classes de fertilité. Et cette notion de fertilité, qui traduit les capacités de production d'une station pour une essence donnée, est elle-même estimée par la hauteur dominante à un âge déterminé.

Or, cette mesure est souvent fastidieuse, difficile et généralement entachée d'erreurs, même dans le cas de mesures très rigoureuses (1 à 1,6 % d'erreur relative selon Rondeux et Pauwels, 1998). Elle est donc rarement relevée par le forestier. En conséquence, les données disponibles sur un massif sont ponctuelles et fragmentaires... ou approximatives.

Les récents progrès réalisés dans les domaines des lasers, du GPS et de la navigation inertielle ont permis le dé-

veloppement d'un outil de télédétection. Le LiDAR offre des applications forestières très prometteuses, en particulier pour l'estimation rapide, précise et complète de la hauteur des peuplements forestiers.

Cet article présente l'élaboration d'une méthode de cartographie de la hauteur dominante des peuplements qui se base sur des données LiDAR acquises sur les 112 km² de la forêt domaniale de Haye dans le cadre d'un projet de recherche réunissant l'ONF, l'Inra et la DRAC (Bock *et al.*, 2008). Les applications pratiques pour le gestionnaire forestier sont discutées en fin d'article.

Le Lidar permet de mesurer précisément et cartographier les hauteurs en forêt

Le Lidar aérien est une technique de télédétection qui permet l'acquisition de données topographiques à haute résolution. Son principe repose sur l'émission d'impulsions laser à très haute fréquence par un émetteur embarqué dans un avion. L'onde lumineuse est réfléchiée par les différentes cibles rencontrées : feuilles, branches, troncs, sous-étage, sol. Un capteur embarqué dans l'avion enregistre les

échos retours de l'onde lumineuse et le temps de retour permet de déduire directement l'altitude de la cible (voir Bock *et al.*, 2008). Le résultat est un nuage de points dont les coordonnées XYZ sont calculées en tenant compte de la position et de l'orientation de l'avion qui sont enregistrées en continu par des mesures GPS et inertielles⁽²⁾. La densité de ce nuage de points dépend notamment des spécifications préalables : fréquence d'impulsions émises par m², angle d'émission du rayon, altitude de vol... Ces paramètres d'acquisition conditionnent grandement le coût de la campagne Lidar, une densité de points élevée nécessitant un temps de vol important. Le Lidar peut enregistrer plusieurs échos d'une même impulsion permettant ainsi de modéliser simultanément le sol, par un modèle numérique de terrain (MNT) et la végétation (sur-sol) par un modèle numérique de surface (MNS). Ils sont obtenus par traitement du nuage de points par le prestataire (classification et interpolation). On a ainsi une description très fine de la topographie du sol et de la canopée, avec une précision planimétrique et altimétrique d'une dizaine de centimètres. La hauteur de chaque point de

la végétation est alors calculée par différence entre son altitude et celle du MNT.

Cette technique est utilisée en routine depuis plus de 10 ans pour des applications forestières dans de nombreux pays : pays scandinaves, Canada, USA, Autriche, Allemagne, Russie... Cependant, la plupart des résultats existants concernent des peuplements résineux à fort enjeu de production. Il existe peu d'exemples d'utilisation en peuplements feuillus, dont les structures sont plus complexes et souvent hétérogènes.

Nous avons donc exploré les possibilités du laser pour estimer la hauteur dominante dans des peuplements feuillus plus ou moins hétérogènes, avec 3 objectifs :

- rechercher, parmi les indicateurs calculables sur le nuage de points Lidar, le meilleur estimateur de la hauteur dominante et évaluer sa précision ;
- vérifier sa pertinence en étudiant les paramètres susceptibles d'influencer sa précision ;
- établir la carte exhaustive des hauteurs dominantes (à la date de la campagne Lidar).

Construction de la méthode : placettes de calibration et analyse des données

Pour mettre au point la méthode et valider les résultats obtenus, il est indispensable de disposer d'une description de la « réalité de terrain ». Celle-ci est constituée de 120 placettes de 6 ares, implantées pour l'occasion dans des peuplements feuillus de 6 m à plus de 40 m de haut. Il s'agit de peuplements composés principalement de hêtre, plus ou moins mélangé avec du chêne et d'autres feuillus. L'effet de la structure du peuplement a été contrôlé en échantillonnant 67 futaies régulières, 26 taillis sous futaies et 27 peuplements intermédiaires (TSF plus ou moins conver-

tis). Par ailleurs, l'effet de la densité de points Lidar a été analysé en installant les placettes sur deux gammes de densité : moins de 30 points/m² ou plus de 30 points/m².

Placettes de calibration

La hauteur dominante a été estimée en mesurant sur le terrain la hauteur totale des 5 plus gros arbres de chaque placette. Cette mesure a été réalisée le plus précisément possible, au Vertex, en faisant pour chaque arbre la moyenne de 2 mesures prises à 180° sur le même bourgeon, le plus haut. L'effet observateur a été limité en demandant à une seule et même personne de mesurer l'ensemble de cet échantillon, soit 600 arbres au total. Plus d'une centaine d'indicateurs ont ainsi été testés pour identifier les meilleurs estimateurs de la hauteur dominante. Les estimateurs ont été classés par ordre de précision croissante du modèle (erreur quadratique moyenne, biais, pourcentage d'explication - R²).

Des résultats méthodologiques très encourageants...

Quel que soit l'estimateur utilisé, il existe moins d'un mètre d'écart entre la hauteur dominante calculée à partir des données Lidar et la mesure de terrain.

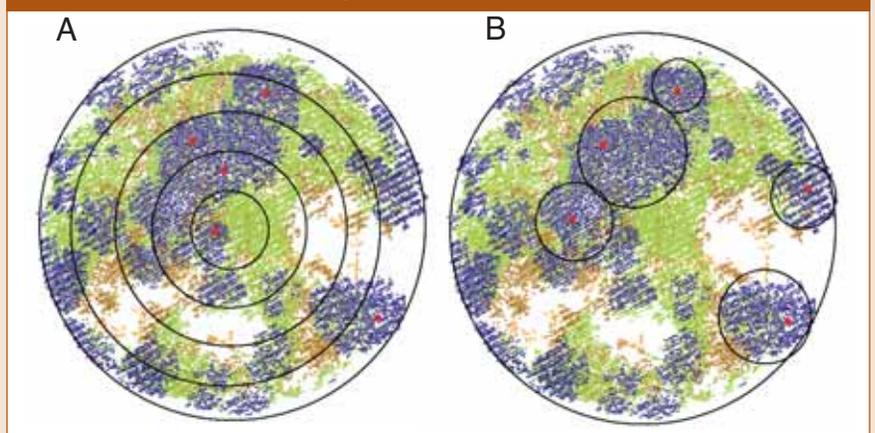
Une mesure fiable de la hauteur dominante (Ho)

Une analyse plus fine (analyse multivariée) réalisée sur les 3 meilleurs estimateurs permet de préciser la portée du résultat.

D'abord, l'estimation de la hauteur dominante n'est pas significativement influencée par le type de peuplement : qu'on se concentre sur le TSF, la futaie ou le type intermédiaire, la précision reste la même que pour l'ensemble des placettes.

Ensuite, l'imprécision du GPS ne semble pas problématique. Cela a été évalué en faisant varier le rayon d'extraction des points Lidar de 5 à 30 m autour de la position GPS du centre de la placette de calibration (la placette installée sur le terrain faisant

Figure 1 : principe de calcul des maxima locaux dans le nuage des points Lidar, selon deux méthodes



Méthode A : la placette est divisée en 3, 4 ou 5 cercles concentriques et les hauteurs maxima dans chaque cercle sont moyennées.

Méthode B : on identifie le point le plus haut de la placette, puis on ignore les points dans un rayon d'exclusion dépendant de la hauteur de ce point. Ce rayon est calculé d'après des relations allométriques hauteur de l'arbre-diamètre du houppier établies sur plus de 800 hêtres et chênes mesurés par l'INRA ($r^2 = 0.54$). On cherche ainsi de suite les 2^e, 3^e, 4^e et 5^e points les plus hauts de la placette.

On présume que la méthode B permet d'éviter de sélectionner plusieurs points dans un même arbre. En outre, c'est elle qui se rapproche le plus de la définition de la hauteur dominante : moyenne des hauteurs des 5 plus hauts arbres sur 6 ares.

Fig. 2 : carte « brute » de hauteur dominante (mars 2007) de la forêt de Haye ; calcul avec l'estimateur Lidar Hmv5

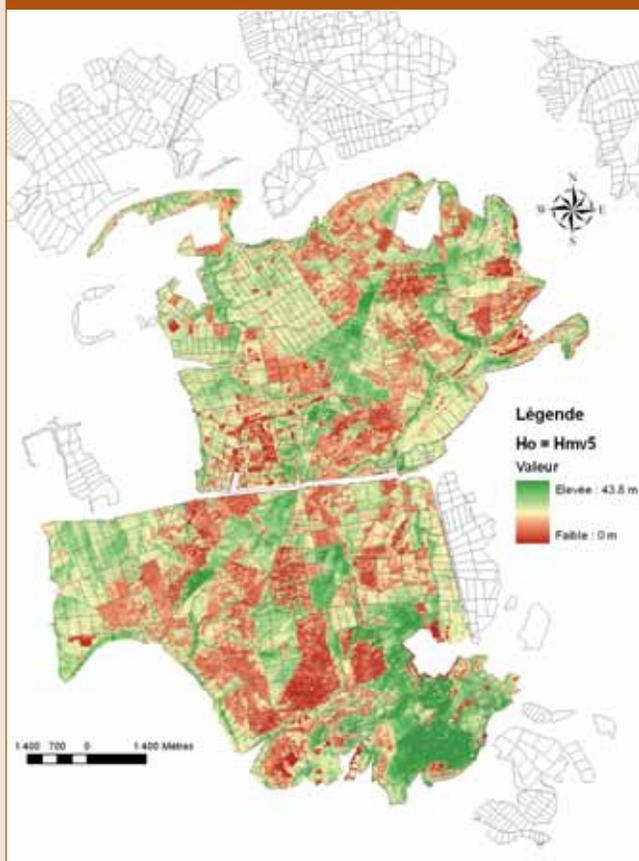
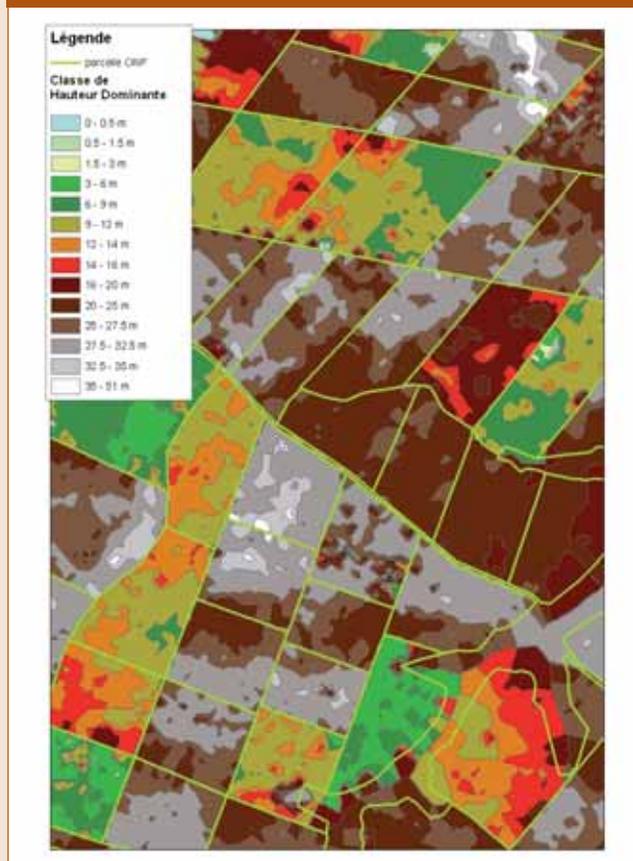


Fig. 3 : carte des classes de hauteur dominante, traduite en couche SIG, à l'usage des gestionnaires (exemple en forêt de Languimberg)



13,8 m de rayon), pour simuler l'imprécision du GPS : quel que soit le rayon d'extraction, les performances des estimateurs restent relativement stables. Le type d'ajustement du MNT n'a pas non plus d'influence sur la précision de la « mesure » de hauteur dominante : la précision du résultat est la même quelle que soit la méthode d'interpolation choisie pour calculer le MNT à partir du nuage de points Lidar sol de la placette. Contrairement aux applications du Lidar en archéologie, en foresterie, l'ajustement le plus simple (plan) peut donc être retenu. On pensait aussi que la microtopographie (présence de fossés, buttes, piémonts...) pouvait avoir une influence⁽³⁾ : manifestement, ce n'est pas le cas dans nos conditions de plateaux calcaires de Lorraine aux reliefs peu marqués.

Plus surprenant enfin, la densité de points Lidar ne semble pas peser sur la qualité d'estimation de la hauteur dominante. Il faut réduire de plus de 90 %

la densité de points (au sol et dans la végétation), soit moins de 3 points/m², pour commencer à voir une dégradation des performances des estimateurs de hauteur dominante. L'apport de notre modèle est significatif puisque les modèles de références de la bibliographie (Naesset *et al.*, 2002, Heurich *et al.*, 2008) montrent des performances de prédiction de moins bonnes lorsqu'ils sont testés sur l'échantillon.

Des retombées immédiates pour le gestionnaire de la forêt de Haye...

Grâce à ces résultats, la première cartographie exhaustive de hauteur dominante des peuplements feuillus a donc été réalisée sur les 112 km² de la forêt de Haye (voir figure 2). Elle a été présentée au gestionnaire qui y a trouvé un intérêt pratique immédiat car elle permet de représenter différents types de peuplement déterminés d'après les seuils de hauteur

dominante fournis dans les guides de sylviculture.

D'après ce qui suit, on imagine aisément ce que seraient les gains de productivité (programmation) et les améliorations sylvicoles (appropriation/mise en œuvre des référentiels) si on pouvait disposer de données périodiques Lidar généralisées à coût raisonnable.

Le forestier peut ainsi dresser l'état de la régénération par classes de hauteur et actualiser très rapidement la base de données régénération à la date de la campagne Lidar : il a un « état zéro » parfaitement « propre » et la possibilité de calibrer les diagnostics terrain. Sur un massif touché à plus de 25 % par la tempête comme la FD de Haye, la programmation des travaux (pour les quelques années qui suivent) peut être optimisée en fonction du stade de développement (gamme de Ho). Le croisement avec la carte des stations permet alors d'affiner les consignes et

de cibler les interventions selon les essences potentiellement intéressantes. Dans les peuplements mités, hétérogènes, le problème du suivi des taches de régénération se simplifie puisque les trouées sont localisées précisément et quantifiées (voir figure 3).

De même, les peuplements concernés par la sortie de phase de qualification (1^{re} éclaircie) peuvent être immédiatement localisés et quantifiés en surface. Il est possible d'y distinguer différentes gammes de hauteurs dominantes (voir figure 3). Cela permet, en croisant avec la carte des essences objectif, de programmer les interventions au profit des essences principales, et aussi celles - plus précoces - qui concernent les feuillus précieux. On peut distinguer en particulier les peuplements compris entre 12-14 m de haut pour anticiper la sortie des feuillus précieux (selon la station). Pour les essences principales, on peut faire la distinction entre les peuplements de 14-16 m de haut et ceux de 16-18 m de haut pour mieux programmer les sorties de qualification en fonction des surfaces en jeu, des comportements des essences et des stations concernées.

Au-delà de 18 m, l'information de hauteur dominante est un peu moins pertinente au regard des référentiels sylvicoles, sauf :

- pour identifier les peuplements en retard d'éclaircie (gamme 16-20 m jamais éclaircie),
- pour identifier les zones à risque de dégâts de tempête en fonction de H_o ($H_o > 25$ m), de la station, de la situation topographie issue du MNT (voir Bock *et al.*, 2004).

Poursuite des opérations : améliorer l'utilisation opérationnelle et enrichir l'information

Cette première carte de hauteurs dominantes étant une carte par pixels de 25 x 25 m, on a travaillé ensuite à la

traduire en couche SIG⁽⁴⁾ plus directement utilisable par le gestionnaire. Il s'agit d'une part de créer automatiquement des polygones de **types de peuplements homogènes caractérisés par une classe de hauteur** et, d'autre part, de les croiser avec les données stationnelles pour en déduire une carte de préconisations sylvicoles.

Le Lidar peut aider à cerner le capital sur pied...

Pour les peuplements de plus de 18 m, l'information de hauteur dominante seule ne suffit pas : il est nécessaire de l'accompagner du capital sur pied, de la composition et de la qualité. Si les deux derniers éléments nécessitent des observations de terrain, les premiers tests sur nos données Lidar laissent entrevoir des perspectives prometteuses concernant l'estimation de la surface terrière et de la biomasse.

Pour être pleinement utile aux gestionnaires, l'estimation du capital sur pied doit aussi renseigner sur les catégories de bois présentes (PB, BM, GB). Les études en cours sur la segmentation des couronnes des arbres ou des strates de peuplement devraient permettre de déterminer les tailles de houppier et d'en déduire les catégories de bois — à condition de développer pour les feuillus des outils aussi performants que pour les résineux. Les données Lidar pourraient permettre également de quantifier (en surface et hauteur) les trouées consécutives à la récolte d'arbres et affiner ainsi le suivi des régénérations, notamment dans les peuplements hétérogènes. De même, le nombre, la taille des trouées et la hauteur des peuplements environnants permettraient de calculer la distribution (en classes de grosseur) de tiges prélevées. Cette distribution, mise en relation avec les fiches de martelage, donnerait un outil pour contrôler les coupes ainsi que

la cohérence des tarifs de cubage appliqués.

... et à mieux connaître la fertilité

À plus long terme, ces résultats ouvrent des perspectives pour une meilleure connaissance de la fertilité. Cette information nécessite habituellement de disposer de l'âge des peuplements, donnée difficile à obtenir et restant donc souvent très imprécise. La comparaison de deux campagnes Lidar offre la possibilité d'une approche de la fertilité sans avoir recours à l'âge, en étudiant les accroissements en hauteur dominante en fonction de la hauteur dominante initiale.

On pourrait alors « visualiser » les variations à fine échelle de la fertilité et du capital sur pied et disposer ainsi d'un outil d'optimisation des ressources et de la récolte. Par ailleurs, les chercheurs pourront tenter d'élucider ces variations de fertilité à la lumière d'autres informations : paramètres environnementaux ou anthropiques, utilisation des sols ancienne ou récente...

En conclusion

Ce projet permet d'ores et déjà de disposer d'une méthode de cartographie exhaustive et précise de hauteur dominante, y compris avec une faible densité de points Lidar. Cette carte permet d'identifier et caractériser très précisément les jeunes peuplements selon les stades de hauteur déterminants, ce qui constitue en soi un outil d'aide à la décision sans équivalent avec les méthodes de terrain.

Les perspectives semblent prometteuses pour caractériser les peuplements plus âgés, en particulier la surface terrière et la fertilité.

Les résultats ouvrent aussi de nouvelles voies pour concevoir, par télédétection et grâce au Lidar, des indices de productivité basés sur la hauteur, ce qui n'était pas possible jusque-là.

Vers une carte de hauteur dominante des peuplements en Moselle

Dans le cadre d'une coopération avec le Conseil Général de Moselle (CG57), l'Office National des Forêts (ONF) – Direction Territoriale de Lorraine s'apprête à valoriser une campagne Lidar départementale pour réaliser la première carte de hauteur dominante d'une telle étendue en France. Les termes de l'accord en préparation prévoient l'apport des données brutes par le CG57, données acquises initialement à d'autres fins dont la constitution d'un MNT départemental précis. En retour, l'ONF mettra à disposition du CG57 et de ses partenaires les résultats de l'étude, et adhèrera à la Charte de l'Information Géographique de Moselle, qui promeut les échanges de données géographiques au profit des intercommunalités et d'autres partenaires publics.

Une réalisation de cette envergure sur une surface forestière de 172 000 ha, au bénéfice de la forêt publique et privée, constitue un pas significatif dans l'appropriation et la valorisation des données Lidar aériennes. Elle représente également un défi technologique, qui impose aux forestiers de délaissés les méthodes de traitement de données artisanales adaptées à des massifs forestiers isolés, pour se lancer dans une exploitation à l'échelle industrielle, avec l'appui du département Recherche & Développement ONF et de partenaires extérieurs. Le coût total du projet, estimé entre 100 et 150 k€, ne prend pas en compte l'apport des données par le Conseil Général, mission déjà financée à hauteur de 940 k€ et destinée majoritairement à des applications dans le domaine de l'urbanisme.

La mission aérienne, conduite par les équipes de Topogeodis France (Groupe Geodis, République Tchèque), a été réalisée pour partie à l'été 2011 et sera achevée durant l'été 2012 ; les traitements pourront être réalisés à partir de cette date avec l'objectif de disposer de la carte définitive fin 2012. La prise de données de validation terrain est d'ores et déjà planifiée de février à avril 2012.

Cette opération permettra de disposer de données objectives sur l'état des jeunes peuplements, afin de dynamiser la sylviculture, axe majeur de la politique ONF ; elle apportera également une meilleure connaissance des gisements de biomasse liés aux premières éclaircies. Ces éléments ont vocation à profiter à toute la filière, du propriétaire forestier à la chaudière, en passant par les exploitants de travaux forestiers ; à cette fin les données résultantes seront mises en ligne sur la plateforme GéoSylva Lorraine : www.geosylva.ifn.fr. Par la suite sont envisagées des comparaisons date à date sur le même département, ou la généralisation à d'autres départements, sous réserve d'une démocratisation des données. Ceci suppose, outre la vulgarisation des techniques, une acquisition groupée mobilisant de nombreux acteurs dont l'État ou les collectivités, très largement au-delà de la seule filière bois.

Contact : Thomas Kochert. thomas.kochert@onf.fr

C'est un des arguments forts qui ont encouragé l'ONF à être l'un des instigateurs du projet FORESEE (*Forest Resource Estimation for Energy*) accepté par l'Agence nationale de la recherche à l'issue de son appel d'offres « Bioénergies 2010 ». Ce projet, qui regroupe les partenaires les plus pertinents en France dans le domaine de l'évaluation des ressources forestières⁽⁵⁾, vise à fournir des méthodes et des outils pour estimer et cartographier la ressource forestière sur pied, ainsi que ses conditions d'exploitation (zones non bûcheronnables en montagne, desserte, accessibilité par rapport à la desserte), à l'échelle de grands massifs forestiers ou bassins d'approvisionnement.

Les acquis de tous ces travaux peuvent d'ores et déjà être mis en œuvre à l'échelle de massifs dont les enjeux justifient une campagne Lidar (grandes forêts domaniales, forêts patrimoniales comme Verdun ou Val-Suzon, bassins d'approvisionnement d'un site de production de biocarburants, etc.). L'idéal serait évidemment de disposer d'une couverture généralisée : nos

résultats de Recherche & Développement mettent en évidence l'avantage considérable des données Lidar pour répondre entre autres aux divers engagements de la France liés à la ressource bois et, bien au-delà de la sphère forestière, le Lidar permet des avancées capitales dans tous les secteurs de l'aménagement du territoire. Aussi certaines collectivités songent-elles à acquérir la couverture LiDAR exhaustive de leur territoire et à la redistribuer aux partenaires intéressés, le coût étant alors acceptable pour toutes les parties. À moins qu'une stratégie de ce type ne se dessine au niveau national... ■

*Jérôme Bock, ONF, département recherche, Pôle de Chambéry.

