

Institut pour  
le développement forestier  
Service d'utilité forestière  
du Centre national professionnel  
de la propriété forestière  
23, av. Bosquet, 75007 Paris  
Tél. 01 40 62 22 80

Directeur de la publication  
**Roland Martin**

Directeur de la rédaction  
**Thomas Formery**

Rédacteur  
**Samuel Six**

Conception graphique  
**Jean-Éric Ridonat (High'com)**

Maquette mise en page  
Cartes et graphiques  
**Sophie Saint-Jore**

Responsable Édition-Diffusion  
**Pascale Maurin**

Diffusion - abonnements  
**François Kuczynski**

Publicité  
**Helium Régie**

53, rue La Fayette - 75009 Paris  
Tél. 01 53 32 89 89  
Fax 01 53 32 89 90

Impression et routage  
**Centre Impression**

BP 218 - 87220 Feytiat  
Tél. 05 55 71 39 29

Numéro d'imprimeur 00089

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

**Périodicité : 6 numéros par an**  
**Abonnement 2006**

**France : 46 € étranger : 60 €**  
**édité par le CNPPF**

Commission paritaire des  
publications et agences de  
presse : n° 1008 G 84132

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 l'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 : Septembre 2006**

# sommaire

2

## agenda

3

## éditorial

4

## actualité

6

## parutions

7

## cetef

*La relation station-  
essences, un défi  
pour l'avenir*

S. Six

63

## économie

*Le marché forestier français en  
2005*

Société forestière CDC

11

## dossier

*Boiser avec un  
accompagnement  
ligneux*

58

## économie

*La productivité forestière : cas  
d'une chênaie normande*

Jean Levêque

Photo de couverture :  
Effet d'un accompagnement  
de robinier sur le noyer  
hybride

J. Becquey

## Salon vert 2006

Le Salon vert, 10 ha d'exposition en extérieur destinés aux professionnels des espaces verts et du paysage, aura lieu les 20 et 21 septembre 2006 au parc du château de Baille à Saint-Chéron (Essonne). *Salon vert, 36 boulevard HP Schneider, BP 66, 71202 le Creusot cedex, tél. : 03 85 73 05 73, fax : 03 85 80 10 82, courriel : info@salonvert.com*



## Salon Firefor

Le salon pour la prévention et la lutte contre les incendies forestiers aura lieu du 6 au 8 octobre 2006 à Braga (Portugal). *Renseignements auprès de Condinter & Activfairs (Espagne), tél. : 0034 97 627 67 32, fax: 0034 97 647 62 42 : condinter@telefonica.net, site : www.peb.pt*

## États généraux du bois et salon maison bois

Le 12 octobre 2006, Atlanbois, les Compagnons du devoir, Afcobois, Irabois et Angers expo congrès organiseront la 3<sup>e</sup> édition des États généraux du bois dans la construction au Centre des congrès d'Angers. Cette journée, destinée aux professionnels de la filière bois, présentera la situation de l'offre et de la demande sur la construction en bois, ainsi que les attentes du marché.

Le salon maison bois suivra les États généraux du bois du 13 au 16 octobre 2006 au parc des expositions d'Angers.

*Inscription et informations au 02 40 73 73 30, ou par fax : 02 40 73 03 01, courriel : etats-generaux@angers-expo-congres.com, site : www.salon-maison-bois.com*



## La sylviculture Pro Silva

Dans le cadre du projet Interreg 3, une journée d'étude est organisée sur les enseignements européens et perspectives d'application régionale de la sylviculture Pro Silva à l'arsenal de Namur, le 14 septembre 2006. *Renseignement et inscription par courriel : info@foretwallonne.be, téléphone : 0032 10 47 49 95, fax : 00 32 10 47 49 91, ou courrier : Forêt Wallonne asbl, Croix du Sud 2 bte 9, B-1348 Louvain-la-Neuve.*

## Ventes groupées automne 2006 réalisées par les experts de la CNIEFEB

Région	Lieu de la vente	Dépt	Date	Heure	Expert-coordonnateur	Sigle
Aquitaine	Labouheyre	40	23/11/06	14h30	F. Putegnat	CEFSO
Auvergne	Clermont-ferrand	63	05/10/06	10h00	Ph. Imbert	CNIEFEB
Bourgogne	Poisson	71	27/10/06	8h45	Lauvernier	CNIEFEB
	Aillant sur Tholon	89	23/10/06	14h30	Ponchon	CNIEFEB
	Nevers	58	25/10/06	15h00	J.-L. Bartman	GEGPS
Bretagne	Endic (Rennes)	35	16/11/06	14h30	L. Lemercier	AEFB
Centre	Cormery	37	07/12/06	14h30	J.-P. Sadoux	VEFOCO* CFC
	St-Julien sur Cher	41	26/10/06	14h30	J.-Ph Angenault	BCE
Champagne-Ardenne	Rolampont	52	02/10/06	14h00	J. Rousselin	CNIEFEB
Franche-Comté	Pont de roide	25	03/10/06	14h15	T. Susse	CNIEFEB
	Arbois	39	18/12/06	17h00	F. Leforestier	CNIEFEB
	Offmont	90	19/12/06	17h00	F. Leforestier	CNIEFEB
Lorraine-Alsace	Dambach	67	10/01/07	14h00	E. de Turckeim	CNIEFEB
	Bains les bains	88	28/09/06	14h00	A. Chavanne	GRIEF
	Cirey sur Vezouze	54	11/10/06	14h30	A. Michaut	GRIEF
Normandie	Conches	27	07/11/06	14h30	Ph. David	ANEF
Nord-Picardie	Berneuil/Aisne	60	24/01/07	14h30	J.-M. Peneau	APEX
Paris Ile-de-France	Paris	75	25/11/06	10h00	P. Costaz	FPIDF
	Paris	75	25/11/06	14h00	E. de Grandcourt	Comité des forêts
	Paris	75	18/11/06	10h00	Chavet	FPE
Pays de la Loire	Sable-Solesmes	72	27/10/06	14h30	F. Lorne	FOE
	Sable-Solesmes	72	14/12/06	14h00	G. Lelievre	FOE
Poitou-Charentes	Poitiers Montamisé	86	23/11/06	14h30	J.-F. de la Motte	APCEF

*Vente réalisée conjointement avec celle d'un organisme de la forêt privée.*

CNIEFEB, 6-8 rue Chardin, 75016 Paris, tél. : 01 40 50 87 34, fax : 01 40 50 87 43, courriel : compagnie@foret-bois.com

# éditorial

Gestionnaire d'une propriété forestière dont les produits devraient assurer la subsistance de ma famille, je veux continuer à croire que « la forêt est une chance pour la France », formule qui a eu son heure de gloire...

Après chaque tempête, incendie ou exploitation, comme la plupart de mes amis forestiers, je nettoie les parcelles et je reconstitue les peuplements. Aussi, malgré les avatars qui nous accablent régulièrement, nos partenaires de l'aval – qu'ils soient papetiers, fabricants de panneaux ou industriels du bois – ne peuvent pas soutenir qu'ils ont une seule fois manqué du matériau dont ils avaient besoin.

**économiquement que nos forêts sont menacées...**

À mon niveau de sylviculteur – producteur de bois – je m'interroge sur la façon de m'adresser à ces adorateurs de la forêt qui s'inquiètent de son avenir, bien qu'eux-mêmes soient plutôt consommateurs de menuiseries en PVC, acier ou aluminium.

Tout ce qu'ils attendent de la forêt, nous sommes à même de le leur garantir. Qu'il s'agisse de la protection des sols, de la qualité de l'eau ou de celle de l'air, ce sont là des aménités que nous assurons depuis toujours et même **gracieusement**.

Mais ça ne leur semble pas suffisant. Ce qui les intéresse c'est l'espace et la promenade. Dans notre massif, des associations de randonnée pédestre revendiquent la possibilité d'organiser des excursions et « pancartent » des itinéraires sur les voies privées servant à la gestion, à la surveillance, à l'exploitation et à la défense des forêts privées.

En ce qui me concerne, c'est peut-être **une activité payante** qu'il me faudra envisager – **et que je me réserve** – puisque personne ne s'intéresse plus à ce qui fait l'essentiel de notre activité ; c'est-à-dire le bois. Les hommes ne s'attachent point à nous en raison des services que nous leur rendons, mais en raison de ce qu'ils peuvent encore exiger de nous. Et dans cette dernière hypothèse on n'est jamais si bien servi que par soi-même.