*Jean-Pierre Renaud, Gregory Dez, Flora Martins, ONF, département recherche, Pôle de Nancy.

**Murielle Leroy, Service régional de l'Archéologie de Lorraine.

***Étienne Dambrine, Biogéochimie des Écosystèmes Forestiers, INRA-Nancy (Université de Savoie depuis juillet 2010).

***Jean-Luc Dupouey, Écologie et Écophysologie Forestières, INRA-Nancy.

(1) Direction régionale des affaires culturelles.

(2) Une centrale inertielle est un système permettant de mesurer en temps réel l'inclinaison de l'avion par rapport au plan horizontal (roulis, tangage).

(3) La hauteur d'un arbre étant obtenue par différence entre l'altitude de son point haut et celle du point sol à sa verticale, des arbres situés au bord d'un fossé, par exemple, auraient pu induire une surestimation de la hauteur.

(4) Système d'information géographique.

(5) Cemagref, FCBA, IFN, IGN, INRA, ONF, UCCF et Sintégra, une PME spécialisée dans l'acquisition de données de télédétection aérienne. <http://www.fcba.fr/foresee/>

Bibliographie

■ Bock J., Vinkler L., Renaud J.P., Duplat P., 2004. Stabilité au vent des hêtraies : les enseignements de la tempête de 1999 dans le Nord-Est de la France. Rendez-vous techniques de l'ONF n°3, pp. 29-34

■ Bock J., Dupouey J.L., Dambrine E., Georges-Leroy M., 2008. Les structures archéologiques et les peuplements de la forêt domaniale de Haye analysés par laser aéroporté. Rendez-vous techniques de l'ONF n° 20, pp. 15-18

■ Rondeux J., Pauwels D. 1998. Le forestor Vertex : une nouvelle génération de dendromètre. RFF vol. 50, pp. 59-63.

La télédétection au service des forêts

Philippe Laden, Catherine Négrignat, CRPF Lorraine-Alsace

Pour répondre à l'importante question de l'adéquation entre la ressource en bois et les besoins dans la Grande Région (Wallonie, Luxembourg, Lorraine, Rhénanie-Palatinat), forestiers et chercheurs ont innové. Dans le cadre du projet Interreg IV « Regiowood », ils ont fait appel à des technologies prometteuses peu connues, comme la télédétection, permettant ainsi des avancées essentielles.

© CRPF Lorraine-Alsace

Les « hagsis » vosgiens

Avec le recul de l'agriculture des années 1960, de nombreuses plantations ont été installées dans le Massif vosgien, sur un petit parcellaire, de l'ordre de 20 à 30 ares. Le plus souvent en épicéas, ces petites propriétés (« hagsis » en patois vosgien) ont fini par former de vastes surfaces (estimées à 50 000 ha dans les années 80). Cinquante ans plus tard, l'expansion de ces plantations a conduit à des taux de boisement considérables, générateurs de conflits d'usage.

Dans le Pays de Senones, par exemple, l'ensemble des communes a un taux de boisement supérieur à 70 %. Durant cette phase d'extension de la forêt, la société rurale et agricole est devenue urbaine et résidentielle. L'essentiel de la population ne vit plus

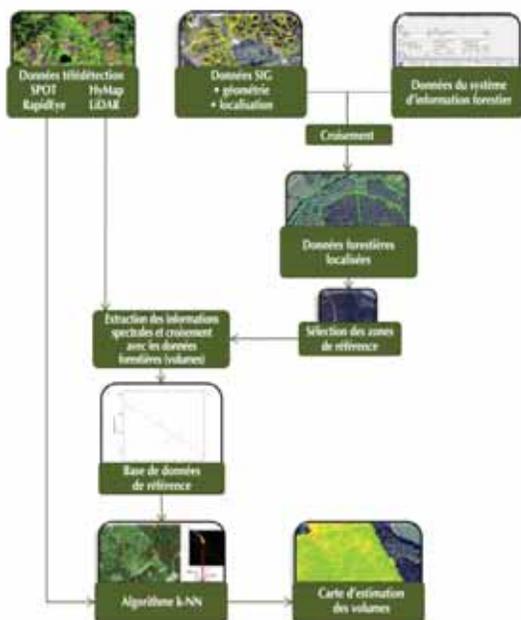
dans et avec la forêt, mais à côté. Ces nouveaux occupants n'ont plus de lien direct avec la forêt. Les agriculteurs faisaient du bois l'hiver, en période de baisse d'activité. Ce contact a disparu. L'espace boisé est devenu une composante récréative et de cadre de vie environnementale. La forêt qui s'approche des villages est parfois jugée indésirable et source de nuisances. Ce rejet se développe d'autant plus aisément vis-à-vis de ces hagsis d'épicéa que leur histoire est récente, ils sont alors jugés illégitimes.

Avec l'augmentation des capacités des scieries du massif vosgien et les perspectives de développement du bois dans la construction, la donne est en train de changer. Après avoir dit « pis que pendre » des hagsis, « on » est en

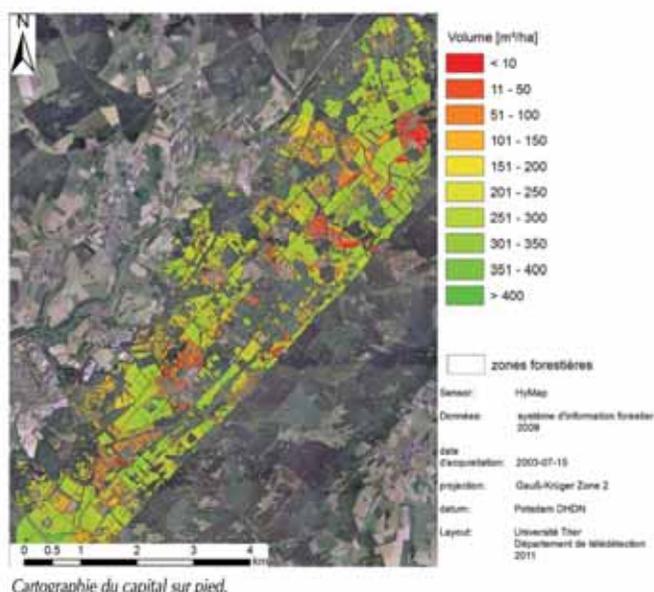
train de s'apercevoir de l'importance de ces milliers d'hectares de plantations : l'adéquation entre la récolte forestière et les besoins des industries est une question de plus en plus prégnante, et les hagsis d'épicéa sont beaucoup plus qu'un appoint pour les scieurs des Vosges.

Pour connaître la surface actuelle, le capital sur pied et le renouvellement, le CRPF Lorraine-Alsace a établi un partenariat avec l'Université de Strasbourg (Sertit⁽¹⁾) pour cartographier précisément ces hagsis, grâce à des images satellites. À partir d'images antérieures, l'analyse a précisé la situation en 2003. Puis la comparaison avec les images prises en 2009 a mesuré l'évolution et ainsi permis d'établir un bilan des pratiques forestières.

Méthode d'estimation des volumes



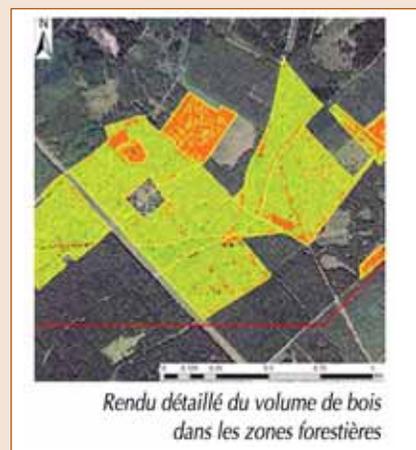
Résultats et perspectives



La télédétection, une opportunité majeure

La télédétection, technologie récente, s'impose déjà comme un outil déterminant de connaissance et de progrès pour les forestiers.

À partir de simples images de la surface du globe, la télédétection apporte une vision homogène et détaillée des zones survolées par les satellites. De plus, l'orbite stable et régulière autorise une revisite au-dessus d'un point donné : une possibilité mise à profit



pour suivre l'évolution d'une région sur plusieurs mois, voire plusieurs années.

Pour extraire l'information souhaitée des images satellites, le travail a été mené en 4 étapes principales :

- la correction géométrique des données, grâce à des modèles prenant en compte le relief, les paramètres orbitaux du capteur, appelée la technique d'ortho-rectification,
- l'analyse et le traitement des images satellites, en s'appuyant sur les informations géographiques renseignées et fournies par le CRPF et Cosylval⁽²⁾,
- la validation par photo-interprétation et par des campagnes de terrain,
- l'analyse statistique des résultats obtenus.

Les forestiers privés et le Sertit ont vérifié sur le terrain : une grande partie des interrogations a pu être levée, avec un niveau de précision inespéré (de l'ordre de 90 à 95 % entre l'analyse satellite et la réalité de terrain).

Quels enseignements ?

Les résultats montrent que sur la zone d'étude, 44 000 ha de hégis étaient présents en 2003, contre 40 700 ha en 2009, soit 550 ha coupés annuellement entre 2003 et 2009.

Les petites forêts représentent des surfaces bien plus grandes que les forêts soumises à plans simples de gestion (PSG).

Le taux de coupe rase y est proportionnellement plus important : 7,5 % ont été réalisés en 6 ans, contre 2,5 % dans les PSG, qui favorisent plutôt des coupes progressives.

3 290 ha de coupes rases en 6 ans, soient 550 ha/an, c'est finalement faible pour des peuplements ayant largement atteint 40 ans et dont l'âge d'exploitation approche.

Et le dernier point, le plus important : le CRPF et Cosylval ont visité les parcelles exploitées entre 2003 et 2009 et ont constaté que seulement 25 % des surfaces concernées sont

	Surface résineuse en 2003	Surfaces coupées entre 2003 et 2009
Dans les Plans simples de gestion	23 810 ha	600 ha
Dans les forêts de petites surfaces	44 010 ha	3 290 ha

reboisées. L'essentiel est en recrûs lâches de bouleau, ou en genêts !

On assiste bien là à une perte de valeur. Ces hags d'épicéa sont pourtant une richesse pour les propriétaires forestiers et la filière bois.

Il reste donc à comprendre la démotivation des propriétaires, puis à concevoir un programme de « reconstruction » qui tienne compte des enjeux économiques de la filière résineuse... et qui soit compatible avec les préoccupations des habitants. Avec un préalable : agrandir par le jeu des achats/ventes la taille des parcelles.

Perspectives

Le partenariat forestiers-Sertit continue sur des travaux de R&D pour mieux différencier les essences résineuses entre elles, voire à terme, caractériser les peuplements.

Toutes les potentialités de la télédétection satellitaire n'ont pas encore été exploitées. De nombreuses pistes peuvent être explorées : mettre en évidence des pressions exercées sur des zones forestières, évaluer l'impact d'événements climatiques ponctuels ou à plus long terme, suivre l'état sanitaire de la forêt. ■

(1) *Service régional de traitement d'images et de télédétection, appartenant à l'Université de Strasbourg.*

(2) *Coopérative des sylviculteurs d'Alsace.*

Résumé

Pour connaître la surface actuelle, le niveau de renouvellement des « hags » vosgiens, et ainsi approcher le capital sur pied, le CRPF Lorraine-Alsace a établi un partenariat avec l'Université de Strasbourg (SERTIT) pour cartographier l'évolution entre 2003 et 2009, grâce à des images satellites. De nombreuses perspectives peuvent être utilisées : suivre l'évolution de zones forestières, leur état sanitaire, l'évaluation de l'impact du changement climatique.

Mots-clés : télédétection, « hags » vosgien, évolution.



© Sertit

Demain, les forêts vues de l'espace ?

Lors du colloque à Dijon en octobre 2011 intitulé « Demain... l'âge du bois ! La filière innove », Paul de Fraipont, chercheur en télédétection spatiale à l'Université de Strasbourg, explique les utilisations possibles des images satellites.

Quels services les images satellites peuvent-elles rendre à la forêt ?

Paul de Fraipont : il est possible d'observer les changements que subit la forêt dans le temps. Ainsi, avec des équipes européennes travaillant sur le changement climatique, nous suivons la variabilité spatio-temporelle du couvert forestier, depuis les premières images satellites dans les années 80. Nous observons aussi les changements plus brutaux comme les attaques parasitaires que la forêt des Landes a subies ces 2 dernières années. Le satellite permet aussi de cartographier les incendies et les tempêtes mais il est aussi utile en amont.

Les forestiers alsaciens nous demandent de mettre en place un processus rapide d'images en cas de nouvelle tempête. Nous avons travaillé également en Alsace sur le risque de feu de chablis après 1999. Nous avons aussi, à la demande de l'État, suivi les variations du foncier forestier en plaine d'Alsace, ce qui a permis de détecter les défrichements non déclarés.

Vous travaillez avec la même précision que les photographies aériennes ?

Paul de Fraipont : le nombre de satellites augmente, leur résolution spectrale et spatiale s'améliore, cette ressource est de plus en plus utilisable. La dernière génération de satellite, Pléiade, nous apportera des résolutions de 70 cm, contre 2,5 m pour le satellite Spot actuel. Le gros avantage est la rapidité d'action. Le coût des images satellites va en diminuant. Plus la surface est grande, plus cette technologie est rentable par rapport à l'avion. Quand l'avion met trois mois pour photographier le massif vosgien, le satellite a besoin de 20 secondes pour couvrir la plaine d'Alsace. Le travail sur le massif vosgien a permis de quantifier et suivre l'évolution des hags, avec une précision de 90 % par rapport aux relevés de terrain. Nous essayons maintenant de dissocier bois rouges et bois blancs.

Vous pourriez également distinguer les essences feuillues ?

Paul de Fraipont : c'est plus difficile pour les feuillus, mais nous commençons à trouver des solutions pour le chêne et le hêtre. Nous travaillons aussi sur le châtaignier dans le cadre d'un programme franco-allemand. Le satellite, qui passe toujours au même endroit, permet de suivre des phénomènes dans le temps et cette répétition nous aide à dissocier les essences. Si nous choisissons des images au débourrement, lorsque le châtaignier est tout blanc, son identification devient plus facile. Nous pourrions peut-être aussi estimer les volumes de bois. Les technologies radars pénètrent le couvert et nous pensons qu'il y a une possibilité de recueillir des informations en trois dimensions. Les nouveaux satellites radars apporteront peut-être la solution.

Cubage du bois sur pied selon la qualité

Petr Müller, Anne-Laure Pecheur, Michel Bartoli*

Field-Map est une technologie utilisée pour la cartographie, la collecte et le traitement des données de terrain. Elle est employée dans les projets d'inventaires forestiers, la cartographie des écosystèmes et la collecte des données lors des études sur le terrain.

Connaître le volume précis et la qualité des arbres est primordiale lors des ventes de bois sur pied. Avec les méthodes traditionnelles, la valeur estimée du bois et la valeur réelle sont parfois divergentes. Un modèle d'estimation de la qualité des bois sur pied, conçu à la demande des forestiers de République tchèque, permet d'apporter des informations plus précises.



La méthode est basée sur l'utilisation de modèles de forme et sur la qualité de la tige. La modélisation est réalisée à partir des données dendrométriques des arbres sur pied, mesurées grâce à la technologie Field-Map. Cette technologie permet de mesurer à distance les diamètres des arbres (ou branches), puis de construire les profils des troncs et de noter les variables décrivant la qualité du tronc (nombre et diamètres des nœuds, défauts, pourriture, etc.).

Des 'échantillons' sont alors construits à partir des données recueillies sur le terrain.

Pour l'utilisateur du modèle, il est ensuite nécessaire de lier les informations (modèles de tronc - 'échantillons') avec le plan de gestion. Le logiciel at-



La technologie Field-Map. L'ordinateur de terrain, le laser télémètre (incluant télémètre, boussole, inclinomètre permettant de mesurer les hauteurs des arbres à distance variée et les diamètres éloignés) et le GPS permettent l'estimation de la valeur du peuplement ainsi que la cartographie détaillée des peuplements.

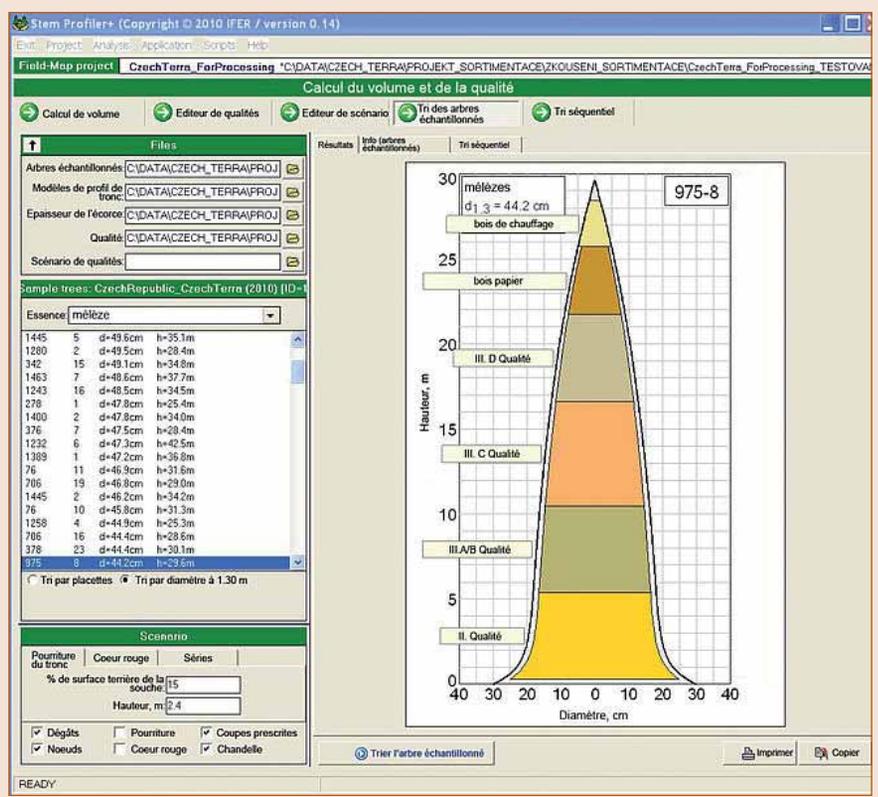
Le logiciel Field-Map optimise la communication avec des périphériques externes tels que le GPS, le télémètre laser et l'inclinomètre. En 2011, IIFER⁽¹⁾ a conçu un nouvel appareil : le TruPulse Dendroscope. Ce laser est maintenant doté d'une graduation, qui permet de mesurer les diamètres éloignés (des troncs ou des branches), ou d'effectuer les mesures relascopiques. C'est donc un appareil qui permet d'inventorier très simplement et précisément les placettes classiques (circulaires), ou relascopiques, ou d'effectuer des mesures moins habituelles (profils de tronc).

tribue à chaque peuplement le modèle le plus proche (à partir de l'essence, du diamètre, de la hauteur et d'autres caractéristiques). Ensuite, le peuplement virtuel passe au 'cubage', où sont définis les détails techniques de chaque produit et des prix.

Une fois que les données permettent d'attribuer un modèle, l'utilisateur peut créer le plan de cubage pour chaque parcelle séparément ou pour toute la propriété. Il peut ensuite modifier les scénarios (prix de chaque produit, dimensions des produits), afin d'obtenir le meilleur profit pour la vente des bois. Il est également possible de jouer avec les scénarios : par exemple en modifiant le niveau de « défauts », on peut facilement estimer combien coûtent les dégâts de cervidés (comparer la modélisation d'un peuplement 'sain' et 'avec dégâts').

La technologie Field-Map est développée par l'IFER⁽¹⁾, basé en République tchèque. Field-Map est actuellement utilisé pour réaliser les inventaires nationaux de Russie, République tchèque, Slovaquie, Irlande, Hongrie, Danemark et dans 5 autres pays, ainsi que pour des projets divers dans les pays tropicaux et tempérés.

Pour que le système fonctionne bien, le plus important est d'utiliser les bons modèles de profils de tronc et des défauts. Avec le matériel Field-Map, on estime à environ 4-5 minutes le temps nécessaire pour mesurer un arbre (mesures des diamètres éloignés avec une lunette spéciale), et 5-6 minutes pour la description des défauts (évaluation optique, remplissage du formulaire sur un ordinateur de terrain). Les profils de tronc peuvent aussi être mesurés sur des arbres abattus. Pour une petite surface (environ 1 ha), il faut échantillonner approximativement 10 arbres (défauts + profils) par essence. Pour les grands domaines (milliers d'hectares),



Copie d'écran cubage du logiciel.

il est souhaitable d'inventorier 100-200 arbres pour les profils et 200-500 pour les défauts par essence. La quantité dépend de la représentativité de l'essence (ceci permet d'obtenir le profil du tronc et la qualité). Il faut d'autre part, inventorier le volume présent en forêt (par la méthode relascopique par exemple). La précision sur l'estimation du volume est selon les premiers essais de 2-3 %. C'est donc un outil intéressant pour la

gestion forestière, mais aussi pour les investisseurs, pour qui la valeur du bois est une donnée capitale. ■

* Anne-Laure Pecheur, chargée d'études environnement à l'ONF
 Michel Bartoli, retraité de l'ONF
 Petr MÜLLER, responsable de vente IFER
 IFER - Monitoring and Mapping Solutions, Ltd.
 (IFER-MMS) 4 place Charles de Gaulle,
 F-69390 Vernaison
 courriel : petr.muller@ifere.cz
 Site : http://www.field-map.com
 (1) Institute of Forest Ecosystem Research (IFER),

La méthode ARCHI

Christophe Drénou, ingénieur CNPF-IDF

La méthode ARCHI est une méthode de diagnostic du dépérissement et des capacités de résilience des arbres basée sur la lecture architecturale des houppiers (voir Forêt-entreprise n°200, à feuilleter intégralement en ligne sur www.foretpriveefrancaise.com). Christophe Drénou nous explique la genèse de ses recherches et comment il a élaboré cet outil novateur.

Quel a été le point de départ des recherches ?

Tout a commencé en 1990 avec l'étude des descentes de cime. À cet époque, il était admis que la dernière étape du développement d'un arbre, c'est-à-dire la sénescence, s'exprimait sous forme d'une descente de cime. Les branches de la cime mouraient et des gourmands apparaissaient en retrait. Branches mortes et gourmands étaient donc associés à une mort inéluctable. On sait depuis qu'une descente de cime n'est pas un stade de développement, mais un état de réaction provoqué par un changement brutal de l'environnement (forte éclaircie forestière, sécheresse intense, tassement du sol, taille sévère des arbres d'ornement...). Le sacrifice d'une partie du houppier (mortalité en cime) et l'investissement dans de nouvelles structures (les gourmands) est une véritable stratégie de défense face au stress. Plus les gourmands sont nombreux et grands, plus les chances de reconstituer un nouvel houppier sous la cime morte sont grandes, et meilleure est la résilience.

Comment a germé la méthode ARCHI ?

Lorsqu'on s'intéresse au dépérissement des arbres, une observation limitée aux branches mortes n'est pas suffisante. Dès 1983, Becker et Lévy écrivaient au sujet de la forêt de Tronçais : « La présence et l'abondance

des branches mortes chez les chênes peut être trompeuse, et il est fréquent de surestimer la gravité du dépérissement d'un arbre, alors que l'inverse ne se produit jamais ». L'innovation de la méthode ARCHI est de concevoir la dynamique de résilience de l'arbre en ajoutant au relevé des symptômes de dépérissement habituels (défoliation, transparence des houppiers, mortalité...), un examen des gourmands afin de pouvoir se prononcer sur l'avenir de l'arbre. Le principe de la méthode ARCHI peut se résumer selon l'équation ci-dessous.