**Roland MARTIN**

## Promenons nous dans les bois... (suite)

En général, nos forêts sont belles et augmentent régulièrement en surface (plus de 30 000 ha/an). Chacun en France peut, par ailleurs, constater, qu'annuellement, on récolte à peine 60 % de l'accroissement biologique (52 millions de m<sup>3</sup> récoltés pour 83,4 millions d'accroissement), faute de trouver des acheteurs.

Aussi, loin d'être surexploitée, **la forêt française souffre de sous-exploitation**. Le comble c'est quand les Français recherchent une charpente en résineux, du parquet, des lambris ou à se meubler en bois, c'est aux produits importés qu'il faut recourir, faute de les trouver chez nous. **C'est donc**

## La hêtraie, un des meilleurs puits de carbone

Les écosystèmes forestiers ne couvrent que 30 % des terres continentales et pourtant ils contiennent 81 % du carbone. Une étude récente parue dans « *Annals of Forest Science* » n°63, montre des valeurs très élevées de stock de carbone contenu dans le sol d'une hêtraie de l'Ouest de la France : 142 tonnes de carbone par hectare. Ce résultat est bien supérieur à ceux d'autres travaux menés en France et en Belgique indiquant 79 et 44 tC/ha. En ce qui concerne la végétation, la différence est du même ordre, avec 126 tC/ha pour le massif étudié et 59 tC/ha en moyenne en France. Les chiffres élevés présentés dans cette étude peuvent être expliqués par les points suivants :

- le massif est principalement constitué de hêtre, essence la plus efficace pour accumuler le carbone ;
- la forte acidité du sol entraîne une diminution de la minéralisation et donc une importante accumulation de matière organique ;
- l'état forestier est maintenu depuis très longtemps, cette zone n'ayant pas été utilisée par l'agriculture ;
- la méthode et l'échelle utilisées ont permis à ces chercheurs d'avoir des résultats plus précis que d'autres études, celles-ci ayant probablement « sous-estimé » les stocks.

La partie la plus difficile à étudier est la végétation car elle présente une forte hétérogénéité et peut évoluer très rapidement. Il a d'ailleurs été constaté une forte variabilité des résultats. Ces variations sont, par exemple, dépendantes de l'âge des peuplements, de leur nature, des interventions humaines ou des phénomènes naturels (feux, tempêtes...). Il est à préciser que 80 % du carbone stocké par la végétation se trouve dans la biomasse ligneuse. Le stock total, quant à lui, a été évalué à environ 300 tC/ha (15 % de variabilité). (Source : Forêt-mail n°23).

## La plate-forme technologique « forêt-bois-papier »

Lancée en 2004, cette plate-forme a été constituée pour influencer la rédaction du 7<sup>e</sup> programme-cadre de recherche et de développement de la Commission européenne et obtenir un soutien actif et durable de l'Europe sur les actions de recherche et d'innovation permettant au niveau européen d'augmenter la compétitivité du secteur, et de renforcer la position de leader de la filière européenne au niveau international.

Les principaux instigateurs ont été scandinaves, mais très vite, la démarche a été élargie à une vingtaine de pays européens, dont la France, qui a contribué et participé activement à cette démarche. Les partenaires de la forêt privée (CNPPF-IDF, Forestiers privés de France, UCFF) ont été pressentis dès 2005 pour être membres du groupe de soutien national (NSG) de cette plate-forme, et participer à l'élaboration de deux documents clés : le « vision document », qui détaille les enjeux majeurs auxquels la filière sera confrontée à l'horizon 2030 ; et « l'agenda stratégique de recherche », qui recense les axes de recherche que les partenaires européens souhaitent développer en priorité. La condition posée par Bruxelles étant de combiner nécessairement fonds publics et fonds privés pour assurer la mise en œuvre de ces actions de recherche.

Le CNPPF-IDF a animé le groupe « forêt » du NSG, en collaboration avec l'ONF et divers organismes de recherche. Les partenaires techniques impliqués dans la réalisation du projet sont : Inra ; Cirad ; Centre technique du papier ; Association forêt cellulosique ; CNPPF-IDF ; Institut du Pin. Les autres partenaires sont : Gip Ecofor ; Union de la coopération forestière française ; Office national des forêts ; Forestiers privés de France ; FNB ; UIB ; Opacel ; UIPP ; Capeb ; UFC ; FIBC ; SNFMI.

## Les Suisses, pour une recherche sylvicole d'orientation pratique

Les forestiers suisses s'alarment des conséquences sur la recherche forestière de la récente restructuration du WSL (Institut fédéral de recherches sur la forêt, la montagne et la neige) qui compromet gravement l'étroit contact entre le WSL et la pratique forestière. Une motion a été déposée au Conseil fédéral (Communiqué « Économie forestière suisse »).

## Des feuillus pour protéger des pins

Des découvertes récentes du laboratoire d'entomologie forestière (UMR Biogeco) de l'INRA à Cestas ont mis en évidence le rôle des essences feuillues en tant que barrière chimique à la colonisation du pin maritime par certains ravageurs. La processionnaire ou les sco-

lytes par exemple utilisent les odeurs du pin (terpènes notamment) pour le localiser. Les feuillus agissent en émettant des composés volatils masquant l'odeur du pin. (Source : Forêt de Gascogne, mars 2006).

## Le fonds d'épargne forestière contre le vieillissement de la forêt

Depuis le 1<sup>er</sup> janvier 2006, le fonds d'épargne forestière permet aux Communes forestières d'épargner une partie de leur recettes de bois en vue de programmer des investissements forestiers de façon plus régulière et en nombre plus important qu'actuellement. Ces sommes sont déposées sur un « compte d'épargne forestier » et sont rémunérées. Une prime égale à 75 % des intérêts capitalisés viendra s'ajouter à l'effort d'épargne pour renforcer l'effet du dispositif sur la production forestière et l'emploi en milieu rural. (Source : Perspectives agricoles n°321).

## Une nouvelle dynamique pour les recherches forestières méditerranéennes de l'INRA d'Avignon

Le 15 juin 2006, le nouveau bâtiment de recherches forestières méditerranéennes du Centre INRA d'Avignon a été inauguré. Cette nouvelle construction permettra d'optimiser le dispositif de recherche de l'INRA sur les écosystèmes forestiers méditerranéens en favorisant la synergie entre toutes les équipes du Centre d'Avignon.

## La Commission européenne adopte un plan d'action de l'UE pour les forêts

La Commission européenne a manifesté le 15 juin son engagement au service de la gestion durable des forêts en adoptant un plan d'action de l'UE pour les forêts. Ce plan a été conçu en fonction du «rapport sur la mise en œuvre de la stratégie forestière de l'UE», publié l'année dernière, ainsi que des conclusions qui en ont été tirées par le Conseil. Le plan d'action est axé sur quatre objectifs principaux : 1) améliorer la compétitivité à long terme ; 2) améliorer et protéger l'environnement ; 3) contribuer à la

qualité de la vie ; 4) promouvoir la coordination et la communication. La Commission propose 18 actions clés qui seront mises en œuvre conjointement avec les États membres, pendant une période de cinq ans (2007-2011) ([http://ec.europa.eu/comm/agriculture/fore/index\\_fr.htm](http://ec.europa.eu/comm/agriculture/fore/index_fr.htm)).

## Eustafor, l'Association des forêts d'État européennes

Eustafor qui regroupe actuellement des gestionnaires de forêts d'État d'Autriche, de Finlande, de France et de Lettonie, veut être le porte-parole des gestionnaires des forêts publiques au sein de l'Union européenne et se donne pour mission de défendre leurs intérêts. Les premiers axes de réflexion pour 2006/2007 ont été définis : la sécurisation de l'approvisionnement en bois en Europe en respectant l'équilibre entre considérations environnementales et économiques, l'utilisation accrue de la biomasse forestière comme source d'énergie renouvelable accompagnée d'une planification de la ressource au niveau européen, l'accentuation des efforts de recherche sur le bois et la mise en œuvre du protocole de Kyoto dans les forêts d'État.