Symptômes de dégradation du houppier + Processus de restauration du houppier = Diagnostic ARCHI

On distingue ainsi cinq types architecturaux :

- l'arbre **sain**, ne présentant aucun symptôme de dégradation du houppier,
- l'arbre en état de **stress** récent (début de la dégradation du houppier, potentiel de restauration existant mais non exprimé),
- l'arbre **résilient** surmontant un stress pour redevenir à terme sain et reprendre ainsi une croissance normale (dans ce cas, les processus de restauration du houppier compensent parfaitement les symptômes de dégradation),
- l'arbre exprimant une **descente de cime**, c'est-à-dire formant un deuxième houppier sous la cime initiale,

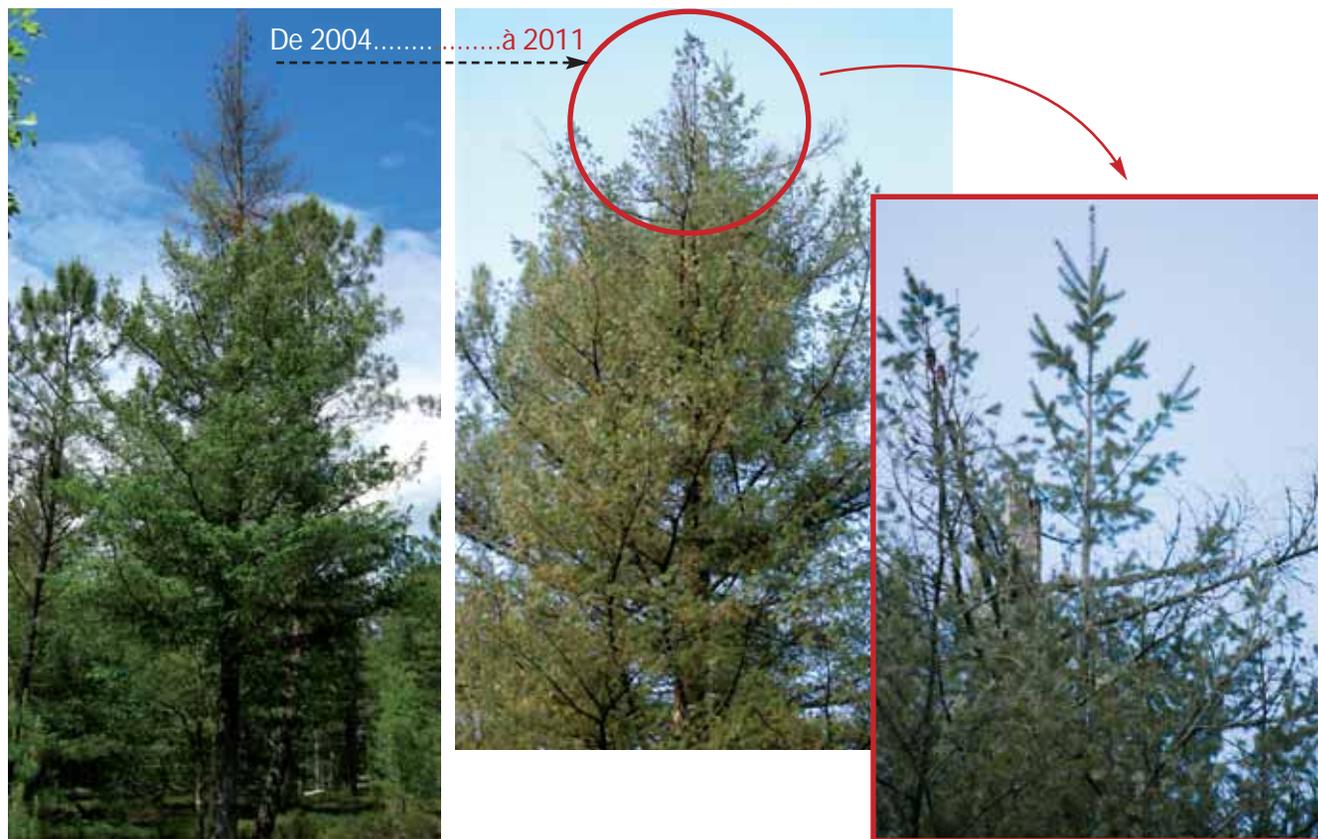
- l'arbre bloqué en situation de dépérissement **irréversible** (houppier dégradé sans aucun processus de restauration viable).

La méthode comprend une analyse de la croissance de l'arbre : toutes les branches ne poussent-elles pas de manière identique ?

Tout à fait, et c'est tout l'intérêt de l'approche architecturale. À ce propos, il ne faut pas confondre les notions de morphologie et d'architecture. La première est l'étude statique des formes (position des feuilles, port du houppier...), la deuxième concerne les dynamiques de développement (mise en place du houppier par répétition, appauvrissement de la ramification au cours du vieillissement...). Les données **morphologiques** sont indispensables à l'identification des essences, mais insuffisantes pour l'établissement d'un diagnostic.

L'**architecture** en revanche, en nous renseignant sur les séquences de développement propres à chaque essence ainsi que sur les écarts à la normale provoqués par des stress, revêt une valeur diagnostique.

Ainsi, la caractérisation du stade de développement atteint par un arbre renseigne sur le trajet qu'il a déjà parcouru, sur celui qui lui reste à parcourir et sur ses aptitudes momentanées à répondre à telle ou telle sollicitation.



© J. Rosa (CRPF Centre) en 2004 et Ch. Drénou (IDF) en 2011.

Exemple de résilience chez le Douglas dans le Cher (18). Après la canicule de 2003, la cime s'est desséchée. Celle-ci a fini par casser; mais un gourmand orthotrope, bien visible en 2011, prend son relais et permet ainsi à l'arbre de reprendre sa croissance en hauteur. Ce gourmand portant 5 à 6 pseudo-verticilles de branches (incertitude due au manque de visibilité), est âgé de 6 à 7 ans et est donc apparu en 2006 ou 2005, soit 2 à 3 années après le stress de 2003.

La méthode s'applique t'elle donc plus facilement aux feuillus ? Une application pour les résineux est-elle possible ?

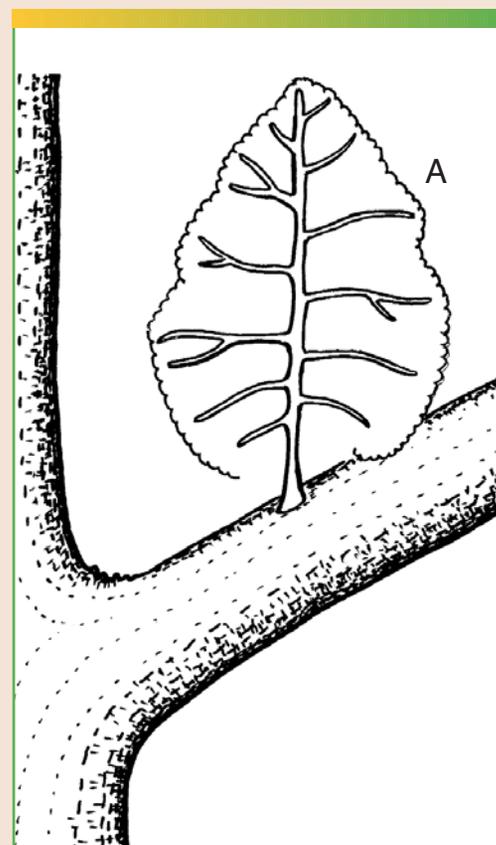
Cette question revient à s'interroger sur la deuxième composante de la méthode ARCHI : les processus de restauration du houppier ne concernent-ils que les feuillus ? Si les facteurs déclenchant l'apparition des gourmands sont externes à l'arbre (lumière, sécheresse, blessure...), l'aptitude à les générer est génétique, et de ce point de vue, il est vrai, toutes les espèces ne sont pas identiques. Les pins de climat tempéré sont incapables de donner des gourmands, le hêtre en produit peu, et le chêne pédonculé est au contraire prolifique. Quelques années après la canicule de 2003, des forestiers ont

été étonnés de constater le reverdissement de certains douglas jugés dépérissants en 2004.

L'analyse architecturale du douglas l'explique simplement : une cime sèche peut être remplacée par un ou plusieurs gourmands identiques à la flèche initiale (voir photos ci-dessus), et les branches dégarnies ont la possibilité de produire des gourmands similaires aux rameaux sacrifiés. La méthode ARCHI s'applique par conséquent à des résineux tels le douglas ou le sapin pectiné.

Quelles ont été les difficultés de mise au point de la méthode ?

La première difficulté a été l'analyse de l'ensemble des gourmands présents dans un arbre en situation post-traumatique.



Comment prendre en compte leur répartition spatiale, leur niveau de hiérarchie (dominant – dominé), leurs différences de croissance et leurs classes d'âges ? Une typologie des gourmands basée sur leur direction de croissance a été choisie. Les gourmands orthotropes (du grec « orthos » : droit et de « tropos » : direction) ont une direction de croissance verticale et reproduisent l'architecture entière de jeunes arbres. Les gourmands plagiotropes (du grec « plagios » : oblique) ont une direction de croissance horizontale à oblique et reproduisent l'architecture de jeunes branches. Les gourmands agéotropes (du grec « a » : sans, « géo » : terre et « tropos » : direction) sont sans direction de croissance privilégiée et peuvent même pousser « la tête en bas ». Ils présentent des caractères morphologiques de vieillesse : axes grêles, à ramification appauvrie et à durée de vie limitée (voir dessins).

Autre difficulté : la validation des pronostics sur l'avenir des arbres. Trois méthodes ont été utilisées. La pre-

mière, synchronique, consiste à étudier plusieurs dizaines d'individus de tous âges et dans différentes conditions d'environnement avant de pouvoir par comparaison établir les différentes dynamiques de réactions possibles après un stress. La deuxième, rétrospective, s'appuie sur la croissance radiale passée des arbres (étude des cernes par dendrochronologie). La troisième enfin, chronologique, nécessite le suivi individuel des arbres année après année.

Quels sont les avantages de la méthode ?

Les forestiers ont besoin d'une méthode de diagnostic visuel sur le terrain, non seulement pour suivre l'état de santé des forêts au cours du temps (mission assurée par le Département de la Santé des Forêts du ministère de l'Agriculture), mais aussi pour désigner les arbres d'avenir lors des éclaircies et pour décider de l'intensité des coupes après une crise sanitaire. Ces deux derniers objectifs pourront désormais être atteints par tout technicien préalable-

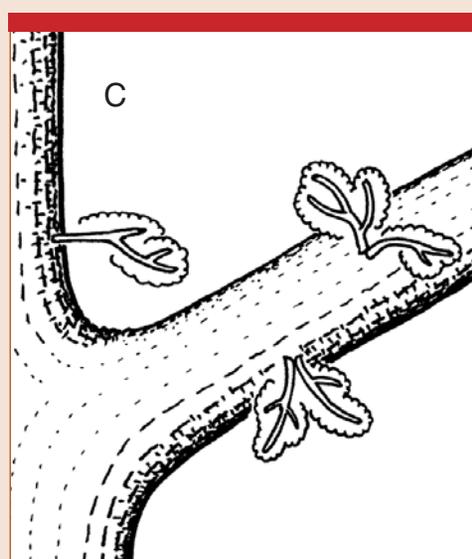
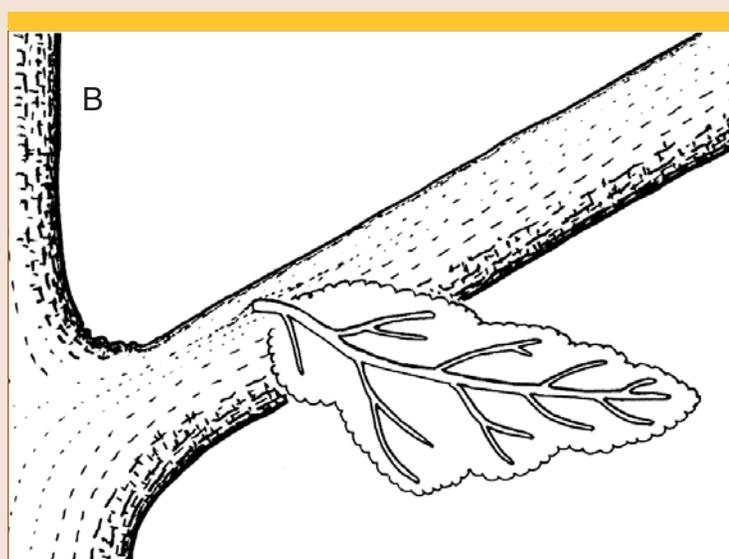
ment formé à la méthode ARCHI.

Quels enseignements pour le futur émergent de ces recherches ?

La méthode ARCHI intègre en une seule analyse visuelle de nombreux aspects du fonctionnement de l'arbre. Si le rôle morphologique des gourmands dans la restauration des houppiers déperissants est indéniable, leurs rôles physiologiques méritent d'être étudiés. Les gourmands en produisant de nouvelles feuilles réactivent-ils la transpiration, moteur de la circulation hydrique ? La réduction de la distance entre les racines et les feuilles diminue-t-elle la résistance hydrique du bois ? L'initiation de nouveaux vaisseaux de bois par les gourmands permet-elle de contourner les tissus embolisés après une forte canicule ? Autant de questions suggérant que la méthode ARCHI, même si elle a été avant tout conçue comme un outil simple de développement, peut servir de pont entre les professionnels et les chercheurs. ■

Schématisation d'un gourmand orthotrope (A), d'un gourmand plagiotrope (B) et de plusieurs gourmands agéotropes (C) pour une essence quelconque.
© Dessins : Ch. Drénou

Pour savoir utiliser la méthode ARCHI, l'IDF organise des stages sur mesure afin de vous apporter une formation adaptée à vos besoins. Par ailleurs, la méthode ARCHI est enseignée à l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Versailles (master 2 professionnel « Jardins Historiques, Patrimoine et paysage »), à l'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse, au Centre de Formation Professionnelle Forestière de Châteaufort du Rhône ainsi qu'en Espagne dans le cadre de l'Association Espagnole d'Arboriculture.



L'Indice de Biodiversité Potentielle : un nouvel outil au service des gestionnaires forestiers

Laurent Larrieu*, Pierre Gonin** (1)

L'Indice de Biodiversité Potentielle (IBP) est un outil conçu pour que le gestionnaire forestier puisse aisément intégrer la biodiversité taxonomique ordinaire⁽²⁾ dans sa gestion courante. Il est principalement basé sur l'observation des arbres, des peuplements et des milieux associés (voir Forêt-entreprise n°190, p. 52-57).

© P. Gonin, CNPF-IDF

Pourquoi évaluer la biodiversité ?

La conservation de la biodiversité est un enjeu important, qui se traduit par des engagements aux niveaux national et international. Au-delà du respect de ces engagements, la **biodiversité** est prise en compte dans la gestion car elle **concourt au bon fonctionnement des écosystèmes forestiers**. Elle contribue ainsi à améliorer la résistance et la résilience des peuplements face aux aléas et à optimiser la production de bois.

La prise en compte de la biodiversité s'effectue généralement en appliquant les recommandations de guides techniques régionaux. Mais ces recommandations seront d'autant mieux adaptées au peuplement que l'on effectue un bon diagnostic préalable, en complément des démarches habituellement réalisées pour définir les interventions sylvicoles (études des peuplements, des débouchés, des stations...).

Comment est née l'idée de créer un outil spécifique d'évaluation ?

La biodiversité remarquable fait l'objet de nombreuses études, mais elle ne représente qu'une fraction de la diversité totale et seule une partie des forêts est concernée. En complément, il était donc utile de proposer une méthode de **diagnostic de la biodiversité ordinaire**, applicable dans toutes les forêts, suffisamment **rapide et simple** pour être réalisable en « routine » par tout gestionnaire forestier.

L'idée de cette méthode est directement issue d'une étude de biodiversité menée sur une propriété privée de Midi-Pyrénées entre 2003 et 2008⁽³⁾, complétée par l'analyse bibliographique de nombreuses études couvrant différents contextes biogéographiques et par l'avis de nombreux experts. Ces connaissances sur les facteurs clés de la diversité des espèces forestières ont permis d'élaborer l'outil IBP.

L'IBP évalue uniquement la **diversité**

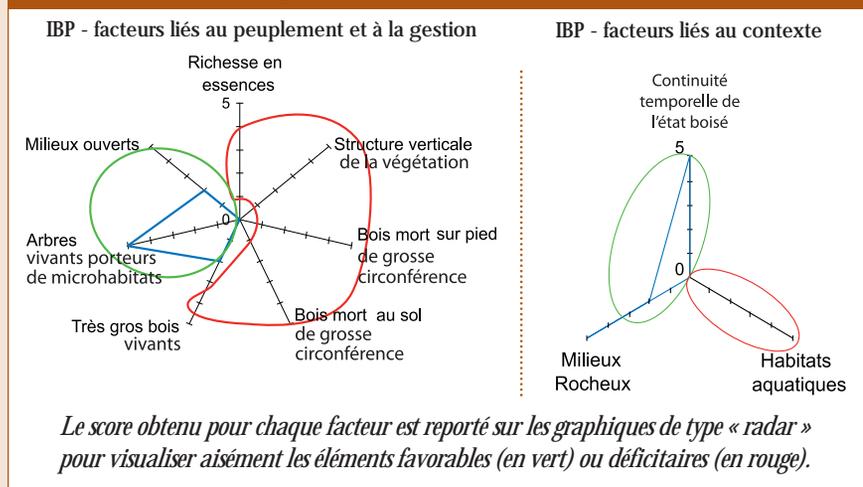
en espèces (taxonomique)⁽²⁾ car elle est plus facile à appréhender que les diversités génétique et écosystémique. L'échelle d'analyse retenue est le **peuplement forestier homogène** car c'est le niveau habituel de prise de décision pour le gestionnaire. Enfin, l'outil devait être utilisable sur l'ensemble de la France, avec des adaptations selon les domaines biogéographiques et les stations.

Comment l'IBP permet-il de mesurer facilement la biodiversité taxonomique ?

L'évaluation directe de la diversité des espèces vivant dans un même peuplement demande beaucoup de temps et l'aide de multiples spécialistes de la taxonomie. Cette démarche n'est donc pas réalisable en routine dans la gestion courante.

L'originalité de l'IBP repose sur une **évaluation indirecte** par un diagnostic de la **capacité d'accueil en espèces et en communautés**. En effet, l'IBP

Représentation graphique du diagnostic IBP représentant les 10 facteurs clés



agrège une sélection de dix facteurs clés de la diversité des espèces ; sept de ces facteurs dépendent du peuplement et de la gestion, les trois autres sont liés au contexte (voir figure). On ne préjuge donc pas de la diversité réellement présente, d'où le qualificatif « potentielle ». Ainsi, l'IBP n'est pas une mesure précise de la biodiversité, mais un indice du niveau de diversité attendue.

Pour chaque facteur, on affecte une valeur 0, 2 ou 5 en fonction d'une échelle de valeurs seuils, ceci au cours d'une visite rapide, ne nécessitant **pas de mesures complexes**. Ces données peuvent ensuite être représentées graphiquement pour faciliter l'interprétation. Le type d'analyse par facteur permet de mettre en évidence aisément les améliorations possibles par la gestion.

Quelles ont été les difficultés rencontrées pour élaborer l'IBP ?

Outre la sélection des dix facteurs, il a fallu choisir des valeurs seuils qui soient **pertinentes d'un point de vue biologique** et qui puissent **discriminer les peuplements**. Un effort important a également été réalisé pour **définir les facteurs de manière claire et précise**, en vue d'une utilisation dans tous les types de peuplement.

Pour cela, de nombreux tests ont été réalisés et l'avis de nombreux utilisateurs a été recueilli.

La mise au point de l'IBP est-elle terminée ?

La structure de l'IBP est restée inchangée depuis 2009 (toujours dix facteurs), mais les définitions évoluent sur des points de détail afin d'améliorer la qualité du diagnostic et également réduire l'effet observateur.

Une évolution est prévue en 2013 pour intégrer les résultats des études menées à l'Inra-Dynafor sur les relations entre l'IBP et les principaux indicateurs directs (coléoptères et champignons saproxyliques⁽⁴⁾, plantes, etc.) d'une part, et sur le bois mort et les microhabitats d'autre part.

Parallèlement à ces études, le CNPF conduit un programme pour améliorer les méthodes d'évaluation de l'IBP, en particulier sur de grandes surfaces, et étendre le domaine d'utilisation à la région méditerranéenne, actuellement non couverte (il existe néanmoins une version de pré-développement).

Quelles sont les perspectives d'utilisation de l'IBP ?

L'IBP est actuellement utilisé pour **évaluer la biodiversité ordinaire dans le cadre de la gestion forestière, sans**

constituer cependant une norme. Il peut être utilisé lors d'un diagnostic avant toute intervention sylvicole, en particulier exploitation, ou lors de l'élaboration des documents de gestion. L'IBP est aussi un **outil pédagogique** car il constitue une grille d'analyse de la biodiversité taxonomique, facile à comprendre et à utiliser. Il peut également être utilisé comme **module de diagnostic de la biodiversité** dans le cadre d'autres analyses plus globales (naturalité...).

L'IBP a récemment été inscrit dans la **Stratégie nationale pour la biodiversité** (« Engagements de l'État » 2011-2013) afin d'élargir son utilisation. Pour atteindre cet objectif, le CNPF conduit un programme national de formation des gestionnaires, conseillers et partenaires de la Forêt privée, complété par des actions de communication. ■

(1) * Inra Toulouse - Dynafor - CRPF Midi-Pyrénées, laurent.larrieu@toulouse.inra.fr

** IDF Toulouse, pierre.gonin@cnpf.fr

(2) Diversité taxonomique : diversité en espèces. Par biodiversité ordinaire, on entend la totalité des espèces présentes, quelle que soit leur niveau de rareté, par opposition à la biodiversité remarquable.

(3) Larrieu L. : 2005 - Étude de certains aspects de la diversité biologique de la forêt des montagnes particulières de Hèches (Vallée d'Aure, 65), Rapport intermédiaire. CRPF MP, 188 p.

(4) Saproxylique : organisme (insecte, champignon...) qui dépend, pendant tout ou partie de son cycle de vie, du bois mort ou mourant, ou bien des organismes qui utilisent ce même milieu.

L'IBP sur internet

La plaquette de présentation, la fiche de relevé et le tableur Excel®, pour saisir les données et présenter les résultats, sont téléchargeables sur internet :

www.foretpriveefrancaise.com/ibp/



« Boisloco », ensemble nous sommes une force

Une douzaine de sylviculteurs des départements de la Sarthe, Mayenne et Maine-et-Loire se sont associés dans une société d'exploitation, de regroupement et de valorisation de produits forestiers depuis juin 2009. Alain de Montgascon, son président et Alban Klein, son chef d'exploitation et de projet nous présentent leurs initiatives.

Pourquoi avez-vous créé Boisloco ?

Les forestiers sont des producteurs de bois. Les investissements, le travail et les risques qu'ils prennent leur appartiennent. Ainsi, il est normal qu'ils obtiennent la meilleure valorisation de leur récolte. Pour cela, l'information, la traçabilité et la transparence sont des éléments indispensables pour travailler en confiance.

L'objectif de Boisloco est de mettre au service de chaque sylviculteur, ses compétences pour l'optimisation lors de la commercialisation de ses bois et cela dans la plus grande transparence. Le contexte d'aujourd'hui demande beaucoup d'expérience technique et commerciale.

L'enjeu premier de Boisloco réside dans le rapprochement du sylviculteur-producteur de bois et des utilisateurs, transformateurs du bois. Ce rapprochement est nécessaire pour une meilleure connaissance mutuelle afin de mieux appréhender les besoins et les difficultés de chacun. Il rend responsable l'amont de la filière et favorise une plus grande transparence commerciale.