## Une radiocommande pour scier sur Wood-Mizer

Wood-Mizer teste actuellement une radiocommande individuelle qui permettra aux opérateurs des machines de rester à l'abri du vent, de la pluie ou de la sciure en suspension, et de se déplacer autour de la machine pour avoir une meilleure vision sur le déroulement du sciage.

Ce système de contrôle à distance par radiocommande devrait permettre au ruban horizontal étroit de séduire une nouvelle clientèle qui viendra s'ajouter aux 35 000 propriétaires de Wood-Mizer dans le monde.

Le solide boîtier de radiocommande, de 175x114x64 mm de dimensions, se fixe autour de la taille de l'opérateur ou de l'opératrice, lui laissant les mains libres et permet de conduire les opérations de sciage jusqu'à 80 m grâce à une antenne fixée sur le banc de sciage.

Six boutons contrôlent le chargement et le positionnement des grumes, la coupe d'équerre, le débit de planches et plateaux, et l'évacuation du produit fini. La radiocommande peut effectuer neuf opérations au total, et la batterie au lithium tient la charge une journée de travail. Autonomie d'une journée de travail.

## Miser sur les champignons filamenteux pour produire les biocarburants de demain

Raréfaction du carbone fossile, hausse des prix du pétrole et augmentation des gaz à effet de serre relancent le développement des biocarburants. Mais les filières de production actuelles à partir de colza (biodiesel), blé ou betterave (ETBE) ne constituent pas des solutions viables à terme : trop d'hectares seraient nécessaires pour satisfaire la demande future. Les biocarburants de demain devront utiliser des ressources plus abondantes et qui n'entrent pas en compétition avec l'alimentation humaine telles que pailles, résidus de récolte, bois, déchets verts urbains. Le constituant essentiel en est la ligno-cellulose qu'on ne sait pas transformer aujourd'hui de façon rentable en éthanol biocarburant. Des chercheurs de l'INRA à Marseille étudient la transformation de ces ligno-celluloses par les enzymes de champignons filamenteux pour lever les verrous scientifiques et technologiques nécessaires au développement de cette filière d'avenir.

## Sylvopastoralisme et viticulture contre le feu

À Cerbère (Pyrénées-Orientales), pour entretenir les pare-feu au moindre coût, les forestiers ont combiné pastoralisme, viticulture, figuier de Barbarie et production d'olives et d'amandes. Les forestiers ont recours aux troupeaux sur les zones les plus riches ; sur les zones à sol plus profond, la vigne est exposée plein sud en terrasse pour une production de cépages de qualité destinés à l'élaboration d'excellents vins ; et les figues de Barbarie sont cultivées sur les sols les plus superficiels.

## Champignons et croissance des arbres

Les champignons mycorhiziens qui vivent en association avec les arbres, perçoivent les racines à distance, ce qui leur permet de tisser leur réseau de filaments. Or, le CNRS vient d'identifier le signal qu'émettent les racines pour inciter les champignons à lancer des filaments : les strigolactones. Ces médiateurs chimiques pourraient être exploités, afin d'augmenter la croissance.



## Fiches Informations-Forêt de l'AFOCEL

Dans la série 2/2006 :

- Transport fluvial des bois : quelles perspectives en France ? (fiche 727).
- Identification ADN des cultivars de peuplier du registre national des matériels de base (fiche 728).
- Les « projets Kyoto forestiers : de nouveaux moyens de lutte contre les changements climatiques (fiche 729).
- Évolution spatio-temporelle des surfaces de pin d'Alep en Paca (fiche 730).
- La formation à distance : une solution pour les conducteurs d'engins forestiers (fiche 731).

Le mémento 2006 – outil de référence pour les professionnels de la filière forêt-bois-papier – est également disponible sur demande auprès du Service publications de l'AFOCEL.

L'abonnement annuel, soit 20 fiches (4 séries de 5) est au prix de 44 € TTC + frais d'emballage et de port (8 € TTC pour la France et les pays de la Communauté européenne ; 12 € TTC pour les autres).

Service publications de l'AFOCEL, Domaine de l'Étançon, 77370 Nangis, tél. : 01 60 67 00 38, courriel : [publi@afocel.fr](mailto:publi@afocel.fr), site : [www.afocel.fr](http://www.afocel.fr) (le cata-

logue des publications 2006 de l'AFOCEL est également disponible sur ce site en rubrique publications).