La société Boisloco a été créée pour apporter des réponses et des solutions concrètes en matière de mobilisation, de valorisation de la production forestière et d'approvisionnement des scieries et industries du bois. Le capital de la société est ouvert principalement aux propriétaires forestiers investisseurs, puis aux partenaires financiers et investisseurs institutionnels.

Qu'est ce qui vous différencie de l'offre d'une coopérative ou d'un négociant ?

Boisloco développe un positionnement commercial novateur. La société n'est pas négociant de produit forestier « elle n'achète pas pour revendre... » avec la recherche d'une marge. Le sylviculteur mandate Boisloco pour l'ensemble de ses étapes de valorisation de sa production forestière et reste maître d'œuvre des opérations d'abattage, de débardage, d'expédition et de commercialisation des bois.

Ce fonctionnement permet au sylviculteur de connaître et de maîtriser très précisément ses charges d'exploitation mais surtout les volumes, les destinations finales et les prix de ses bois. Le sylviculteur et Boisloco travaillent dans un objectif commun d'optimisation des ventes.

Quelles sont vos innovations ?

→ Notre première innovation est une **offre de service adaptée** aux attentes des propriétaires forestiers. Nous avons développé des services de maîtrise d'œuvre et de mandataire à la vente pour le compte des propriétaires-sylviculteurs. Toutes les commandes de prestation comme les ventes sont réalisées au nom du sylviculteur.

2 mandats différents sont proposés : Mandat 'Pack ou Mandat 'Pro.

Service « Mandat 'Pack »

Boisloco est maître d'œuvre des opérations de récolte et de transport et offre aux sylviculteurs un accès direct aux

marchés-utilisateurs de leurs bois, une totale transparence, une optimisation de leurs ventes. Boisloco génère toutes les facturations et suivi les règlements pour le compte du sylviculteur.

Service « Mandat 'Pro »

Ce service est proposé exclusivement aux actionnaires de la SAS Boisloco. Le Mandat 'Pro s'appuie sur les capacités du sylviculteur à gérer ses propres exploitations forestières mais aussi toutes ses facturations, sa comptabilité et sa trésorerie. Boisloco est mandaté pour la commercialisation de ses bois et leurs expéditions.

Ces services de Boisloco sont rémunérés par le sylviculteur suivant une grille dégressive en fonction du type de mandat.

→ Notre seconde innovation est la centralisation de 3 nouveaux services sur notre futur parc :

1- Service « **Optimisons nos bois** » : ces bois arriveront sur le parc en grande longueur, **identifiables via un code barre, une puce RFID⁽¹⁾, ou une couleur spécifique**. De là, ils seront cubés, optimisés et découpés par qualités. Ces bois triés seront regroupés puis expédiés vers les transformateurs ou proposés en appel d'offres.

2- Service « **Regroupons nos bois** » : ce service permettra de massifier l'offre de produits forestiers sur un site central. Les bois, triés par qualités, seront négociés regroupés sur site.

3- Service « **logistique-bois** » : ce service est conçu pour démultiplier les capacités d'expédition de bois vers les



marchés dits « de volume ». Les bois à expédier seront regroupés sur le site pour être rechargés sur des **plateaux-bois**, des **plateaux-bâchés** (tautliner), des conteneurs. En utilisant d'autres moyens de transport que les grumiers, l'offre est plus nombreuse et permet d'en réduire le coût.

Le tout sera encadré par un ERP de gestion (entreprise, ressource, planning), **progiciel**⁽²⁾ **développé** pour les besoins spécifiques de Boisloco. Des applications de consultations pour les sylviculteurs et acheteurs de produits forestiers seront développées en interface avec cet ERP.

Ce progiciel intégrera des innovations technologiques dans le mode d'alimentation de la base de données pour une maîtrise en temps réel de la production, des expéditions et de la commercialisation ; mais aussi dans la méthode de traçabilité des bois par code barre, flashcode, ou puce RFID...

Pourquoi créer un parc à bois ?

La création d'un parc à bois sur le site Loirécopark de Vaas (72), permettra le regroupement d'une partie de nos offres sur un même site de valorisation et d'expédition des bois. Notre activité intègre le Pôle de valorisation et de transformation des bois locaux du Val du Loir labellisé "Pôle d'Excellence Rurale". Boisloco intervient plus particulièrement sur les départements 72, 53, 49, 37. Un massif forestier de 195 000 ha, feuillus et résineux dans un rayon de 50 km, représente un volume sur pied de plus de 30 millions de m³. En seconde phase (2014-2015), une première ligne « automatique » d'optimisation des bois feuillus

et résineux permettrait le cubage, le tri, la découpe, et le stockage.

Votre activité a démarré en 2011, quel est votre premier bilan d'activité ?

L'objectif 2011 était centré sur le lancement des exploitations forestières et la commercialisation des bois en départ de forêt. Durant cette première année d'activité, 17 800 m³ de résineux ont été commercialisés et expédiés vers 16 scieries/industries, représentant 28 dossiers d'exploitation et de commercialisation (10 Mandats 'Pack, 8 Mandats 'Pro et 10 négoces).

Cette première année nous a également permis de tester notre positionnement de mandataire du point de vue des propriétaires forestiers-sylviculteurs et de celui des transformateurs. Des adaptations seront nécessaires en 2012 notamment dans le suivi et l'information des prix de marché.

Quelles sont vos perspectives ?

En 2012-2013, avant de concrétiser une 2nde tranche investissements, Boisloco doit valider :

- les principes de regroupement en grande longueur et tri sur site,
- les principes de vente de bois regroupés, triés et présentés,
- les principes logistiques (chargement : plateaux bois, tautliner, conteneurs...).

Pour ce faire, Boisloco projette une ouverture du site fin 2012, sur 3 ha, avec

l'acquisition d'un engin de levage/manutention de bois, de moyen logistique et l'embauche d'un agent de maîtrise.

En conclusion

Pour relever le défi d'un développement d'ampleur de la filière forêt-bois en France, la transformation du bois évolue et se développe dans une logique industrielle, à la recherche d'une meilleure compétitivité et d'innovations de procédés, de produits... L'amont de la filière doit soutenir ces évolutions en apportant plus de garantie et de réactivité dans les approvisionnements en matière première de ces industries. En parallèle, il est aussi primordial d'encourager les propriétaires forestiers-sylviculteurs à mobiliser leurs bois et à investir en forêt, notamment dans les renouvellements/reboisements. C'est porter par ces motivations que Boisloco développe ses services en mettant en œuvre le principe « gagnant-gagnant ». ■

Propos recueillis par Nathalie Maréchal

SAS BOISLOCO - Loirécopark 1
72500 VAAS - Site : www.boisloco.fr

(1) RFID (Radio Frequency IDentification) : radio-identification, une méthode pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « radio-étiquettes ».

(2) Un progiciel, contraction de produit et logiciel, est un logiciel applicatif.

Vendre du bois à plusieurs

Propos recueilli par Nathalie Marechal, CNPF-IDF

Vendre quelques grumes est difficile. La mobilisation d'un propriétaire, soutenue par son organisme de développement forestier, le Gedef du Loiret-Sologne, a permis le regroupement de plusieurs grumes. En juin 2011, 7 propriétaires voisins ont mis en vente un lot regroupant 86 grumes de chênes. Claude Mannevy, président du Gedef du Loiret-Sologne témoigne de cette initiative.

© C. Mannevy

Comment est née cette initiative ?

Le Gedef⁽¹⁾ du Loiret-Sologne a initié une démarche « petits lots » en 2009. L'objectif était de regrouper par essence ou par qualité, des lots de bois d'œuvre pour une mise en marché plus favorable pour les vendeurs.

Un de nos adhérents du Gedef du Loiret, M. Bernard Bouillon cherchait à vendre quelques chênes. Un trop faible volume - 16 m³ - ne pouvait pas intéresser un acheteur. À l'est du Loiret, la forêt privée du Gâtinais est souvent constituée de petits massifs et boqueteaux, sur des sols à dominante d'argiles à silex. Les peuplements sont composés de taillis et taillis avec réserve, généralement en retard d'exploitation. Une forêt rurale historiquement tournée vers le bois de feu pour l'autoconsommation.

L'important morcellement et le manque critique de desserte réduit toute exploitation rationnelle.

Comment avez-vous procédé ?

Au cadastre de Montargis, nous avons recensé les parcelles voisines de cel-

les de notre adhérent sur la commune d'Amilly. Le premier objectif de la rencontre avec les propriétaires était de leur prodiguer des conseils en sylviculture et de les convaincre de mettre en vente les arbres arrivés à maturité. Pendant ce premier contact, nous expliquions la démarche et recherchions les éventuels arbres exploitables. Parfois, nous avons même recherché les limites parcellaires sur le terrain. Il fallait convaincre en fonction des divers profils de propriétaires. Sur la dizaine de personnes visitées, 6 ont adhéré à la démarche pour une surface de 7 ha, avec 10 parcelles de superficie comprise en 16 ares et 3 ha. Seules trois parcelles avaient une issue directe sur la voie publique.

Ensuite, nous avons dû répertorier les arbres exploitables, estimer provisoirement les volumes et leur qualité, déterminer les itinéraires de débardage, obtenir les droits de passage, rechercher des dépôts de bois accessibles et demander les autorisations adminis-

tratives correspondantes, enfin inciter à l'adhésion à la certification PEFC.

Cela a demandé un investissement en temps et conviction ?

Oui, nous tenons à cet aspect : une démarche de propriétaires vers quelques voisins. Nous souhaitions sensibiliser, informer, conseiller, créer une dynamique entre voisins et respecter leur décision. La conseillère forestière du Gedef ou un technicien d'organismes de gestion ne peut pas prendre le temps de cette démarche.

Concrètement, le Gedef s'interdisant de procéder à la commercialisation, la vente du lot a été confiée à la coopérative Unisylva (antenne de Bourges). Le martelage effectué par les techniciens de la coopérative a défini le volume classé par qualité pour chaque propriétaire. Le lot présenté par le groupe de propriétaires comprenait 86 pieds de chêne, cubait 139 m³ pour un volume moyen de 1,6 m³ et comprenait 23 % de qualité. Lors de la

vente groupée sur catalogue de juin, l'article 51, constituant notre lot groupé, a reçu 5 offres de prix. Les établissements Millet d'Ouzouer-sur-Loire ont fait la meilleure offre : 16 519 €, soit un prix moyen de 118,84 €/m³. Le prix de retrait était 14 500 €, les 14 % supplémentaires ont satisfait les vendeurs...

Quelle expérience en tirez-vous pour le Gedef du Loiret ?

Cette première expérience de regroupement a permis de mobiliser et surtout de bien valoriser des arbres exploitables, que le lot regroupé a rendu attractif. En outre, cette action est enrichissante pour nos adhérents de l'est du Loiret pour les relations tissées entre propriétaires voisins. Cela montre également que le morcellement n'est ni une fatalité et ni rédhibitoire à son exploitation... La poursuite de cette opération sera de transformer cet essai avec d'autres essences comme les feuillus précieux, le frêne ou le robinier. L'essentiel du succès re-

pose sur un **adhérent pilote, compétent** et dont la **qualité relationnelle** saura s'adapter aux différents types de propriétaires rencontrés. Enfin, nous pouvons nous réjouir que notre lot ait été acquis par une entreprise régionale renommée pour la qualité de ses fabrications, ce qui montre que la filière peut s'accommoder de « circuits courts ».

Quelles sont les actions, actuelles et à venir, du GEDEF du Loiret-Sologne ?

Nous continuons la diffusion et l'actualisation du Guide pratique du forestier, dont le succès est croissant en France, mais aussi auprès des forestiers européens.

Après une étude comparative de la biodiversité de différents milieux alluviaux du Gâtinais (peupleraies, forêts alluviales, prairies de fauche, friches et ripisylves) pour laquelle nous avons accueilli un stagiaire B.T.S.A en 2010, nous sommes en mesure de finaliser un Guide de la populiculture en Pays

Gâtinais, dont l'objectif est de concilier une populiculture productive avec les enjeux environnementaux des vallées.

Pour l'année 2012, entres autres actions innovantes, le GEDEF conduira une réflexion sur les pratiques de l'exploitation du « bois-bûche », ainsi qu'une actualisation de l'étude des stations forestières de Sologne qui prendra en compte à la fois la diversité des peuplements et l'adaptation des essences au changement climatique. Enfin, le chêne étant l'essence dominante de nos forêts, notre groupement de développement se doit d'accompagner ses adhérents pour gérer et renouveler leur peuplement de chênes toujours dans la perspective du changement climatique annoncé et les récents travaux de l'IDF, notamment le protocole ARCHI nous y engageant... ■

(1) Groupement d'étude et de développement pour l'économie forestière du Loiret et de la Sologne.

Victor Steenwinckel, technicien Unisylva à l'agence de Bourges partage son point de vue :

La mise en vente de ce type de lot vous a-t-elle posé des difficultés ? Lesquelles ?

La coopérative avait déjà effectué ce type d'opération par le passé, notamment pour des petites parcelles de peupliers voisines. Il est vrai que le regroupement de sept propriétaires était une première au vu du nombre, mais la démarche est la même que vous regroupiez deux ou sept propriétaires. Il est important néanmoins d'être rigoureux dans la démarche commerciale et transparente vis-à-vis des vendeurs.

Ce lot a trouvé preneur : comment ce regroupement était-il présenté lors de la vente ?

D'un point de vue présentation de l'article, les lots étaient regroupés par zone géographique de manière à rendre plus facile la lecture des lots *in situ* vis-à-vis des acheteurs. Cinq lots avaient donc été définis, avec chacun la répartition des tiges par catégorie de circonférence, les coordonnées GPS ainsi que la numérotation des chênes correspondants à chaque lot.

L'exploitation vous demandera-t-elle un suivi plus prenant en temps que d'autres lots « normaux » ?

Le suivi d'exploitation d'un tel lot demande le même travail qu'un lot composé d'un seul propriétaire. D'autant plus que le rayon d'action ne dépasse pas 1,5 kilomètre.

Et si cela était à refaire ?

Cette opération est vraiment bénéfique pour la valorisation de parcelles de faibles surfaces ou enclavées. Nous ne pouvons qu'encourager les propriétaires concernés à se rassembler et à vendre en commun afin de mieux valoriser ce type de parcelles.



Sélection du chêne en forêt

© Paul Robin

OakScan® : outil d'évaluation rapide de la qualité du bois de chêne pour l'œnologie

Thomas Giordanengo*, Jean Paul Charpentier** et Nicolas Mourey*

Beaucoup de grands vins s'élaborent en fût de chêne. Un capteur optique infrarouge permet de connaître le potentiel tannique des douelles de barrique pour mieux les adapter aux objectifs œnologiques de chaque client. La tonnellerie Radoux a obtenu pour ce nouveau procédé, le prix de l'innovation Futurobois 2011.

Le fût de chêne n'est pas un simple contenant. Il participe à l'élaboration du vin, au cours des longs mois d'élevage qui parachèvent le travail du viticulteur. Le chêne est naturellement riche en composés aromatiques, qui modifient le bouquet du vin, et en polyphénols extractibles - principalement des tannins ellagiques⁽¹⁾ - qui ont une incidence sur la perception en bouche et la couleur du vin (Ribéreau-Gayon *et al.*, 1998).

Au cours de sa fabrication, trois étapes conditionnent la typicité sensorielle d'un fût : la sélection de la matière première, le séchage naturel du bois ou maturation, et le traitement thermique appliqué au fût de chêne, ou chauffe. La sélection du bois est primordiale car elle détermine la composition chimique initiale du fût. La phase de maturation permet de sécher les bois, diminue les teneurs en tannins ellagiques et modifie les teneurs en composés aromatiques. La chauffe était traditionnellement employée pour cintrer et monter les fûts. Cette phase de fabrication a donné lieu à de nombreuses études, car le traitement thermique forme de nombreux composés aromatiques qui apportent des

notes caractéristiques grillées, épicées ou encore fumées. La chauffe est souvent considérée comme la signature du tonnelier.

La composition chimique du bois de chêne est fortement variable (Snackers *et al.*, 2000). L'origine botanique, la provenance géographique, les conditions écologiques de croissance, le traitement sylvicole, les facteurs génétiques ou encore la position du bois dans l'arbre sont autant de paramètres qui influencent cette variabilité. La sélection du bois joue alors un rôle essentiel dans la qualité du fût. Une grande importance est ainsi accordée à l'approvisionnement du chêne par les tonneliers.

Historiquement, la provenance géographique fut le premier critère de sélection du chêne. La tonnellerie s'est ensuite orientée vers un critère anatomique macroscopique identifiable et dans une certaine mesure corrélable à la composition du bois : la largeur d'accroissement annuel ou grain. L'utilisation du grain comme critère de sélection du bois s'est généralisée dans la profession. Néanmoins, les vins élevés dans des fûts de chênes issus des mêmes massifs forestiers ou ayant des grains comparables présen-

tent une hétérogénéité notable en dégustation. La meilleure façon de maîtriser la qualité œnologique du bois de chêne est de l'analyser chimiquement. Les analyses chimiques de laboratoire qui permettent de mesurer la composition du chêne existent depuis longtemps. Cependant, ces analyses sont effectuées sur des extractions simulées, qui nécessitent un délai de réalisation très long. De plus, elles sont complexes et coûteuses, et ne permettent d'analyser que des lots de matières assemblées, dont la variabilité intrinsèque est mal connue. Partant de ce constat, la tonnellerie Radoux a orienté ses travaux de Recherche et Développement vers la conception d'un analyseur industriel de la teneur en polyphénols du bois de chêne : OakScan®.

Développement du procédé de mesure OakScan®

Lors de la fabrication des fûts, le procédé OakScan® permet de mesurer la teneur en polyphénols dans le bois de chêne de façon rapide et non destructive. Les planches destinées au montage des barriques, ou douelles, sont alors triées et assemblées en fonction de leur teneur en polyphénols



Chauffe des fûts

© Paul Robin



Fabrication des fûts

© Paul Robin

(Giordanengo *et al.*, 2009). Le procédé de mesure utilise la spectrométrie proche infrarouge. Cette technique d'analyse repose sur l'absorption sélective du rayonnement par les composés chimiques de la matière.

La tonnellerie Radoux a développé OakScan® en partenariat avec l'Unité d'Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières de l'Inra d'Orléans, le Cemagref, le Cirad et la société Ondalys.

Une collection de quatre cents échantillons de chêne a été réalisée en prélevant du bois sur le parc de maturation de la tonnellerie. Ces échantillons proviennent de trente-trois lots de bois dont la provenance et les grains sont variés (Figure 1). Chaque échantillon a été divisé en deux parties : la première a été analysée par le laboratoire d'Analyses Biochimiques de l'Inra d'Orléans, intégré dans le plateau technique GénoBois et la seconde utilisée pour la mesure proche infrarouge.

Au laboratoire, quatre méthodes de mesure de la teneur en polyphénols ont été employées : la mesure du taux d'extraits, de la densité optique à 280 nanomètres, des phénols totaux par la méthode colorimétrique de Folin-Ciocalteu et la mesure des ellagitannins par chromatographie liquide (Boizot et Charpentier, 2006 et Guilley *et al.*, 2004). La réalisation de ces qua-

Figure 1 : origine géographique des échantillons de bois de chêne

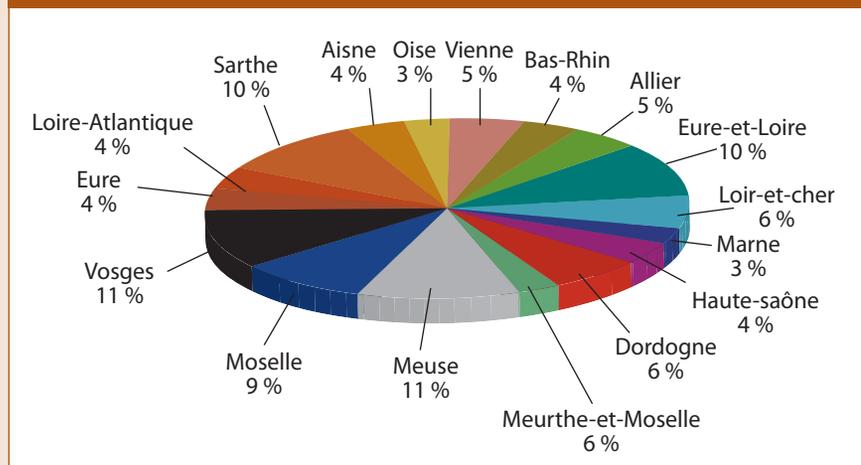
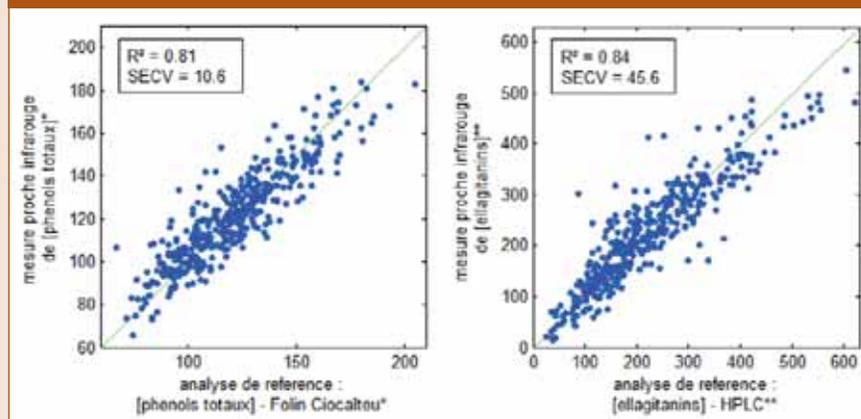


Figure 2 : corrélation des analyses chimiques de référence et de la mesure proche infrarouge (phénols totaux par Folin Ciocalteu à gauche et ellagitannins par chromatographie liquide à droite)



tre analyses de référence apporte une information riche sur le contenu polyphénolique des échantillons. Les échantillons ont également été mesurés par spectrométrie proche infrarouge. Quatre modèles de régression liant le spectre proche infrarouge aux analyses de référence ont alors été dé-

veloppés. La figure 2 représente les corrélations obtenues pour deux de ces étalonnages, les phénols totaux mesurés par la méthode de Folin-Ciocalteu, et les ellagitannins mesurés par chromatographie liquide. Les étalonnages proche infrarouge sont performants, et les estimations proche



infrarouge sont bien corrélées aux analyses chimiques de référence.

À la tonnellerie, un capteur proche infrarouge a été adapté sur la ligne d'usinage des douelles. La mise en ligne a nécessité un travail important, à la fois chimique pour valider les étalonnages, et technique pour la spectrométrie, notamment pour rendre la mesure robuste vis-à-vis de paramètres perturbateurs tels que la température, les variations de conditions de travail, ou l'humidité des bois. Chaque douelle de chêne est donc scannée dans un délai d'une seconde environ, un indice de polyphénols est alors calculé à partir des étalonnages et lui est attribué. L'ensemble des douelles entrant en production sont alors marquées puis triées selon leur indice de polyphénols.

OakScan® : outils d'amélioration de l'élevage du vin

Les premiers essais comparatifs dans le vin ont été menés dès 2006, et se sont poursuivis depuis ce millésime. Ils ont été réalisés dans plusieurs appellations du Bordelais, de la Bourgogne, de la Vallée du Rhône et du Languedoc-Roussillon, ainsi qu'en Espagne, au Chili ou encore en Californie. L'influence du procédé de sélection du bois a ainsi été étudiée pour l'élevage de vins rouges et blancs de typicités variées, provenant de ces différents terroirs et de différents cé-

pages (Merlot, Cabernet Sauvignon, Pinot Noir, Syrah, Grenache, Sauvignon Blanc...). Ces essais ont confirmé l'intérêt de la sélection du bois de chêne en fonction de sa teneur en polyphénols et la pertinence d'OakScan® pour la maîtrise des apports du bois en fonction des profils organoleptiques recherchés par les utilisateurs.