## L'indicateur du marché des forêts est disponible

La onzième édition de l'indicateur du marché forestier français, réalisé par la Société forestière de la caisse des dépôts et consignations, Terres d'Europe-Scafr et la FNSafer, laisse apparaître une progression limitée du prix des forêts en 2005, mais avec une forte valorisation de la forêt résidentielle. « Le marché national des forêts : indicateurs 2005 et nouveaux enjeux », 60 € port inclus ; Disponible auprès de la Société forestière de la Caisse des dépôts, 102 rue Réaumur, 75002 Paris, tél. : 01 40 39 81 00.

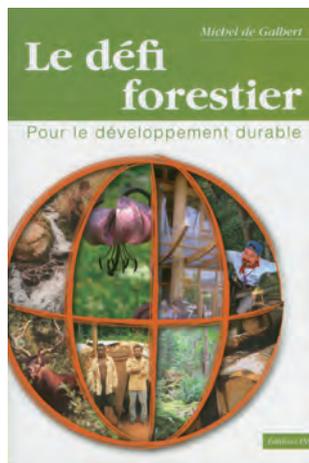


## Le défi forestier, pour le développement durable

Lutte contre l'effet de serre, détente, production d'eau pure, conservation des espèces, maintien des sols, sources d'emplois : la forêt rend d'incomparables services à la société. Mais elle est actuellement menacée par plusieurs fléaux : tempêtes, sécheresses, attaques d'insectes, dégâts de gibier, feux... Michel de Galbert, directeur du CRPF Rhône-Alpes, analyse dans cet ouvrage cette situation, les handicaps et les forces de la forêt française, arguments chiffrés à l'appui. Il en tire de nombreux enseignements et recommandations, mais surtout lance le débat fondamental de l'avenir de la forêt française, pour que celle-ci tienne sa place dans la

protection du climat et de l'environnement, au bénéfice du plus grand nombre. 367 pages, format 24 x 16 cm.

Renseignements auprès du CRPF Rhône-Alpes, Parc de Crécy, 18 avenue du Général de Gaulle, 69771 Saint Didier au Mont d'or cedex, tél. : 04 72 53 60 90, fax : 04 78 83 96 93, courriel : [rhonealpes@crpf.fr](mailto:rhonealpes@crpf.fr)



## États généraux de la forêt méditerranéenne

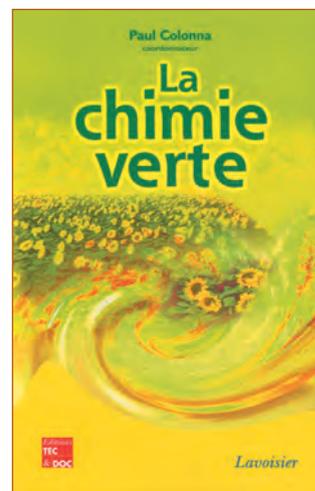
Le dernier numéro de la revue Forêt Méditerranéenne est entièrement consacré aux comptes rendus des « États généraux de la forêt méditerranéenne ». Manifestation à l'origine de la rédaction du « Manifeste de la forêt méditerranéenne » qui met en avant qu'à la faveur des changements climatiques, les spécificités méditerranéennes sont vraisemblablement amenées à s'étendre à de nouveaux territoires, accentuant la nécessité de définir et de mettre en œuvre une politique forestière adaptée, « modèle » pour un nombre croissant de forêts françaises du siècle à venir. Forêt méditerranéenne, T. XXVII, n°2, juin 2006, Spécial « États généraux de la forêt méditerranéenne », 144 pages, 20 euros.



## La chimie verte

La chimie verte englobe la conception, le développement et l'élaboration des produits et procédés chimiques pour réduire ou éliminer l'usage et la génération des substances dangereuses pour la santé et l'environnement. Cet ouvrage collectif (54 auteurs) coordonné par Paul Colonna, directeur de recherches à l'INRA, s'adresse aux ingénieurs, en activité ou en formation, de toutes les industries transformant les produits agricoles et forestiers à des fins non alimentaires. Éditions Tec&Doc – Lavoisier, 560 pages, format 15,5 x 24 cm, 120 €. Librairie Lavoisier, 11 rue Lavoisier, 75008 Paris.