Le procédé de mesure OakScan® est utilisé pour réaliser trois sélections de bois chêne. Le tri du bois sur critère chimique permet tout d'abord d'améliorer l'homogénéité de la matière première au sein d'une sélection, et ainsi de favoriser la reproductibilité de l'élevage du vin au cours des années. Par ailleurs, il est possible d'adapter le potentiel tannique du bois de chêne à l'élevage du vin. La sélection de chêne ayant un potentiel tannique léger est préconisée pour l'élevage de cépages « sensibles » aux fortes teneurs en tannins de chêne, comme par exemple le Pinot noir, ou le Sauvignon. La sélection de chêne présentant un potentiel tannique médian constitue la majeure partie de la fabrication et est préconisée pour les principaux cépages, de structure plus riche, comme par exemple le Merlot ou le Cabernet. Enfin, la troisième sélection est préconisée pour les vins rouges ou blancs nécessitant un apport structurant du bois pendant l'élevage. Ces préconisations doivent être adaptées en tenant compte des caractéristiques du

vin, des conditions d'élevage (oxygénation, temps d'élevage...) et de l'objectif recherché par le vinificateur.

L'ensemble de la production de fûts de chêne français fabriqués par la tonnellerie Radoux est mesurée par le procédé et triée selon la teneur en polyphénols du bois depuis l'été 2009. Ainsi, depuis 2009 les fûts fabriqués ont été produits avec l'outil de sélection. La tonnellerie constitue par ailleurs une base de données d'analyses très importante, permettant d'améliorer ses connaissances sur les régions d'approvisionnement du chêne.

Afin d'aller plus loin dans la compréhension de l'interaction bois-vin, les sélections OakScan® sont en cours d'étude à l'Institut des Sciences de la Vigne et du Vin de Bordeaux. Depuis septembre 2009, une thèse est réalisée au sein de l'unité de recherche UMR 1219 CEnologie afin d'étudier les apports phénoliques du bois de chêne et leur influence sur la qualité sensorielle des vins. Les premiers résultats viennent d'être publiés (Michel *et al*, 2011) : ils confirment que les sélections de chêne fournies par le procédé de mesure sont bien corrélées aux analyses de teneur en polyphénols obtenues en laboratoire, et montrent qu'il existe une bonne corrélation entre les mesures proche infrarouge et les teneurs en tannins ellagiques que l'on retrouve dans le vin. Par ailleurs, les



Logiciel d'interface du capteur OakScan® en cours de mesure montrant un spectre proche infrarouge et la prédiction pour les trois valeurs chimiques donnée par les modèles d'étalonnage.

analyses sensorielles effectuées mettent en évidence un impact notable de la teneur en tannins ellagiques sur la rondeur et l'amplitude du vin. ■

La tonnellerie Radoux a reçu le Trophée d'Or de l'Innovation lors du salon professionnel Vinitech-Sifel 2010 de Bordeaux pour son procédé de mesure OakScan®.

* R&D Tonnellerie Radoux,
10 avenue Faidherbe 17503 Jonzac
t-giordanengo@radoux.fr / site : www.radoux.fr

Résumé

Les polyphénols contenus dans le chêne employé en tonnellerie sont des composés très importants car ils ont une influence sur les propriétés organoleptiques et sur la couleur des vins qu'ils enrichissent. Après 3 années d'études, un nouveau procédé de mesure rapide et non destructif a été développé par la tonnellerie Radoux, en partenariat avec l'Inra d'Orléans pour son expertise en analyse chimique du bois. Ce procédé se fonde sur la spectrométrie proche infrarouge et permet d'évaluer la teneur en polyphénols en quelques secondes, directement sur le bois massif. Le contenu en composés phénoliques de chaque douelle est alors mesuré, permettant une meilleure maîtrise de la matière première entrant dans la composition des fûts. Des plans d'expériences menés jusque dans les chais par analyses sensorielles sur vins ont montré les avantages significatifs apportés par ce système de sélection.

Mots-clés : chêne, tonnellerie, procédé de mesure, polyphénols.

** Ingénieur de Recherche, responsable du Plateau technique "GénoBois", Unité Amélioration, Génétique et Physiologie Forestières, Centre Inra d'Orléans,
jean-paul.charpentier@orleans.inra.fr

(1) Avec plus de 500 composés, les ellagitannins ou tannins ellagiques forment le groupe le plus important de tannins et sont très répandus dans les dicotylédones ligneuses ; ils sont caractéristiques des bois de chêne de tonnellerie dans lesquels 8 différents ont été déterminés jusqu'à maintenant (vescalagine, castalagine, roburines A, B, C, D, E et grandinine).

Bibliographie

- **Boizot N., Charpentier J.P., 2006.** Méthode rapide d'évaluation du contenu en composés phénoliques des organes d'un arbre forestier. Le Cahier des Techniques de l'Inra, Numéro spécial 2006 pp 79-82.
- **Giordanengo T., Charpentier J.-P., Boizot N., Roussel S., Roger J.-M., Chaix G., Robin C. et Mouney N. 2009.** OakScan™ : procédé de mesure rapide et non destructif des polyphénols du bois de chêne de tonnellerie. Revue Française d'œnologie 181 pp. 10-13.
- **Guilley E., Charpentier J.P., Ayadi N., Snakkers G., Nepveu G. et Chanier B., 2004.** Decay resistance against *Coriolus versicolor* in Sessile oak (*Quercus petraea* Liebl.): analysis of the between-tree variability and correlations with extractives, tree growth and other basic wood properties. Wood Sci. Technol., 38, 539-554.
- **Michel J., M. Jourdes, M. Silva, T. Giordanengo, N. Mourey et Teissedre P.-L. 2011.** Impact of ellagitannins concentration in oak wood on their levels and organoleptic influence in red wine. Journal of Agricultural and Food Chemistry 59 (10) pp. 5677-83.
- **Ribereau-Gayon P., Glories Y., Maujean A. et Dubourdiou D. 1998.** Traité d'œnologie tome 2 - Chimie du vin, Stabilisation et Traitements - Edition Dunod / La Vigne, Paris, 584 p.
- **Snakkers G., Nepveu, G., Guilley, E. et Cantagrel, R. 2000.** Variabilité géographique, sylvicole et individuelle de la teneur en extractibles de chênes sessiles français (*Quercus petraea* Liebl.) : polyphénols, octalactones et phénols volatils. Annals of Forest Science 57 pp. 251-260.

Un matériau nouveau : le bois modifié thermiquement

N. Maréchal, CNPF-IDF

Le traitement à haute température protège, stabilise et colore le bois sans produits chimiques. L'avenir du bois modifié thermiquement dépend de la caractérisation des procédés par essence et par application.

Les principaux traitements chimiques du bois posent des problèmes environnementaux.

Le bois modifié thermiquement est obtenu sans produits chimiques ni traitement de préservation. C'est une bonne alternative au bois exotique qui s'inscrit dans une démarche de gestion durable. La gamme de produits thermochoauffés ouvre de nouveaux marchés :

- pour l'aménagement extérieur : en bardage, lame de terrasse, volets,
- pour l'intérieur : parquet, usage décoratif.

Pour des essences comme le chêne, le frêne et le peuplier, le traitement procure au bois une plus grande stabilité, une meilleure résistance à l'extérieur, une coloration brune très contemporaine.

Actuellement en Europe, 75 fours traitent un volume estimé à 250 000 m³ par an. En France, 13 fours produisent 25 000 m³ par an. Les essences modifiées sont majoritairement résineuses (80 %). Le leader, la Finlande, domine le marché avec 60 % du bois modifié européen.

Différents procédés

Le traitement modifie l'ensemble des propriétés mécaniques et physiques du bois.

En chauffant à haute température, jusqu'à 230 °C, le bois est asséché et stérilisé en détruisant les micro-orga-

nismes. Les polymères cellulose, lignine et hemicellulose sont altérés.

Principal avantage : la dégradation des hémicelluloses rend le bois sec (moins de 3 % d'humidité contre 12 % pour du bois séché dans un four conventionnel) ; **hydrophobe** : l'eau ne pénètre pas dans ses cellules. Il résiste aux moisissures, qui requièrent 20 % d'humidité pour proliférer. Le traitement renforce les liaisons moléculaires, ce qui rend **le bois plus dur et aux dimensions stables**. Un avantage pour l'usage en parquet ou meuble. L'**isolation thermique** est améliorée, favorisant l'emploi en bardage.

Par contre, en contact direct avec le sol, il se dégradera aussi vite que le bois ordinaire. La torréfaction modifie la structure cristalline du bois et lui fait perdre de la résistance mécanique. Déconseillé en usage de structures, il est moins résistant à l'abrasion et plus cassant. Parmi les modifications des méthodes de travail, un pré-perçage évite les fentes, les attaches devront être galvanisées ou inoxydables pour éviter la corrosion par le bois devenu acide. Les chutes sont aisément recyclable, car ne contenant aucun produit chimique.

La montée en température progressive et la durée dans le four dépendent des essences et du volume unitaire : entre 35 et 45 heures pour des bois comme le frêne ou le peuplier, entre 90 et 100 heures pour le chêne, dans les procédés effectués à « Bois

Durable de Bourgogne ».

Le traitement à haute température donne une teinte plus foncée, homogène dans la masse. Ces couleurs s'apparentent à celles de bois nobles, merisier, noyer ou exotiques comme l'ipé. Cela donne une valeur ajoutée à des essences locales moins populaires comme le peuplier, le frêne, un bon argument commercial et écologique. Il coûte plus cher que le bois traité chimiquement, mais moitié moins cher que certaines essences exotiques dont l'ipé.

Bois Durable de Bourgogne

Lors de la 7^e université d'été de Bourgogne, la visite de l'entreprise « Bois Durable de Bourgogne » a montré les nombreuses potentialités de ce nouveau matériau.

Bois Durables de Bourgogne est le fruit d'une lente maturation entamée sous l'impulsion de l'interprofession du bois en Bourgogne, Aprovalbois (Association pour la promotion et la valorisation des activités du bois en Bourgogne). Un groupe d'industriels de Saône-et-Loire décide d'explorer les techniques nouvelles de traitement du bois que sont la haute température et l'oléothermie. Avec un temps d'avance, ces professionnels devinent qu'il s'agit de techniques d'avenir car elles permettent de s'affranchir des traitements chimiques dont l'emploi est de plus en plus encadré.

En 2006, naît l'association Bois



Four industriel de traitement à hautes températures d'une capacité de 20 m³.

Durables de Bourgogne pour étudier la faisabilité économique d'une plateforme collective de traitement du bois à Charolles. Le volet technique est confié à ARTS, la structure de valorisation de l'école d'ingénieurs Arts et Métiers ParisTech de Cluny. Après un tour d'horizon complet des techniques en concurrence, le choix se porte sur un procédé finlandais encore inexploité en France : ThermoWood®.

Six entreprises du bois de Bourgogne (Barlet, Ducerf, Fuyet, Margaritelli, Petitrenaud et SRC, avec BCI, société de capital risque du Conseil régional de Bourgogne et Somudimec), se sont regroupées pour créer et exploiter une plateforme de traitement thermique du bois à Vendennes Les Charolles. En 2009, un investissement important de 2 M d'€ a permis la mise en service du premier four -procédé finlandais ThermoWood®, un 2^e four fin 2011 d'une capacité d'environ 20 m³.

« Aux Bois Durables de Bourgogne, l'objectif est de concurrencer le bois exotique grâce à la valorisation de feuillus locaux certifiés PEFC. Nous sommes en train de faire des essais, mais nous aimerions une certification collective. Ce manque de certification est un handicap pour les marchés publics qui souhaitent du bois chauffé en

Autre traitement du bois par bi-oléothermie

Ce procédé alternatif de traitement des bois, en cours de développement pour le pin et le hêtre, associe des phases de séchage et d'imprégnation à base d'huiles végétales. Ce traitement améliore la stabilité dimensionnelle du bois et diminue la sensibilité à la fissuration, évite la reprise en eau, et limite le développement de champignons ainsi que le blocage des tannins important pour le châtaignier. Ce programme « Piboleo », sigle signifiant Préservation et ignifugation des bois traités par bi-oléothermie, est développé par FCBA et Cirad, associés avec des industriels en formulation d'huiles et de matières actives.

bardage. Les investisseurs veulent avoir des garanties, on ne trouvera pas d'assurances pour nos produits sans certification » analyse Yves Ducerf, son dirigeant. Les fabricants regrettent l'absence de certifications françaises, de règles professionnelles et de DTU pour les usages en bâtiment. Des classes de traitement ont été établies en Finlande, où par essences les températures sont recommandées en fonction de l'usage prévu des produits.

Une association Thermoprocess® regroupant les acteurs français du bois chauffé, dont « Bois Durables de Bourgogne », vient d'être créée à cette fin. Elle va s'employer à mettre en place le processus de certification en collaboration avec l'institut technologique FCBA. Une dynamique est enclenchée. Une marque commune est sur le point d'être créée par l'association pour garantir la qualité du traitement : un la-

bel moderne inscrit dans une logique de développement durable.

Ces réglementations sont attendues par les professionnels pour une meilleure valorisation du bois modifié thermiquement. D'autres perspectives sont possibles en aboutage ou usinage de carrelé lamellé-collé. Ce nouveau produit respectueux de l'environnement gagnerait peut-être à également faire son bilan carbone ou bien son analyse du cycle de vie comparé à celui de ses concurrents. ■

Bibliographie

- Site Internet : www.boisdurabledebourgogne.fr
- Jardin St., 2011. Bois thermochauffé : un appel à la certification. Le bois international 12/11.

Les sylviculteurs de la Vienne visitent le centre de recherche Valagro à Poitiers pour leur assemblée générale 2011.

Le bois, nouveau pétrole vert ?

Jean Marc Dmené, CRPF Poitou-Charentes

Une huile comparable à du pétrole brut est obtenue à partir d'une farine de bois, grâce à un procédé thermochimique. Une unité préindustrielle de fabrication d'éthanol est en construction en Poitou-Charentes.

Depuis un siècle les chimistes du carbone savent synthétiser à partir du charbon ou du bois la plupart des produits que l'on extrait aujourd'hui du pétrole. Carburants, huiles, alcools, acides et solvants divers ou gaz combustibles sont des produits issus pour une grande part de la pétrochimie depuis les années 60, époque révolue du pétrole bon marché.

L'augmentation inexorable du prix du baril a incité les chimistes à redécouvrir en les perfectionnant les procédés permettant de synthétiser ces substances à partir de charbon et de bois. Mais le charbon reste un combustible fossile et les industriels orientent désormais leurs recherches vers des sources de carbone renouvelables pour pérenniser ces filières. Le gisement le plus abondant se trouve sous forme de lignocellulose issue du domaine végétal. Le bois et les coproduits agricoles, dont la paille, en font partie. L'Institut Français du Pétrole Énergies nouvelles travaille aujourd'hui dans ce domaine en vue d'augmenter la part de combustible renouvelable dans les produits pétroliers.

À Poitiers, la structure de recherche Valagro a déposé, depuis 1992, une cinquantaine de brevets concernant la valorisation industrielle du carbone renouvelable. Une de ses équipes travaille sur la transformation de la biomasse lignocellulosique. Elle a mis au point des méthodes économiquement viables pour valoriser cette matière première dans plusieurs domaines. Les deux plus importants sont les carburants et les matières plastiques.

Les « biocarburants de deuxième génération » sont obtenus par deux procédés. La voie biologique permet de transformer directement la cellulose en éthanol à l'aide d'enzymes et de levures. La voie thermochimique aboutit à la liquéfaction d'une farine de bois afin d'obtenir une huile comparable au pétrole brut. Celle-ci sera ensuite raffinée par des procédés voisins de ceux de la pétrochimie pour obtenir entre autres des carburants de synthèse.

Actuellement, une unité préindustrielle de fabrication d'éthanol cellulosique est en construction à Melle dans les Deux-Sèvres, étape de validation nécessaire avant d'envisager la création d'usines régionales.

Les matières plastiques quant à elles sont obtenues par polymérisation d'un mélange à parts égales de bois et de plastique. On obtient des écomatériaux renforcés, qui permettent d'économiser jusqu'à 100 % de produits pétroliers, si le plastique est lui aussi issu de la biomasse. Ils sont commercialisés par Futuramat, un industriel de la région pour des usages très variés : barquettes alimentaires, manches d'outils, conteneurs de plantes, cintres, montures de lunettes, etc.

Les domaines à explorer dans la chimie du bois sont donc immenses. Le problème qui reste à résoudre est celui de l'importance de la ressource locale en bois que beaucoup convoitent aujourd'hui : papetiers, fabricants de panneaux, gestionnaires de chaufferies, fabricants de paillages, négociants en bois bûches et demain les chimistes des carburants et des plastiques. Il sera sans aucun doute difficile pour nos forêts régionales de satisfaire en même temps les besoins grandissants de tous ces appétits. ■

*CRPF Poitou-Charentes
15, rue de la Cadoue, BP10
86240 SMARVES*



“ Demain... l'âge du bois ! La filière innove ”

Nathalie Maréchal, CNPF-IDF

À Dijon, le 8^e congrès d'Aprovalbois, interprofession régionale de la filière forêt-bois, poursuit le thème de l'innovation, initié en 2009, en valorisant les atouts du bois comme éco-matériau à l'avenir prometteur.

Le 8^e congrès, organisé par l'interprofession régionale de la forêt et du bois en Bourgogne, Aprovalbois, met en valeur le bois. Trois angles étaient choisis pour aborder l'innovation : la ressource et les problématiques d'inventaire, les améliorations possibles dans les entreprises de transformation et la communication de la filière auprès du grand public. La qualité des intervenants et les éclairages extérieurs ont captivé le public et ainsi ouvert de nombreuses perspectives. L'innovation est le fruit d'association de compétences et de transferts de savoirs. Dans cet article, nous en retiendrons quelques-unes comme l'inventaire de la ressource grâce aux images satellites ou radars aéroportés, la traçabilité des grumes de la forêt à la scierie au moyen de puces RFID, la conception d'un produit intégrant un cycle plus vertueux de production au

recyclage, l'amélioration des procédés de production.

Innovation, mode d'emploi

Jean-Michel Leban, directeur de l'ENSTIB⁽¹⁾, souligne que l'innovation passe notamment par les cadres. Or le taux d'encadrement dans la filière bois de 4 %, est inférieur de 6 points à celui du Bâtiment. La création de l'école d'Épinal, en 1985, était une réponse à ce défaut d'encadrement, mais il reste encore de nombreuses choses à inventer en matière de formation. Il rappelle quelques exemples d'innovation dans la filière. Au début des années 80, des modèles mathématiques ont permis d'estimer les quantités de bois disponibles en forêt, ce qui permet de quantifier le carbone stocké dans ces forêts. Le soudage du bois qui permet de relier solidement deux pièces sans les coller est une avancée révolutionnaire. Mais cette innovation est toujours en

attente de transfert, car il a manqué un partenaire industriel associé dès le départ.

« Comment prédire la qualité d'une grume, d'un billon, d'un sciage ? À la fin des années 80, nous avons commencé à travailler sur la résistance mécanique des bois. Le laboratoire a eu l'occasion d'acheter un scanner médical dans lequel nous avons fait passer un billon de chêne. Nous avons visualisé l'intérieur du bois et ses défauts. Aujourd'hui, des scieries en Finlande commencent à utiliser ces outils pour optimiser le processus de transformation. Cela va sûrement constituer un saut qualitatif. Le feuillu est moins utilisé en France, car il n'a pas les qualités géométriques des résineux ; l'usage de scanners favorisera peut-être son usage dans la construction. Les innovations de rupture sont plus difficiles en France. Nos partenaires industriels n'ont pas la force de

frappe R&D des grands groupes industriels comme Total ou Arkema. »

Les atouts du bois

En quelques années, des constructions à très hautes performances énergétiques (voire à énergie positive) ont été réalisées et la consommation (ou la production) énergétique de fonctionnement est mesurée. Cette énergie est dès aujourd'hui, un critère de choix pour toutes les constructions réalisées dans le cadre d'une démarche HQE (Haute Qualité Environnementale). Cette approche ne prend pas en compte l'énergie dite grise : celle qui est nécessaire à la production des matériaux utilisés, à leur mise en œuvre puis, plus tard, à leur élimination ou recyclage. L'énergie grise est un ordre de grandeur essentiel pour saisir l'impact environnemental des matériaux. Et pourtant, « **l'énergie grise** » investie dans la construction d'un bâtiment neuf mobilise l'équivalent de 25 à 50 ans de la consommation énergétique annuelle de fonctionnement du bâtiment. Au delà du bon sens toujours indispensable, « **l'analyse du cycle de vie** » d'un bâtiment constitue une véritable révolution culturelle qui interroge les choix d'aménagement, de matériaux et redonne du sens aux filières et savoir faire locaux. L'analyse du cycle de vie ou ACV⁽²⁾ est souvent favorable au bois.

Le bois, un éco-matériau

Comme l'affirme avec conviction Jean-Luc Sandoz, directeur du groupe d'ingénierie CBS CBT⁽³⁾ : « Le bois est un matériau naturel bio-sourcé, moins consommateur d'énergie, faisant appel à plus d'ingénierie, développé par une PME, utilisant une ressource locale, et créateur d'emploi. » Cet expert en structure bois compare un bâtiment conçu en acier et en bois en terme d'empreintes carbone : « l'acier représente une charge toxique de 3,6 ton-



Matériaux	Contenu énergétique en kWh par tonne*
Aluminium de 1 ^{re} fusion	33 700
Polystyrène expansé	23 200
Laine de verre	13 770
Acier profilé	11 600
Béton armé	790
Bois	700

* source négaWatt sur le site lebois.com

Chiffres-clés

Le contenu en énergie grise de l'aluminium est près de 50 fois supérieur à celui du bois, ce qui impacte aussi la quantité d'émissions de gaz à effet de serre. **Pour produire une tonne d'aluminium, il se dégage 11,80 tonnes de CO₂ alors que pour une tonne de bois, on dégage seulement 250 kg de CO₂ !** Dans un éco-bilan, l'énergie grise est donc une notion essentielle pour toute construction. Preuve de cette prise de conscience au quotidien par les Français : les constructions bois ne cessent d'augmenter. Avec une croissance moyenne de 10 % par an, et un pic de 15 000 nouvelles constructions en 2008, 2,5 fois plus de maisons à ossature bois ont été construites en 2010 par rapport à l'an 2000 !

Entreprise familiale mosellane de 130 salariés, **Chêne de l'Est** fabrique annuellement 400 000 m² de parquets en chêne. Pour améliorer sa productivité, l'entreprise a soumis sa chaîne de production à la méthode Lean⁽⁴⁾.

Thierry Bach, responsable de l'amélioration continue de Chêne de l'Est :

Pourquoi avoir eu recours à la méthode Lean Management ?

L'entreprise a façonné elle-même ses propres méthodes de travail au fur et à mesure de son évolution. En 2009, le PDG, Raymond Bach, a constaté une baisse de productivité de l'ordre de 10 %. Lors d'une réunion d'information sur la compétitivité et l'organisation industrielle à la CCI de Moselle, il a découvert la méthode Lean et a décidé de l'appliquer à l'entreprise. Nous avons fait appel à un consultant, "Toptech", qui a travaillé trois mois sur notre système de production.

Comment cela s'est-il passé sur le terrain ?

Dans un premier temps, nous avons remis à plat le schéma de production, de l'arrivée de la grume jusqu'à la sortie du parquet, afin de cerner les étapes avec et sans valeur ajoutée. Nous sommes partis d'une situation traditionnelle, lorsque les machines tournent à fond, à flux poussé. Puis nous avons mis en place les outils Lean, jusqu'à ce que l'usine fonctionne

à flux tiré, lorsque les commandes régulent la production en amont. Auparavant, nous avions l'habitude de produire des catégories de produits sans tenir compte scrupuleusement du volume demandé. En ajustant les plannings de production à la commande, nous avons augmenté de 20 % le nombre de commandes fabriquées à temps. Et nous avons réduit le délai de réponse client de deux semaines. Le gain de productivité est estimé à 10 %.

Qu'avez-vous changé dans l'organisation du travail ?

Nous avons formé au Lean 70 personnes. Tout le monde a vécu ces changements comme une petite révolution et il a fallu vaincre la résistance au changement. La production est divisée en secteurs qui constituaient dans l'ancien système des mini-entreprises : scierie, menuiserie, finition parquet, préparation des commandes. Chacun s'envoyait les commandes sans communiquer. Nous avons résolu ce problème en mettant en place tous les matins une réunion de production qui nous permet de parcourir l'intégralité du flux et d'unifier la production.

nes de CO₂ au m². À 15 € la tonne de CO₂, une telle structure représente 50 € de charge toxique au m². » Cela n'est actuellement pas impacté dans le coût de construction. Les analyses de cycle de vie n'intègrent pas jusqu'à présent d'indicateurs liés au stockage temporaire du carbone.

Le FCBA et le CSTB mènent actuellement une réflexion pour prendre en compte le stockage temporaire dans les ACV et proposer un indicateur de stockage de carbone, liée à la durée de vie du produit, plus longue comme par exemple pour le bois d'œuvre.

Le bois est en train de se repositionner sur trois gros marchés : les structures des halles et charpentes, les murs de gros œuvre en structure verticale et les planchers en structure horizontale. La commande publique de construction de logement social intégralement en bois représente une aspiration et un fort potentiel pour la filière. « De la dalle au toit, menuiserie comprises, un mur respirant passif en OSB et isolants bio sourcés, sans film pare-vapeur est une solution pour demain. » renchérit J.-L. Sandoz.

Quand le Lean⁽⁴⁾ dope la productivité

Avec le soutien de l'État et de la Région Bourgogne, l'Anfor débute une opération collective spéciale filière forêt-bois sur le thème du Lean Management : la recherche de la performance (en matière de productivité, de qualité, de délais, et enfin de coûts) par l'amélioration continue et l'élimination des gaspillages en fabrication. Dix entreprises vont découvrir de manière collective les préceptes du Lean puis chacune bénéficiera des services d'un consultant afin d'améliorer ses performances organisationnelles et

économiques. Cette aide se veut très pragmatique, au cœur de l'atelier. Elle a séduit des entreprises très différentes, de l'exploitation forestière à la seconde transformation du bois.

Estimer la ressource

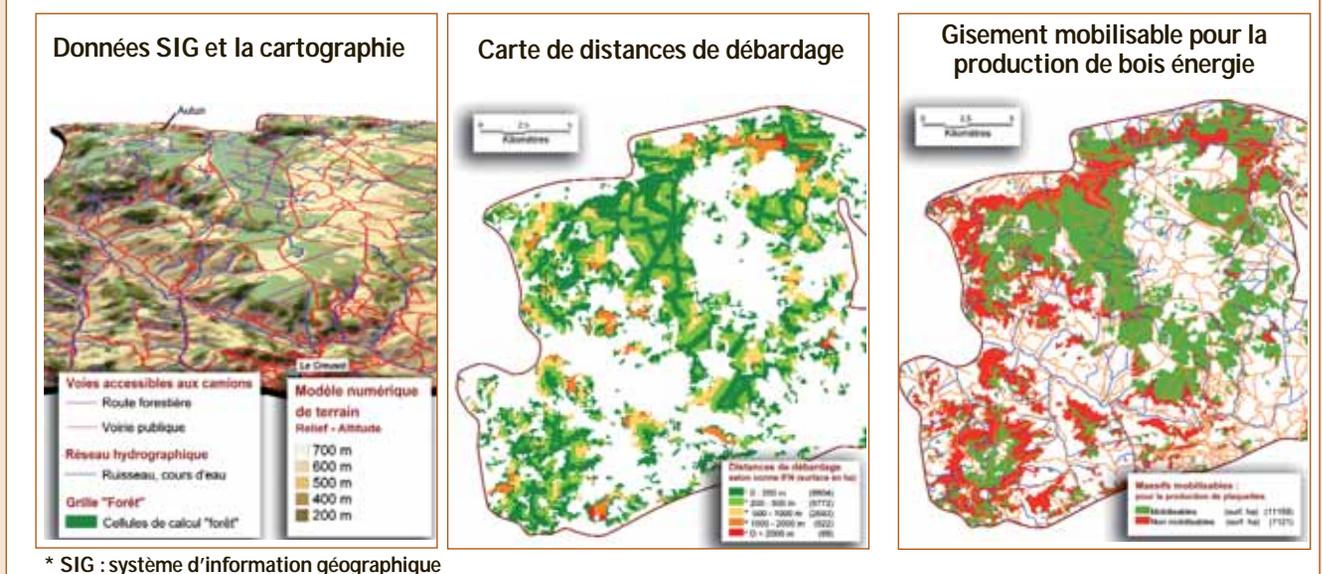
Christelle Rousselet d'Aprovalbois et Bruno Vanstaevel du CRPF de Bourgogne présentent la ressource feuillue supplémentaire mobilisable en Bourgogne : 900 000 m³ essentiellement bois d'industrie et bois énergie. L'innovation provient de l'utilisation du système d'information géographique du CRPF de Bourgogne⁽⁵⁾.



À l'occasion du congrès Aprovalbois 2011, Jacques Ducerf (au centre) a passé la présidence de l'interprofession bourguignonne à Jean-Philippe Bazot (à droite) dirigeant de l'entreprise Bongard Bazot et fils.

L'engagement et le travail de Jacques Ducerf ont été salués unanimement, ainsi que celui d'Arnaud Rochot (à gauche) son délégué général.

Estimation de la ressource grâce aux SIG*, l'exemple du Plateau autunois



© CRPF - Bourgogne

La disponibilité cartographiée ou volumes récoltables tient compte de la pente, des obstacles (cours d'eau...) et des distances de débardage. En comparant le coût d'exploitation avec les prix du marché, le seuil d'exploitation rentable est mieux connu. Bruno Vanstaevel précise : « Dans un massif de la Nièvre, nous constatons par exemple que pour un coût de 22 € le m³ de bois de trituration, des zones ne sont pas rentables et ne seront pas exploitées. Si le marché admet un coût de 24 €, des zones rouges passent au vert... Ces cartes nous aideront à faire des hypothèses d'amélioration de la desserte et à calculer les retours sur investissement » (voir figures ci-dessus).

Des puces dans le bois

L'innovation de rupture modifie profondément les habitudes des utilisateurs tout en s'accompagnant d'un bouleversement technologique. Pierre Mauchamp, PDG de Pierre Mauchamp SA⁽⁶⁾, présente l'innovation de la puce RFID⁽⁷⁾. Cela consiste à placer ce type de badge sur les grumes en remplacement des plaquettes forestières. Parmi les avantages, il énumère :

- la fiabilisation des approvisionnements,
- le contrôle renforcé des flux,

- l'amélioration de la traçabilité des bois de la forêt au parc à grumes,
- le temps de gestion et de contrôle diminué,
- la réduction de suspicion dans les relations fournisseurs-clients.

Il y avait trois obstacles à surmonter : la technologie RFID était méconnue dans la filière, les ondes radio n'aiment pas l'eau, or nous travaillons dans des conditions difficiles, et à 5 € l'unité, la puce RFID coûtait trop cher. Tous ces problèmes ont été résolus.

Aujourd'hui, les grands acteurs comme l'ONF, les coopératives, les scieurs et transformateurs y voient un intérêt. La technologie a fait des progrès considérables : les puces embarquent plus d'informations, désormais elles résistent à des conditions extrêmes. En plus elles sont fabriquées avec un matériau biodégradable compatible avec l'industrie papetière. L'importante réduction du prix en fait une solution acceptable. La puce du futur coûtera 60 centimes. Dans les prochains mois, des tests d'utilisation de la puce RFID seront une première application de la traçabilité de la forêt au parc à bois, sur le site pilote de la scierie Ducerf en Bourgogne. L'image du bois est favorable. Comme le recommande Jean-Michel Leban, la

communication devrait présenter le bois comme un matériau high-tech et non pas utiliser l'image de l'artisanat. Le bois est actuellement en compétition avec bien d'autres matériaux high-tech. Depuis 2010, suite au précédent congrès d'Aprovalbois, le club des innovateurs de la filière forêt-bois rassemble des entrepreneurs bourguignons. Gageons que la filière forêt-bois bourguignonne saura être novatrice pour transformer et promouvoir cet éco-matériau : le bois. ■

Sources : « Demain...l'âge du bois ! La filière innove » Congrès national Bois et Forêts Aprovalbois, novembre 2011. Dossier de presse et actes du congrès, textes de Pascal Charoy.

- (1) École nationale supérieure des technologies et industries du bois à Épinal.
 (2) Cornillier C., Vial E. 2010. Analyse de cycle de vie appliquée aux produits bois. FCBA.
 (3) Conception Bois Structure - Concept Bois Technologie.
 (4) École de gestion de la production sans gaspillage, visant à éliminer les opérations qui n'apportent pas de valeur ajoutée pour le client.
 (5) Vanstaevel B. 2009. Cartographie du bois énergie en Bourgogne. Forêt-entreprise n° 186, pp. 46-51.
 (6) Leader Français des Solutions informatiques pour le monde du bois et de la scierie.
 (7) RFID (Radio Frequency Identification) : radio-identification, une méthode pour mémoriser et récupérer des données à distance en utilisant des marqueurs appelés « radio-étiquettes ».

“ L’innovation au service de la forêt d’Aquitaine ”

Nathalie Maréchal, CNPF-IDF

Le colloque “ L’innovation au service de la forêt d’Aquitaine : mesures d’urgence et perspectives ”, à Bordeaux en novembre 2011, démontre la mobilisation de l’ensemble de la filière ainsi que de la recherche et développement, pour répondre aux défis forestiers du XXI^e siècle.

Les Landes de Gascogne s’étendent sur 1 million d’ha, répartis sur 3 départements. Le volume sur pied de pin maritime s’élevait à 140 millions de m³ avant la tempête Martin, il est estimé à 75 M de m³ après Klaus, soit une perte de la moitié en dix ans. Avant les tempêtes successives des années 1999 et 2009, les industries locales consommaient la totalité de la production. Ce couplage amont/aval a développé des partenariats entre les sylviculteurs, l’industrie, la recherche et l’enseignement supérieur pour améliorer l’économie du pin maritime. La filière forestière aquitaine est donc entièrement mobilisée pour la reconstitution de tout le massif forestier. Le traitement d’urgence des effets de la tempête Klaus a généré de nombreuses innovations comme la gestion d’informations, la mécanisation, l’optimisation des procédés. Des programmes ambitieux visent à prévenir des effets annoncés du changement climatique. De nouvelles

sylvicultures sont testées. La rémunération des services environnementaux fournis par la forêt pourrait devenir une source de valorisation complémentaire.

Quand l’urgence dope l’innovation

Une tempête provoque des bouleversements, qui inspirent de nouvelles attitudes propices aux innovations.

Des outils de suivi et d’accompagnement

Dès le lendemain de Klaus, Le GIP ATGeRi⁽¹⁾ est intervenu pour le diagnostic graduel des dégâts, en effectuant des comptages héliportés, exploités conjointement avec des données satellitaires. Missionné par le MAAPRAT⁽²⁾, un observatoire du suivi du nettoyage et de la reconstitution forestière est mis en place par le GIP ATGeRi. Plus de 50 partenaires (coopératives, entreprises de travaux forestiers, experts, gestionnaires, propriétaires, ONF) constituent les

dossiers d’aides, localisent les parcelles, et peuvent suivre l’avancement de chaque dossier. Ces informations sont consolidées dans un système d’information géographique et croisées avec les données de l’État sur l’instruction des dossiers. Ce croisement d’information est une première en France. Cette simplification des démarches administratives est issue de la diffusion des bonnes pratiques de communication des informations entre opérateurs. Cet outil de pilotage du plan Chablis permet de mesurer la très forte dynamique de nettoyage (162 000 ha de dossier déposés à ce jour), de suivre en budget et en surface la reconstitution avec les dossiers de reboisement (45 000 ha), et quantifier l’ampleur des attaques de scolytes (29 000 ha). Ces informations mutualisées renseignent sur :

- les itinéraires sylvicoles (diversification, valorisation énergétique),
- les travaux hydrographiques et zonages environnementaux,
- les suivis phytosanitaires (plan de

chasse, évolution des attaques de scolytes ou d'hylobes).

Enfin, la traçabilité des parcelles reboisées sera utile dans la démarche d'un fonds de compensation carbone, le suivi de la ressource et la prévention des dégâts de gibier.

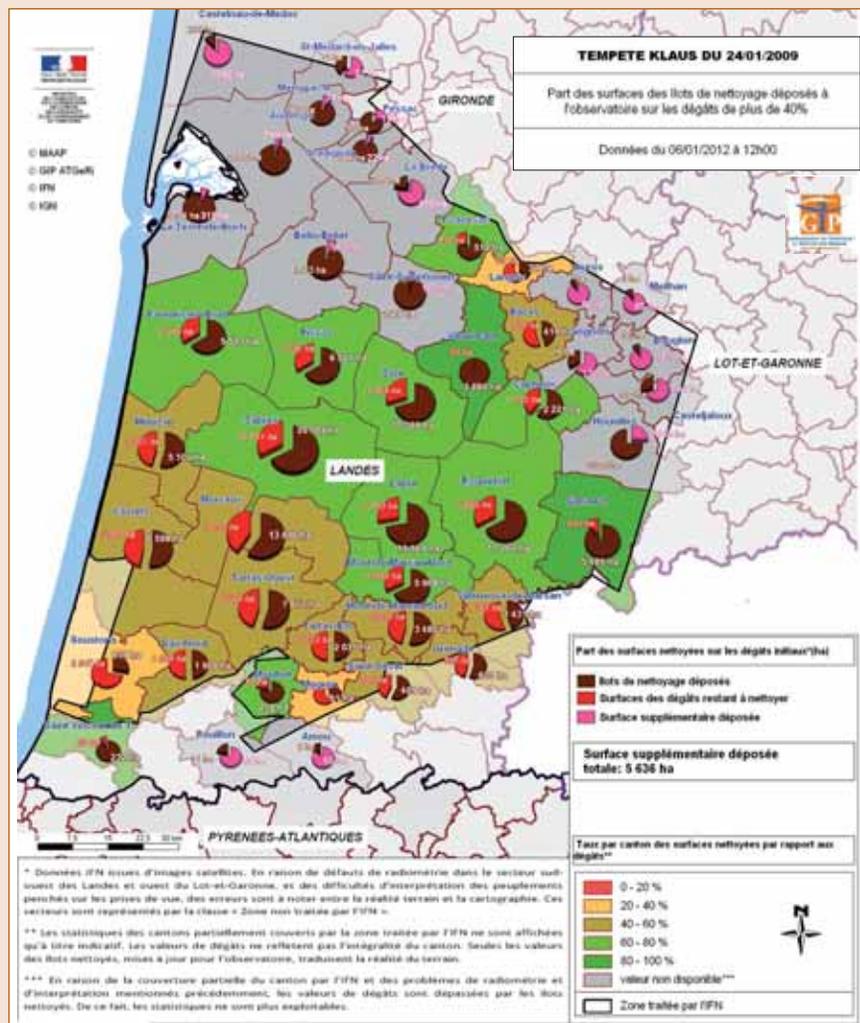
La R&D au service de l'amélioration des procédés

Les entreprises de la filière forestière aquitaine investissent depuis longtemps dans des actions de recherche et développement. La tempête Klaus a accentué ce besoin pour relever les nombreux défis comme par exemple le stockage des bois, la mécanisation et les flux d'approvisionnement.

Un guide pratique sur les **techniques de stockage des bois**, réalisé par le FCBA, a rassemblé la synthèse des connaissances et expériences.

L'évolution de la qualité du bois de peupliers chablis suivant leur mode de conservation (sous eau ou aspersion) est mieux connue grâce au programme Popuklaus. Malgré les difficultés de manutention, les peupliers sous immersion conservent un bon comportement au déroulage. Pour maîtriser les frais de fonctionnement des aires des stockages, un logiciel a été créé afin d'optimiser la gestion de l'aspersion en fonction de l'évaporation et l'évolution de l'humidité du bois (programme Arrostock). De même, une méthode de détection précoce du développement de champignon armillaire est en cours de validation, et permet un déstockage plus rapide des bois infestés.

Le taux de réalisation pour les opérations de nettoyage est supérieur à celui de 1999 (34 000 ha nettoyés en 2010 contre 15 000 en 2001). Pour une massification d'utilisation énergétique, un **procédé d'extraction des souches** a été mis au point. Plus de 200 000 t sont actuellement stockées



sur coupes ou parcs. Les travaux de reconstitution bénéficient des 35 années d'amélioration, qui ont permis des gains de productivité. Pour le reboisement, il fallait compter 22 heures/ha en 1975, seulement 3,5 heures en 2011. Le projet Mécabiofor vise la conception d'une planteuse mécanisée intégrant les aspects techniques, agronomiques, économiques, organisationnels, ergonomiques, de sécurité et d'environnement. Dans le même temps, pour répondre aux besoins actuels, le ramassage des rémanents (+100 000 t) sera développé. Dans les nouvelles plantations, il est annoncé une densification des plants, pour une récolte de bois intermédiaire à très court terme (15-20 ans) pour l'énergie. La récolte finale intervenant à 40 ans au lieu de 60 ans actuellement. Les technologies de l'information et

de la communication facilitent l'**optimisation de la chaîne approvisionnement en bois rond** (flux et stock de matières). Une avancée majeure : le projet ExploTIC développe un système standardisé de transferts de données de production et d'activité entre les machines d'exploitation forestières et les donneurs d'ordres. La planification est plus efficace grâce à une logistique collaborative innovante, le taux d'utilisation des machines est amélioré (suivi de l'avancement de l'exploitation en temps réels).

Le reboisement dans la perspective du changement climatique

Dans le cadre d'une gestion durable, l'assurance que la forêt soit là encore dans 50 ans, implique de définir des nouvelles sylvicultures en se projetant



© CRPF Aquitaine

Variété améliorée de pin maritime.

dans le futur. Face au premier chantier de reboisement d'Europe (200 000 ha), le choix de l'essence prépondérante demeure le pin maritime, seule essence suffisamment frugale et rustique, capable de valoriser économiquement les Landes de Gascogne.

Les itinéraires sylvicoles doivent prendre en compte :

- la reconstitution de l'état boisé, en intégrant un gain pour le sylviculteur,
- des itinéraires réversibles adaptés aux nouvelles données économiques,
- l'élévation des risques (incendies, tempêtes, attaques phytosanitaires),
- l'adaptation au changement climatique (sécheresses estivales...),
- la conservation ou l'introduction de la biodiversité.

L'augmentation de la diversité des essences se révèle une méthode prometteuse de prévention du risque de dégâts par les bio-agresseurs, à condition de bien connaître leur écologie mais aussi de bien raisonner la composition qualitative des mélanges d'essences forestières. Selon Hervé Jactel, l'innovation écologique serait

le maintien ou l'introduction raisonnée d'**essences feuillues en protection autour des plantations de pins**, par des îlots de feuillus aux carrefours des pistes principales. La recherche a besoin d'un pré-développement grandeur nature de sites de démonstration, avec une possible rémunération des services écologiques, sur la base des économies réalisées sur les traitements contre les agresseurs de la forêt et des pertes en bois ou en croissance évitées. Les arrêtés relatifs à la reconstitution permettent d'obtenir un financement pour améliorer la diversité des reboisements (maintien d'îlots feuillus, restauration ou création de lisières, respect des ripisylves, etc.) jusqu'à 15 % de la superficie. Dès 2008, des programmes transversaux comme Climaq (régional), le RMT Aforce (national), Reinforce (européen) intègrent les préoccupations nouvelles influençant la sylviculture de demain.

De nouveaux critères de sélection pour le pin maritime

Depuis 15 ans, le GIS Pin du futur contribue à l'amélioration des ressources génétiques et l'adaptation de la sylviculture du pin maritime. Le volet sylviculture étudie le fonctionnement de l'écosystème et la modélisation de sa dynamique. Dans le cadre du volet génétique du programme Fortius, le GPMF⁽³⁾ étudie de nouveaux critères de sélection pour les variétés améliorées, de façon à maintenir des ressources génétiques garantes de la capacité adaptative du pin maritime. La création variétale est un long travail qui nécessite d'anticiper les changements à venir. Le programme de sélection gère et maintient la diversité génétique du pin maritime à différentes échelles (aire naturelle, populations, variétés). En plus des critères de sélection actuels de productivité (volume) et de qualité du bois (rectitude du tronc, qualité de la branchaison,

densité du bois, angle du fil), les nouveaux critères à l'étude concernent l'adaptation : la résistance à la sécheresse (dendroplasticité, résistance à la cavitation), le lien entre forme et stabilité, entre diversité et résistance aux pathogènes. De nouvelles variétés seront bientôt disponibles : variété polyvalente landaise VF4 et variété Landes X Corse LC3 ; également une variété « biomasse », spécialisée pour une croissance rapide et destinée aux courtes rotations.

De nouvelles essences pour l'Aquitaine

Même si l'écosystème landais limite le choix d'essences, les performances passées ne préjugent pas totalement de leur adaptation au climat à venir, ainsi que celles de nouvelles essences. Pour cela, un suivi régulier des dispositifs, y compris sur d'anciens essais, est complémentaire à l'expérimentation de nouvelles espèces résistantes au changement climatique. Le projet aquitain Climaq « Adaptation des forêts au changement climatique et expérimentation concernant les plantations forestières à but énergétique » souhaite également développer et évaluer les cultures dédiées à la production de biomasse forestière.

Le projet européen REINFORCE ambitionne au travers de l'installation d'arboretums sur la façade atlantique de 4 pays (Royaume-Uni, France, Espagne et Portugal) de suivre la durabilité des ressources forestières, car les arbres plantés maintenant seront récoltés dans 50 ans, et devront être en mesure de résister aux nouvelles conditions climatiques. Une trentaine d'espèces sont introduites en dehors de leur aire de répartition actuelle dans les 33 arboretums répartis sur la façade atlantique entre les latitudes 37° et 58° Nord. Des sites de comparaison de sylviculture avec l'application de techniques d'adaptation au changement

climatique. Actuellement, plus de 2000 arbres sont plantés dans 10 arboretums de 2 ha.

Focus sur une essence : l'eucalyptus

Dans le monde entier, les eucalyptus présentent un intérêt croissant pour la production renouvelable de biomasse ligneuse. Avec plus de 600 espèces ce genre exotique possède une grande variabilité. Si les espèces les plus productives sont réservées aux pays de l'hémisphère sud, les espèces les plus "montagnardes" sont capables de s'acclimater dans le sud de la France. Créer une première variété adaptée à l'Aquitaine, c'est-à-dire peu exigeante sur la qualité des sols, supportant les froids hivernaux, ayant un bon enracinement est l'objectif recherché par le FCBA. En parallèle à ce projet⁽⁴⁾, d'autres actions sont menées comme la définition des zones pédoclimatiques favorables pour le reboisement en eucalyptus en Aquitaine, l'observation des conditions nutritionnelles et l'adaptation au froid *via* une enceinte climatique contrôlée, et la production de plants par graines. Actuellement 2000 ha principalement en région Midi-Pyrénées sont boisés en eucalyptus. Les perspectives de développement à court terme restent modestes compte tenu du risque lié au froid et du matériel végétal disponible. Néanmoins, une superficie de 150 ha en 2012, augmentée de 150 ha sur 3 ans, est programmée en boisement.

Le réseau mixte technologique national AFORCE, coordonné par l'IDF-CNPF, a pour objectif d'apporter aux gestionnaires forestiers, les connaissances et les outils d'aide à la décision pour anticiper et adapter les forêts au changement climatique. Ainsi une application de calcul du bilan hydrique "Biljou", disponible sur Internet, per-

met le calcul du bilan hydrique, ou un guide des stations forestières avec évaluation de la vulnérabilité des stations compte-tenu des exigences des essences. Les résultats de la recherche montrent aussi la nécessité d'innover dans la sélection d'essences ou de provenances, de manière à trouver le meilleur compromis entre productivité et durabilité de systèmes forestiers qui seront soumis au manque d'eau. Ainsi, des projets comme NOMADES (**Nouvelles méthodes d'acclimatation des essences forestières**) ou TRAITAUT (**Nouvelles approches pour définir l'autécologie des essences forestières**) sont soutenus par le RMT. Dans le cadre d'une sylviculture adaptative, l'influence de mélange d'essences sur la résistance et la résilience est étudiée. L'impact économique de l'influence des sécheresses sur la rentabilité du douglas est également étudié.

Perspectives d'avenir

Le pôle de compétitivité Xylofutur

Favoriser l'émergence de projets innovants est la mission du pôle de Compétitivité Xylofutur "produits et matériaux des forêts cultivées", seul pôle de compétitivité national concernant la forêt. Créé en 2005, à l'initiative de la FIBA (Fédération des industries du bois d'Aquitaine), il réunit les industriels, les centres de recherche et de formation, les institutions et les organismes professionnels. Les actions du pôle Xylofutur s'organisent en 3 volets :

- les produits issus du bois massif, destinés à la construction, à l'amélioration de l'habitat, la décoration et l'emballage,
- les produits issus des fibres et de la chimie verte,
- la gestion et l'exploitation durable des forêts cultivées ayant pour voca-

tion le développement industriel.

La stratégie du pôle de compétitivité Xylofutur a été réaffirmée lors du renouvellement de sa labellisation pour la période 2009-2011 avec l'État et les collectivités territoriales. Le périmètre du Pôle est élargi tant au niveau des acteurs qu'au niveau des thématiques, géographiquement aux régions voisines (grand Massif central, Poitou-Charentes, Pays Basque) et à d'autres essences comme le peuplier, châtaignier, hêtre...

Une entreprise, l'ancienne papeterie de Tartas, illustre l'évolution du marché de la chimie bio-sourcée. Propriété du groupe Tembec, elle est devenue une bio-raffinerie en 2011, leader mondial des celluloses de spécialités pour l'industrie chimique. Ces dernières sont utilisées dans les domaines les plus variés : épaississants et gélifiants pour l'alimentaire, pelliculage de comprimés pour la pharmacie, fluidité des crèmes pour les cosmétiques, vernis, peintures... Des celluloses de haute pureté et des lignosulfonates, Tembec en fabrique désormais 250 000 tonnes par an pour satisfaire un marché « en pleine croissance ». Ces produits, issus du pin maritime, nécessitent un approvisionnement annuel de 750 000 tonnes de bois d'industrie, composé de rondins d'éclaircie, de déchets de scierie, de plaquettes forestières.

La plateforme d'innovation Xyloforest

est l'un des 5 projets d'équipements d'excellence retenus en 2011 pour la région Aquitaine et l'un des 12 projets nationaux les mieux dotés (10,2 M d'€) dans le cadre des investissements d'avenir financés par le Grand Emprunt et mis en œuvre par l'ANR (Agence nationale de recherche). Ce projet d'équipement d'excellence vise à doter les laboratoires de recherche d'équipements de haut niveau dans les secteurs des bio-



Plantation de pin maritime avant éclaircie.

© CRPF Aquitaine

répondre à des demandes légitimes de la société comme la biodiversité, la contribution à la diminution des GES, la préservation de la ressource en eau et en même temps s'adapter au changement climatique. Ces demandes se télescopent et les forestiers doivent trouver des compromis entre elles, de manière à ne pas interrompre le moteur économique de la production de bois. En effet, le risque est grand de voir la performance du massif contrariée aussi bien par des revendications environnementales maximalistes, que par des interventions permanentes en direction d'une réaffectation du foncier forestier (agriculture intensive, urbanisation, emprises diverses). Il faut donc, devant ces situations complexes, (ré)activer le lien entre chercheur, forestier, décideur, naturaliste pour parvenir au dialogue et à la proposition de solutions de compromis, notamment par l'expérimentation. ■

technologies et des matériaux appliqués aux domaines de la forêt cultivée et du bois. Ce projet financé sur 10 ans comprend 6 plateaux techniques : 3 concernent plutôt la production, et 3 le volet transformation du bois.

- Xylosylve (Inra) : 40 ha vont être plantés à Pierroton, pour mettre au point les **itinéraires sylvicoles innovants** (rotation plus courte, densité de plantation plus élevée, itinéraires HQE haute qualité environnementale à bas intrants).

- Xylobiotech (FCBA) : **biotechnologies forestières** pour caractériser les ressources génétiques, et la reproduction des plants forestiers avec l'équipement d'importants matériels de laboratoire et de robotique pour la culture *in vitro*.

- Xylomic (Inra) **génomique et phénotypage des arbres** : le codage par extraction d'ADN de la qualité du bois, afin de sélectionner les arbres qui résistent le mieux à la sécheresse.

- Xyloplate (Université de Bordeaux I)

ingénierie avancée du bois : l'étude de la fiabilité des systèmes de mesure mécanique et biométrique de grume ou de poutres reconstituées pour la construction.

- Xylomat (Université de Pau) **produits composites à base de bois** : produire des panneaux et des composites à partir de bois et de liants naturels.

- Xylochem (Université de Bordeaux I) **chimie et bio-raffinerie du bois** : traitement de la biomasse pour la production de fibres cellulosiques, l'extraction de molécules et des polymères biosourcés.

Une étude prospective, débutée en janvier 2010, précisera des scénarios contrastés dépendant des innovations de la filière bois, des stratégies des sylviculteurs et des usages de la forêt.

En conclusion

Il ressort de ce colloque, les besoins croissants d'innovations et de performances économiques de la sylviculture, qui doit en même temps

(1) *Groupement d'Intérêt Public Aménagement du Territoire et Gestion des Risques.*

(2) *Ministère de l'Agriculture de l'Alimentation de la Pêche de la Ruralité et de l'Aménagement du Territoire.*

(3) *Groupe Pin Maritime du Futur.*

(4) *Également dans le cadre du programme CLIMAQ.*

Résumé

Les innovations d'urgence suite à la tempête Klaus, les divers programmes d'adaptation de la forêt au changement climatique, ainsi que des itinéraires sylvicoles innovants ont été présentés lors du colloque « l'innovation au service de la forêt d'Aquitaine ». L'ensemble des acteurs de la filière bois aquitaine et de la recherche est mobilisé pour la reconstitution du massif forestier, en adéquation avec les multiples attentes économiques, environnementales.

Mots-clés : Aquitaine, innovations, nouveaux itinéraires sylvicoles.

Le câble synthétique en exploitation forestière

P. Magaud, K. Claudel, S. Grulois, FCBA

Quels sont les avantages du câble synthétique pour le débardage des grumes, par rapport au câble métallique couramment utilisé ? Le FCBA a analysé les conditions d'utilisation de ce matériel promis à de bonnes perspectives de diffusion en dépit d'un surcoût à l'achat..

L' Institut Technologique FCBA a réalisé ces 3 dernières années des études portant sur l'utilisation en débardage du câble synthétique : sa durée de vie, sa résistance mécanique, les conditions d'utilisation et le coût de cet équipement. L'objectif était de connaître les avantages et les limites d'utilisation de ce matériel comparé au traditionnel câble métallique. De plus en plus de débardeurs équipent maintenant leur tracteur de câble synthétique en remplacement du câble acier. Pourquoi un tel engouement ? FCBA fait le point sur ce nouveau type de câble.

De quoi s'agit-il ?

Les premières applications du câble textile concernent la voile, les équipements militaires et maritimes... Les utilisations dans le secteur forestier remontent à une quinzaine d'années et furent entreprises d'abord au Canada.

Le câble est composé de fibres de polyéthylène spéciales, le HMPE (High Modulus PolyEthylène). Ces fibres, légères, ont la particularité d'avoir une orientation définie (cf. figure) qui leur confère une résistance à la traction bien supérieure à celle du polyéthylène classique. Elles ne sont fabriquées que par deux usines seulement dans le monde (Dyneema et Spectra).



Il existe de nombreux types de câbles. Les câbles nus utilisés en forêt sont constitués de torons et d'une âme creuse qui permet l'épissage. En France, un projet de recherche mené dans les Pyrénées en 2007 a permis de connaître ce produit et de procéder aux premiers suivis de long terme



Pourquoi utiliser un câble synthétique ?

L'utilisation du câble synthétique met en avant plusieurs avantages. Le matériau avec lequel il est fabriqué le rend particulièrement léger et facile à manipuler. Ce sont des atouts indéniables en termes d'ergonomie. Les fibres qui le composent ne causent pas d'échardes comme c'est le cas avec le câble acier lorsqu'il est abimé. Notons également que "le coup de fouet" lors des ruptures est limité avec ce matériau. Il est rapide à installer et à enrouler, ce

qui est un gain de temps pour les opérateurs du débardage dont certains n'hésitent pas à changer de type de câble, métallique ou textile, suivant les conditions de chantier. Le câble synthétique est également facile à réparer à la suite d'une casse. Une épissure peut être réalisée en 12 minutes (temps moyens calculés avec différents utilisateurs).

Du point de vue des impacts environnementaux, ce câble est moins agressif que son homologue métallique :



En 12 minutes et sans outillage particulier, il est possible de réparer le câble sur le terrain.

le frottement sur les arbres ne provoque que des blessures superficielles, sans conséquences pour la croissance et la qualité des arbres.

Un des freins existants pour les débardeurs voulant s'équiper de ce matériel réside dans les conditions d'utilisation de ce dernier. En effet, quelques règles d'utilisation "nouvelles" s'imposent. Par exemple, il faut éviter les à-coups. Certaines conditions de terrains peuvent également limiter l'utilisation du câble synthétique. C'est le cas des zones rocheuses qui augmentent l'abrasion. Pour cela, il est conseillé de conserver un câble acier sur l'un des treuils du skidder. Le croisement des lignes de câble est aussi une source potentielle de rupture du câble.

La terminaison du câble et la connexion avec les chokers⁽¹⁾ ont donné lieu à des échanges nourris avec les professionnels pour aboutir finalement aux préconisations suivantes. La solution la plus recommandable, en termes d'efficacité, de simplicité et de protection du câble contre une usure prématurée, est la fixation d'un anneau terminal en bout de ligne sur lequel viennent buter les chokers.

On peut également installer un crochet coulissant, solution très usitée en montagne avec les câbles métalliques. D'autres terminaisons sont bien sûr



Combinaison du câble acier et du câble synthétique sur un skidder.



Chokers et anneau terminal, une combinaison éprouvée.

possibles. La bonne est avant tout celle qui convient le mieux à l'utilisateur mais dans tous les cas, il est vivement recommandé d'exclure l'utilisation d'un nœud qui fragilise le câble.

La durée de vie du câble synthétique est bien sûr dépendante de l'utilisation qu'on en fait, mais s'il est correctement utilisé sa durée de vie sera supérieure à celle d'un câble acier. En effet,



La double épissure est très facile à réaliser, elle permet d'utiliser toute la longueur du câble.

l'association de 2 câbles synthétiques par une double épissure permet d'utiliser toute la longueur du câble, ce qui n'est pas possible avec le câble acier.

L'utilisation du câble textile génère-t-elle un surcoût ?

L'inconvénient majeur du câble synthétique est son prix d'acquisition. C'est un produit plus onéreux que le câble acier. En moyenne, ce dernier s'achète 2,5 €/mètre, tandis que le câble synthétique coûte 10 à 15 € par mètre suivant le diamètre, la marque etc.

Si l'on considère une production identique pour les câbles métalliques et textiles, soit par exemple 5 000 m³ en gros bois, le surcoût lié au prix d'acquisition du câble textile génère un surcoût de débardage de 0,32 €/m³.

Pour une production de 10 000 m³, fréquente en bois moyens avec un câble acier, le surcoût lié à l'investissement est de l'ordre de 0,12 €/tonne.

Globalement, il faut retenir que le surcoût lié à l'utilisation du câble synthétique représente en moyenne entre 1 et 2 % du coût de débardage pour une production annuelle identique. Mais il est fort probable que l'ergonomie et la sécurité améliorée génèrent une amélioration des productions, annulant finalement ce surcoût "théorique".

Quelles sont les perspectives ?

Après des décennies d'utilisation du câble métallique, le synthétique représente une "petite" révolution dans le monde du débardage au tracteur. L'inconvénient de son prix d'achat, relativement élevé, est largement compensé par des avantages très nets en termes de facilité d'utilisation et de sécurité. Combiné au câble acier et utilisé correctement après une formation, il est déjà adopté par de nombreux



Le crochet coulissant très utilisé dans certaine région a été testé avec succès.

professionnels. Des formations à son installation et à son utilisation ont été mises en place en Franche Comté, Languedoc-Roussillon, Aquitaine, PACA, Midi-Pyrénées. Une grosse opération de communication et de transfert a eu lieu également en Rhône-Alpes avec un projet spécifique comprenant 7 démonstrations dans les départements. La poursuite des actions d'information et de partage d'expériences devrait porter l'utilisation du câble synthétique à son apogée dans les années à venir.

Paul Magaud, Kevin Claudel,
Stéphane Grulois, FCBA

www.FCBAinfo.fr
www.youtube.com/cable_synthetique

(1) Liens métalliques que l'on utilise pour entourer les grumes. On relie ensuite les chokers au câble principal avant de démarrer le trainage. On peut ainsi regrouper plusieurs arbres par cycle de débardage.

Remerciements

Nous remercions ici les entreprises, l'Europe, l'État, les collectivités locales de Midi-Pyrénées et de Rhône-Alpes, les Caisses MSA, ayant contribué à ces travaux.

Pour en savoir plus

FCBA - délégation territoriale Sud-Est
Domaine Universitaire BP 251
38044 Grenoble Cedex 9

La charte "merci le Peuplier"

Nathalie Maréchal, CNPF-IDF

Plus de 150 professionnels de la filière peuplier de 7 régions de l'Ouest de la France se mobilisent face à la diminution des surfaces reboisées en peuplier. La charte « merci le peuplier », signée en octobre à Angers, vise à préserver l'avenir de la filière, en participant au financement des replantations après exploitation.

Au cours des vingt dernières années, le nombre de plants de peuplier vendus en France a été divisé par trois, passant de 3 millions d'unités à moins de 1 million. Les surfaces de peuplier ont donc fortement diminué et le rythme de replantation est devenu insuffisant pour assurer à moyen terme l'approvisionnement de la filière. Dans le même temps, s'il représente encore près d'un quart des volumes exploités en bois feuillu, le volume de peuplier récolté a chuté de moitié, passant de 3 à 1,5 millions de m³. Actuellement, la filière française des transformateurs de peuplier consomme 1,5 million de m³ et ses besoins sont croissants, compte tenu des usages variés et innovants de ce bois.

Face à une telle situation, les professionnels de la filière peuplier de 7 régions de l'Ouest de la France – industriels, exploitants et pépiniéristes – ont décidé de réagir et de se mobiliser. De leur initiative commune est donc née la charte « merci le peuplier ».

Avec la mise en place de cette convention, les professionnels de la filière souhaitent soutenir les propriétaires de peupleraies, en aidant à financer les replantations après exploitation. Ils pérennisent ainsi leur ressource, leurs entreprises et leurs emplois, dans une

démarche de gestion durable qui engage aussi les propriétaires.

Les acteurs concernés par la charte « merci le peuplier » :

- les négociants en bois, exploitants forestiers,
- les industriels de 1^{re} transformation du peuplier (emballages, panneaux contreplaqués, agencements, bardages, voliges, palettes...),
- les pépiniéristes.

Cette démarche volontaire prend son sens collectivement, puisque son efficacité dépend de l'implication de tous ces acteurs.

Les objectifs poursuivis par cette charte :

- favoriser le reboisement en peuplier après récolte,
- développer l'usage du bois certifié PEFC, du populteur au consommateur,
- pérenniser la ressource en peupliers sur pied, pour assurer aux transformateurs un approvisionnement sur les vingt prochaines années,
- renforcer l'esprit de filière, notamment en étant transparent sur les résultats de cette opération.

Le principe de la charte est d'aider financièrement le propriétaire de peupleraie à la replantation (un total de 2,80 € par plant) en contrepartie d'un **double engagement** de sa part :

- la replantation dans les deux ans après l'exploitation,

- l'adhésion à la certification PEFC, qui garantit une gestion durable du peuplier, du producteur au consommateur.

Les **acheteurs** de peupliers s'engagent à financer une partie du reboisement des parcelles exploitées, en apportant une aide de **2,50 €** par plant aux populteurs. Les **industriels** du peuplier s'engagent à reverser aux négociants la somme de **1,50 € HT par m³ de grumes vendu**. Les **pépiniéristes** s'engagent à faire une **remise de 0,30 € HT par plant** de peuplier acheté aux populteurs.

La zone géographique d'application de la charte est limitée, dans un premier temps, aux peuplements situés dans les régions du Nord-Ouest de la France :

- Haute-Normandie, Basse-Normandie, Bretagne, Pays-de-la-Loire, Poitou-Charentes, Centre et Île-de-France.

Les 7 régions du Nord-Ouest de la France, concernées dans un premier temps par la charte « Merci le Peuplier » représentent plus de 85 000 hectares de peupleraie. Les industriels de la 1^{re} transformation de ces régions transforment localement environ 500 000 m³ de peuplier par an, utilisés majoritairement dans le maraîchage et l'emballage agro-alimentaire notamment.



Les professionnels signent la Charte.

Cette charte a pour objectif de s'étendre à moyen terme sur l'ensemble du territoire national.

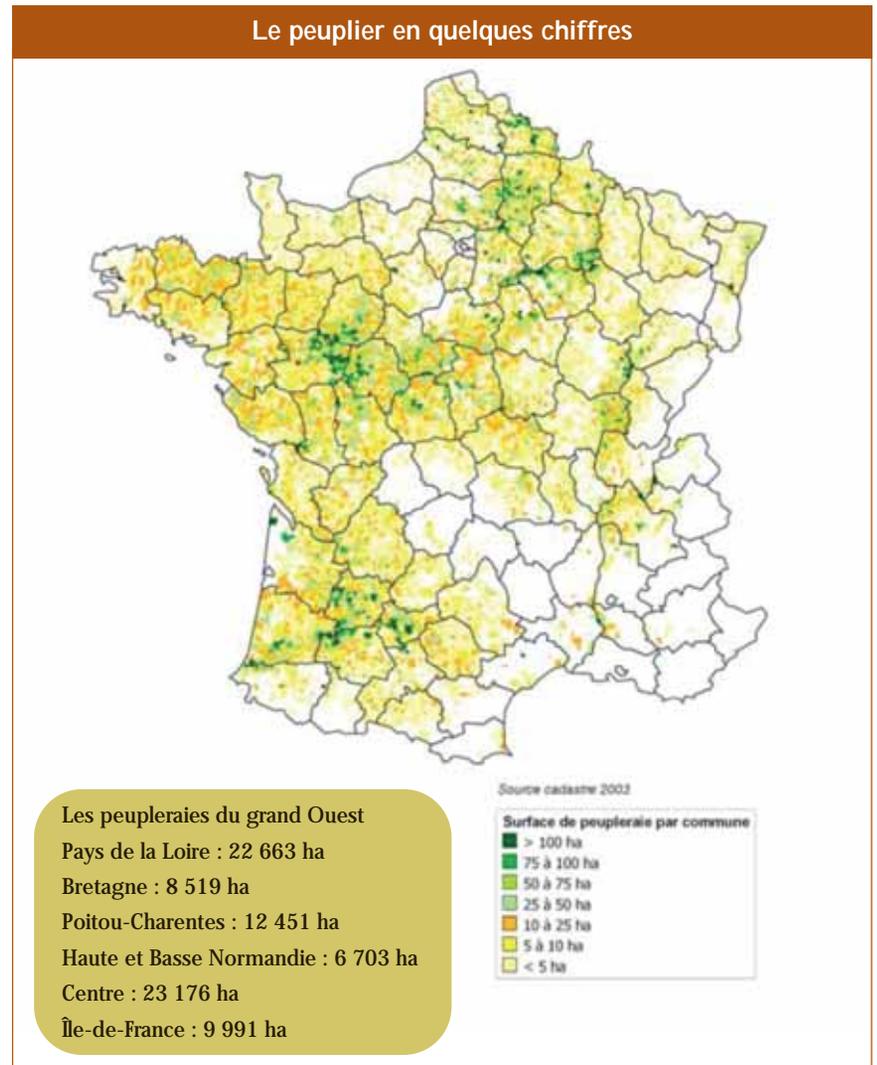
Les atouts du peuplier

La France compte 240 000 ha de peupleraies gérées par plus de 190 000 propriétaires forestiers, soit une surface moyenne de 1,3 ha de peuplier par propriétaire.

La culture du peuplier, ou populiculture, est souvent une activité complémentaire de l'agriculture intensive et extensive. Le peuplier est implanté sur des parcelles agricoles ou en alignement. Le peuplier se rencontre sous différentes formes : arbre champêtre ou têtard, bosquet ou futaie, alignement au bord de fossé, de mare ou de cours d'eau. Cette diversité de peupleraies sur le territoire abrite une vie faunistique et floristique associée.

L'aménagement territorial et les zonages environnementaux, accompagnés de leurs exigences réglementaires, ainsi que la subjectivité paysagère, sont parfois des freins à la replantation et/ou au développement du peuplier. Le peuplier est reconnu pour sa capacité à purifier les eaux superficielles, il joue un rôle non négligeable sur les zones humides ou inondables (zones souvent moins propices à la culture et/ou contrainte à l'emploi de pesticide, fongicide et herbicide du fait de la proximité d'un cours d'eau).

En faisant le choix de cet arbre, le populiculteur investit sur une période d'environ vingt ans. Au cours des douze premières années, une importante phase d'investissement, représentée par les coûts de plantation, de



(Source Cadastre 2003)

taille et d'élagage, est nécessaire pour obtenir un peuplier de qualité. à l'issue de ces 20 ans, le populiculteur obtient une moyenne de 250 m³ de bois d'œuvre et 100 m³ de bois d'industrie et d'énergie par hectare, qu'il valorisera en fonction des cours du marché. En réalisant cet investissement, le populiculteur apporte un potentiel d'activité aux pépiniéristes, aux entreprises de travaux forestiers et aux entreprises d'exploitation forestière.

Ses capacités de production font du peuplier une des essences les plus performantes en matière de stockage du carbone et d'oxygène. Ainsi, un hectare de peuplier absorbe chaque année 11 tonnes de dioxyde de carbone

(CO₂) et rejette 6 tonnes d'oxygène (O₂) dans l'atmosphère. Le bilan carbone du mètre cube de peuplier, de sa plantation au produit final, est positif de 430 kg de CO₂. À cela, s'ajoute le fait que le peuplier est majoritairement planté dans la région où il sera transformé et utilisé : un mode de fonctionnement en circuit territorialisé, qui vise à réduire encore davantage les émissions de CO₂.

La France est le premier pays producteur de peuplier en Europe.

Alors qu'il n'excède pas plus de 3 % de la surface forestière feuillue, le peuplier fournit en moyenne, chaque année, 25 % de la production de bois d'œuvre. 1 500 000 m³ de grumes

sont récoltés chaque année. Socle d'une économie locale, il a su donner une identité à des territoires et valoriser des produits de haute qualité à travers un savoir-faire spécifique.

Le peuplier génère des emplois directs dans cinq secteurs d'activités :

- le secteur industriel (3 ha de peuplier = 1 emploi direct),
- le secteur du conseil et de l'exploitation forestière,
- le secteur des travaux forestiers (40 ha de peuplier = 1 emploi direct),
- le secteur de la pépinière,
- les secteurs du négoce et de l'artisanat.

Il apporte aussi une matière première précieuse pour les industries de transformation du peuplier. Caractérisé par sa couleur claire, sa légèreté, sa stabilité, sa résistance mécanique spécifique et sa souplesse de transformation, le peuplier offre de nombreux usages, du toit à l'assiette :

- conditionnement : emballage des produits alimentaires, cagettes pour fruits et légumes, emballage industriel spécifique,
- construction : en structure, au niveau de la charpente, ainsi qu'en aménagement intérieur (contreplaqués et autres dérivés) et extérieur (bardage, terrasse), sur des bâtiments collectifs et individuels,
- aménagement de véhicules : grâce à sa légèreté, le peuplier offre une alternative concurrentielle aux bois exotiques sur les marchés de l'automobile, des utilitaires, des camping-cars, des mobil-home et des bateaux.
- divers autres secteurs comme la papeterie, la litière animale, le paillage et le bois énergie.

De nombreuses associations de populteurs ont vu le jour, pour défendre les intérêts des propriétaires de peupleraies et engager des actions communes, comme la mise en place de la certification forestière PEFC, qui ga-

Hervé Drouin, Président du Conseil National du Peuplier et directeur adjoint de la société Drouin SA :

“ Le peuplier, grâce à sa croissance très rapide, au dynamisme de la recherche, au savoir-faire des pépiniéristes et des propriétaires et à la haute technologie de ses industries est, j'en suis certain, **l'arbre du 21^e siècle**.

« **Le peuplier, arbre du 21^e siècle** » : ce n'est pas qu'un slogan mais bien une réalité. Peu d'essences permettent de recomposer et produire du bois aussi rapidement que le peuplier. Depuis que le contreplaqué de peuplier est devenu une alternative crédible au contreplaqué d'essences exotiques, le peuplier est plus que jamais une essence stratégique au niveau mondial.

Quelques pays, dont la Chine, l'ont très bien compris et investissent très fortement dans sa production. Si la France souhaite augmenter l'utilisation du bois dans la construction, si elle incite au développement du bois énergie, si elle veut combler le déficit commercial de la filière bois (le second derrière le pétrole), si elle préfère les emballages bois recyclables aux emballages plastiques issus du pétrole, elle ne pourra pas faire l'impasse sur l'essence peuplier, matière première renouvelable et piège à CO₂, dont l'investissement dans les plantations mériterait d'être encouragé et non pas l'inverse.

Constater aujourd'hui que des industriels étrangers investissent dans des usines de panneaux contreplaqués Peuplier en France, que des entreprises concurrentes se rassemblent pour inciter à replanter, sont des signes forts donnés aux populteurs, mais aussi aux maires, aux collectivités et à l'administration. Face à l'adversité, notre filière a su réagir positivement en faisant la preuve de son dynamisme, de son unité et de sa foi en l'avenir.

Alors : « **merci le peuplier !** » ”

rant une gestion durable du peuplier au consommateur. De nombreuses organisations nationales, à l'image du Conseil National du Peuplier, et internationales, à l'image de Pro-Populus, permettent également de positionner cette essence comme une matière première stratégique. ■

Résumé

Les professionnels de la filière peuplier de 7 régions de l'Ouest de la France – industriel, exploitants, pépiniéristes – signent la charte « merci le peuplier ». Afin de pérenniser la ressource, ils s'engagent à aider financièrement le populteur à la replantation (à hauteur de 2,80 € par plant), en contre-partie de l'engagement du propriétaire : replanter dans les 2 ans après l'exploitation et l'adhésion à PEFC

Mots-clés : Populiculture, charte « merci le peuplier », filière.

→ En pratique, les populteurs intéressés peuvent s'adresser aux entreprises signataires de la charte « **merci le peuplier** ».

→ Ils trouveront la présentation de la charte et la liste régulièrement mise à jour sur le site : www.peupliersdefrance.org ou en contactant le secrétariat de la charte "**merci le Peuplier**" par téléphone : 02 40 40 26 38.

De l'arbre aux produits bois, la filière bretonne se mobilise pour agir

Olivier Ferron, délégué général d'Abibois

Quels sont les atouts de la forêt bretonne et les enjeux économiques ? Les premières assises souhaitent créer une véritable « filière forêt-bois », et favoriser son développement. Une démarche de sensibilisation et de structuration des producteurs aux transformateurs réussie.

Les Assises de la forêt bretonne ne resteront pas lettre morte ! Telle a été la volonté exprimée par les acteurs de la filière forêt-bois bretonne devant les 500 propriétaires forestiers rassemblés le 15 avril 2011 à Saint-Brieuc. Promesse tenue avec, en particulier, une rencontre organisée le 7 novembre avec le Préfet de Région Bretagne. À l'occasion d'une visite en forêt et en scierie, Michel Cadot s'est montré favorable aux projets présentés par les professionnels, parmi lesquels le développement des marchés, le plan forestier « Breizh Forêt » et la promotion des bois locaux.

Des potentiels de marché à concrétiser en Bretagne

Les normes réglementaires issues du Grenelle de l'environnement et l'évolution des attentes des consommateurs, offrent de nouvelles perspectives de développement pour le matériau bois, en particulier en matière de construction. La part de marché des constructions de maisons individuelles à ossature bois en Bretagne a ainsi plus que doublé entre 2005 et 2010, passant de 5 % à 12 % (1 500 maisons et extensions ont été réalisées en 2009) : elle pourrait atteindre 20 %

à l'horizon 2020. L'objectif fixé par le Grenelle de l'environnement de rénover 20 000 logements bretons par an à partir de 2013 offre également à la filière de belles perspectives.

“ Breizh forêt, un programme de développement forestier breton ”

À ces marchés porteurs, il faut associer l'emballage et l'énergie, qui permettent la valorisation de bois de qualité intermédiaire. En Bretagne, 130 000 m³ de feuillus et 200 000 m³ de résineux sont ainsi utilisés pour produire respectivement chaque année 35 millions de cagettes et 3 millions de palettes et caisses-palettes. Le bois énergie est, quant à lui, essentiellement consommé sous forme de bûches (1,6 millions de m³ par an) et donne lieu à de nombreux projets. Parmi eux, la marque Bretagne Bois Bûche vise notamment à répondre à une demande accrue en produits secs

et conditionnés, ou encore le développement des chaufferies bois à alimentation automatiques (500 en Bretagne) consommant 160 000 tonnes de bois par an.

Se structurer pour saisir les opportunités

La filière bretonne emploie à ce jour 20 000 personnes et réalise un chiffre d'affaires annuel de 2 milliards d'euros : les nouvelles perspectives de marché lui permettraient de renforcer son poids économique au sein du territoire régional. Mais plusieurs conditions sont à remplir, et en premier lieu, la nécessité de mobiliser l'ensemble des acteurs, de l'arbre aux produits bois, dans une dynamique de progrès. Le 7 novembre, les professionnels ont donc présenté au Préfet de Bretagne « Breizh Forêt », un programme de structuration d'envergure, qui vise à assurer la pérennisation de la ressource régionale. Une ressource qui a fortement augmenté sous l'effet de politiques actives de plantation réalisées entre 1960 et 1980 mais qui tend à diminuer à terme : la production des plants, qui a atteint son plus bas record en 2010 avec en France 41 millions de plants, ne suffira pas à répondre aux exigences quantitatives et



© Abibois

Le thème « De l'arbre aux produits bois, valorisons la ressource forestière bretonne ! » a rassemblé près de 500 participants, lors des premières Assises de la forêt bretonne, à Saint-Brieuc (22).



© Abibois

qualitatives des marchés. « Breizh Forêt » cherche à résoudre cette problématique sur le territoire régional en assurant un développement forestier adéquat aux besoins des marchés, à travers notamment une plus grande mutualisation des moyens et des actions de l'ensemble de la filière et le renforcement de l'accompagnement des acteurs.

Soutenir les investissements en pérennisant l'offre de bois locaux

Le développement de la demande en bois a eu pour conséquence une série d'investissements dans les entreprises bretonnes d'exploitation et de transformation. D'une production semi-artisanale, la modernisation de leurs équipements traduit leurs engagements vers une démarche plus industrielle. Pour ce faire, elles ont bénéficié, depuis 2007, de plus d'1,5 million d'euros d'aides de l'État et de l'Europe. Cependant, l'amortissement des investissements en moyens de production repose à l'heure actuelle

sur la garantie de bénéficier d'une ressource stable, pérenne... et locale. Une condition indispensable en particulier pour la première transformation tributaire des coûts de transports ou, dans le secteur de la construction, pour répondre aux exigences des marchés en matière de certification. La valorisation des bois locaux constitue en outre une garantie de débouchés pour les producteurs forestiers régionaux.

Or, concernant les bois locaux, il reste du chemin à parcourir. Avec 160 000 tonnes de bois importés, la balance commerciale bretonne reste déficitaire. Par ailleurs, la mobilisation de la ressource issue des forêts locales s'avère complexe, en raison du nombre et de la diversité des 117 000 propriétaires de la région, à 90 % privés.

De nombreuses actions sont menées en ce sens par l'interprofession Abibois en Bretagne. Suite à cette prise de conscience, les professionnels souhaitent poursuivre l'initiation d'un travail de structuration et amplifier à travers

l'action « Bois Locaux Bretagne ». Engagée en 2012, elle porte sur un état des lieux de l'offre bois locaux en produits sciés, le développement d'une offre bois locaux (sciages et systèmes constructifs) et un travail sur la communication.

Mais l'ensemble de la démarche ne pourra porter de fruits sans la volonté et la mobilisation de l'ensemble des acteurs de la filière forêt-bois. Les Assises de la forêt bretonne avaient déjà sensibilisé les producteurs bretons aux enjeux de la gestion durable, de la certification et de la reconstitution des parcelles exploitées. Les nouveaux projets de la filière renforcent cette dynamique et cherchent à y intégrer pleinement les pouvoirs publics. ■

*Olivier Ferron
Délégué Général d'Abibois
4 bis allée du bâtiment
35000 Rennes
Site : www.abibois.com*

Plaidoyer pour une relance des plantations forestières en France

Par Vincent Naudet, président des Pépiniéristes Forestiers Français (SNPF)

Depuis 2 ans, les pépiniéristes forestiers ont alerté la filière sur la baisse récurrente des plantations en France. Vincent Naudet exprime son point de vue, en tant que représentant du syndicat des pépiniéristes forestiers français

© Pépinière Naudet

En France, la baisse des reboisements par plantation est très préoccupante, car le renouvellement des peuplements forestiers n'est plus assuré, selon nous. En 1960, 70 000 ha étaient reboisés annuellement, on est descendu à moins de 30 000 ha (27 000 ha en 2010/2011). En 15 ans, la quantité de plants forestiers plantés est passée de 110 millions de plants à seulement 20 millions en 2011, hors pin maritime. Cette évolution est dommageable pour la forêt française, d'autant plus comparativement à certains de nos voisins comme l'Allemagne, qui plante 300 millions de plants /an pour une superficie deux fois moindre de la France, la Suède avec 345 millions de plants essentiellement résineux, la Pologne, 1 milliard de plants...

Les pépiniéristes, dans une démarche de filière et avec l'appui de la Fédération nationale du bois (FNB) et d'un collectif rassemblant les marchands grainiers, les reboiseurs et les coopératives, ont édité des documents afin d'alerter la filière en juin 2010 « De l'urgence de réinvestir la

forêt » et en mars 2011 « S'engager pour une forêt de production moderne et responsable ».

Les principaux facteurs explicatifs de la baisse des ventes de plants sont :

- la baisse du produit de la vente des bois,
- la désaffectation des plantations au profit de la régénération naturelle,
- l'augmentation des dégâts par le gibier due à la constante augmentation de la population des cervidés,
- l'augmentation du coût de l'investissement de plantation,
- la complexité des dossiers d'aide, mal vécue par les propriétaires,
- la baisse importante de la densité de plantation.

Sur ce dernier point, nous rappelons que la plantation à large espacement produit un arbre plus conique que cylindrique, avec des cernes d'accroissement plus larges. Les plantations à densité quasi-définitives des années 90 produisent des bois avec de grosses branches, surtout avec les premières utilisations des variétés améliorées de l'époque, qui avaient été sélectionnées principalement sur le critère de la vigueur. En plantant plus dense, le diamètre des branches

aurait diminué, le volume de bois fort produit à l'ha restant stable.

L'amélioration génétique est le fruit d'une sélection en faveur de la **croissance, de la bonne conformation, de la tardiveté de débourement, de la qualité du bois**, etc. ...

Une plantation de plants améliorés garantit des gains de productivité.

À propos du douglas

En France, pour le douglas, 80 % de plants produits en pépinière sont issus de **variétés forestières améliorées**. Les critères de sélection comprennent : la tardiveté de débourement, la vigueur et la forme. La variété "La Luzette" représente la variété la plus courante, elle est vendue sous étiquette bleue. Elle a une base génétique très grande puisque les arbres, sur lesquels les graines sont récoltées, sont originaires d'une bande qui s'étend du sud de l'Oregon au nord de l'état de Washington.

A contrario, la régénération naturelle d'un seul peuplement induit une base génétique beaucoup plus restreinte, identique à celle du peuplement d'origine, sur lequel ont été récoltées

les graines ayant servi à produire les plants initialement plantés.

Selon J.-C. Bastien, qui est la référence mondiale sur le sujet, la base génétique des populations de douglas introduites, en particulier avant les années 1980, est en général peu connue. Les graines des douglas, à partir desquelles proviennent les peuplements actuellement en place, n'étaient pas des peuplements sélectionnés et encore moins testés. Selon nous, le propriétaire prend beaucoup de risques, lors d'une régénération naturelle, même s'il obtient au départ 40 000 plants /ha, car ces plants sont apparentés entre eux (sauf si de nombreux peuplements adjacents (et différents) viennent polliniser le peuplement en régénération).

Actuellement, dans l'aire naturelle de production de douglas des états de Washington et Oregon, la régénération naturelle est détruite pour réintroduire des plants issus de variétés améliorées, infiniment plus productifs.

De plus, le changement climatique risque d'aller plus vite que l'adaptabilité des populations en place. Mettre en place un peuplement avec une base génétique plus large, capable de survivre au changement climatique, serait primordial pour le gestionnaire averti.

Les pépiniéristes forestiers sont à l'écoute des forestiers pour produire les variétés les mieux adaptées à chaque région.

En France, après une coupe, le propriétaire est théoriquement engagé à la remise en l'état boisé. Dans les autres pays européens, les demandes d'autorisation administrative de coupe impliquent de déclarer un engagement de remise en état boisé. En France, les propriétaires de petites surfaces n'ont pas d'obliga-

tion de reconstituer un état boisé après une coupe rase de moins de 2 ha. Les propriétaires non soumis à PSG devraient, également en cas de coupe rase, s'engager sur les modalités du retour à l'état boisé (reboisement ou régénération).

La coordination entre un marché du bois mondialisé et la production de plants de pépinière est difficile, avec le décalage d'au minimum 40 ans. Actuellement, les résineux exploités sont issus des plantations aidées par Fonds Forestier National (FFN). Avant sa suppression en 2000, 2 millions d'ha ont ainsi été boisés, essentiellement en résineux. Les objectifs du FFN ont permis d'augmenter en quantité et qualité, la production de bois d'œuvre sur des terrains forestiers pauvres et sans avenir : 4,5 milliards de plants en 50 ans représentent 300 millions de m³ en 2000, soit 42 % de production résineuse. La production sera maximale vers les années 2020.

Aujourd'hui, les scieurs industriels demandent des bois standardisés, d'un volume moyen capable d'être sciés sur des scies « kanter » et avec des cernes d'accroissement faibles et des branches fines.

De nouvelles ressources pour les plantations

Certes, il demeurera un marché de niche pour les gros bois avec du duramen sur des beaux arbres élagués. Mais le marché de masse évolue vers un douglas produit en 40-50 ans, avec des volumes unitaires entre 1 et 2 m³. Cela veut dire qu'il faut raccourcir les rotations et augmenter les densités initiales.

Le problème des dégâts de gibier peut également être en partie résolu par l'augmentation des densités de plantation.

Actuellement beaucoup de peuplements ne sont pas reboisés. C'est

ainsi qu'après la tempête de 99, sur 150 000 ha de forêts communales dévastés, 80 000 ha ont été nettoyés et seulement 37 000 ha sont reconstitués.

Reboiser chaque année une surface de 60 000 ha à 70 000 ha soit 120 millions de plants est l'objectif visé par l'interprofession France Bois Forêt, dans son projet de « Fonds Forestier Stratégique Carbone ». Principale « pompe à carbone », la forêt revendique aujourd'hui 25 % des fonds qui seront issus de la mise aux enchères de ces quotas pour pouvoir assurer la pérennité et le développement des peuplements.

Concrètement, la création du Fonds forestier stratégique carbone (FFSC), géré par l'interprofession France Bois Forêt, devrait notamment permettre de renouer avec une politique de plantation dynamique. Attendu pour 2013, le FFSC pourrait être une des solutions pour assurer la pérennité de la forêt française, voire même pallier le manque de résineux. Le FFSC souhaite répondre aux besoins d'approvisionnements croissants des industriels et des acteurs de l'énergie, tout en pérennisant une forêt garante de services éco-systémiques et sociétaux. L'objectif serait en effet de doubler les superficies annuelles pour parvenir à 65 000 ha/an, en majorité des résineux, et ainsi permettre la mobilisation de 13 millions de m³ de bois supplémentaires d'ici 2020.

Chacun est responsable d'inverser la tendance. Cela concerne l'avenir de toute la filière. ■

(1) Notre association regroupe les pépiniéristes producteurs de plants forestiers à racines nues ou en godets ainsi que les producteurs de peupliers. Au total, 23 entreprises représentent 80 % de la production française avec 32 millions de plants en 2010/2011.

Quelle forêt voulons-nous ?



Jean-Luc Peyron, GIP ECOFOR



Tel est le titre d'un intéressant dossier publié par Forêt-entreprise dans son 200^e numéro, celui de septembre 2011. Le Centre national de la propriété forestière (CNPF, membre d'Ecofor), a posé cette question à une douzaine de personnalités concernées directement ou indirectement par la gestion forestière. Qu'en ressort-il ?

Ce type d'exercice s'appuie d'abord fortement sur un diagnostic de la situation actuelle, qui reste prégnant pour envisager l'avenir. La foresterie apparaît ainsi comme un **domaine multifonctionnel**, c'est vrai, mais **peu intégré** entre des attentes sociales de ressourcement, de nature, de paysage, d'imaginaire, parfois de subsistance, et une production de bois devant satisfaire essentiellement un marché de masse ouvert, à base de résineux issus de plantation. La forêt française s'accroît ainsi en volume, du fait de son extension en surface, certes, mais aussi en raison de son inadaptation aux marchés de masse, d'un manque de compétitivité et de coordination à l'intérieur de la filière forêt-bois, d'un besoin énorme de connaissances et d'une insuffisance des moyens consacrés à leur transfert vers les gestionnaires.

Dans cette situation, sont émises de nombreuses suggestions pour résoudre les principaux problèmes qui se posent ou saisir les occasions qui se présentent. Beaucoup d'entre elles vont dans le sens d'une **coordination** renforcée de l'ensemble de la filière forêt-bois : développement de logiques de gestion par massifs dépassant le morcellement foncier, prise en compte du long terme et de la nécessaire transmission de la forêt de génération en génération, concertation pour traiter les problèmes

dépassant le niveau individuel, mise en relation de la forêt et du bois, dans la pratique professionnelle, dans l'esprit du public, et aussi dans l'enseignement supérieur. Au niveau **politique**, il apparaît essentiel de favoriser la prise en compte du long terme, des risques et des biens publics en plus des intérêts individuels. Dans le cadre ainsi défini, il est attendu de la **gestion** forestière qu'elle parvienne au bon compromis entre les différents débouchés du bois et les multiples attentes sociales ; et que des stratégies différenciées puissent s'exercer au profit d'objectifs variés. Quant aux **industries** du bois, une meilleure adaptation aux ressources actuelles devrait venir s'ajouter à la recherche de la compétitivité. Ces ambitions nécessitent un regain de **recherches** sur les différentes attentes des usagers de la forêt et des utilisateurs du bois, sur les instruments permettant de les prendre en compte, sur le bois, matériau, fibres et molécules. Les connaissances ainsi acquises doivent ensuite faire l'objet d'un **transfert** vers ceux qui sont à même de les mettre en œuvre.

Enfin, un gros effort de **communication** doit être fait pour mieux faire connaître la sylviculture auprès du public en général, des scolaires, et des autres secteurs d'activités avec lesquelles des collaborations fructueuses pourraient être établies.

La prégnance de la situation et de l'évolution actuelle est telle que les changements envisagés sont plus du côté des mesures à prendre que du contexte et des ruptures qui pourraient marquer celui-ci. Quelques anticipations sont cependant suggérées comme un **accroissement futur de la demande de bois** (et pas forcément seulement de bois énergie),

et un besoin possible de **relocalisation des industries du bois** à proximité des marchés. Elles apparaissent particulièrement utiles pour oser imaginer des conditions différentes de celles dont nous héritons du passé.

Que dire de plus du point de vue d'Ecofor ? Tout d'abord qu'il est important d'assurer un **suivi des ressources forestières** dans leur ensemble. La science peut y contribuer et il serait nécessaire de disposer d'un processus formel pour y parvenir, invitant responsables politiques, professionnels et scientifiques. Ensuite, qu'il serait utile, sur cette base, non seulement de porter un regard sur la situation actuelle des ressources et de la foresterie, mais aussi d'envisager les futurs possibles dans le cadre d'**exercices de prospective participatifs** et réitérés tous les 5 ans par exemple. Des changements sont de toute façon attendus, qui nécessitent par nature des **recherches**. Compte-tenu des enjeux, celles-ci devraient porter sur la biodiversité et l'environnement, mais aussi sur le bois, avec l'ensemble de ses débouchés. Elles devraient aussi chercher à mieux **coupler sciences de la nature et de la société**. Nombreux sont en effet les problèmes qui le nécessitent : recherche d'un compromis entre les différents services écosystémiques, élaboration d'instruments permettant la prise en compte des enjeux environnementaux dans les choix privés, décision dans l'incertain. Enfin, les recherches seraient la base d'actions organisées de **développement forestier** et de **communication** en direction du public. ■

Jean-Luc PEYRON
ICPEF, Dr.Sc.Eco.
Directeur d'ECOFOR
Site : <http://www.gip-ecofor.org>