Disponible sur commande au 14 rue de Provigny, 94236 Cachan cedex ou par téléphone : 01 47 40 67 00.



# La relation station-essences, un défi pour l'avenir

Samuel Six, IDF

*Pour relever le défi de l'adaptation des pratiques forestières aux évolutions climatiques futures, les organismes de développement ont un rôle important à jouer.*



L'Assemblée générale IDF du 17 mai dernier (voir FE n°169) organisée par l'IDF à l'Engref, a été suivie d'une réunion technique intitulée « Mieux connaître les milieux forestiers pour anticiper les risques ». Les organismes de développement présents ainsi que les organismes de recherche forestière ont mis en commun leurs réflexions autour du thème de la connaissance des stations forestières, activité très largement promue par l'IDF dont l'intérêt est confirmé ; particulièrement aujourd'hui face à la nécessaire adaptation au changement climatique. Les forestiers doivent dès maintenant concentrer leurs efforts pour aider l'écosystème forestier à résister à l'onde de choc climatique annoncée dès 2050 – autant dire, rapidement à l'échelle de la vie d'un arbre.

## Sous l'angle des stations forestières

En un premier temps, l'IDF projette d'aborder la question de l'adaptation au changement climatique sous l'angle des stations forestières. L'importance de la connaissance des stations est apparue à la suite du constat d'échecs de nombreuses plantations du Fonds forestier natio-

nal dans les années 1970. La nécessité de disposer d'un outil de diagnostic du milieu permettant d'adapter l'essence à la station s'est alors imposée : « la bonne essence au bon endroit ». Depuis, les compétences techniques sur ce sujet ont progressé (catalogues de stations, guides d'utilisation et de choix des essences, certificat de typologie des stations, etc.). Le Président Henri Plauche-Gillon a appelé à « *la simplification et traduction opérationnelle des catalogues de station* » avant d'ajouter que « *les CRPF ont une mission dans ce domaine* ». Les informations existantes gagneraient ainsi à être simplifiées et expliquées pour que chaque sylviculteur puisse faire ses choix de gestion. « *La bonne connaissance des potentialités d'une forêt et de leur valorisation, face à une rentabilité de plus en plus incertaine, est plus que jamais d'actualité* » a précisé le Président Roland Martin. De toute évidence, une bonne connaissance des stations doit permettre au sylviculteur de maîtriser la production tout en minimisant les risques. Les derniers événements climatiques (tempêtes, canicule...) incitent à d'autant plus de prudence dans les choix techniques avec en préalable à tout investissement, le diagnostic du milieu.

## Contribution de l'IDF aux études de stations forestières

Christian Gauberville est revenu sur la contribution de l'IDF à la connaissance des stations forestières.

En 1976, suite à la sécheresse et aux problèmes récurrents d'échecs des plantations FFN, Alain Brêthes, spécialiste ONF de l'étude des sols, réalise le catalogue des stations forestières sur le plateau lorrain. Son travail constitue la première description ordonnée du milieu forestier. Rapidement, Jean-François Lacaze – à l'époque directeur de l'Unité de recherche forestière de l'INRA et Président du Comité scientifique et technique de l'IDF – considère que ce catalogue peut avoir des applications concrètes sur le terrain et estime que l'IDF est en mesure de faire le relai auprès de la forêt privée. C'est ce qui conduit l'IDF à centrer son programme sur ce thème dès 1977.

Dans l'objectif précis d'obtenir des résultats rapidement, un groupe de réflexion se met en place. Ce groupe devient le groupe de travail national sur la typologie des stations forestières, coordonné par Gérard Dumé et présidé par le Service des forêts du ministère de l'Agriculture. Cette nouvelle dyna-

mique conduit à la publication de nombreux ouvrages (Flore forestière française, vocabulaire de typologie des stations...) et à la mise en place d'une formation qualifiante (certificat).

Aujourd'hui une grande partie de la forêt française est couverte par les catalogues de stations forestières et l'IDF continue son travail sur ce thème :

- participation au plan de relance national de la typologie des stations forestières, depuis trois ans ;
- étude des stations à châtaignier de la région Castagniccia en Corse ;
- enquête sur l'appropriation de l'outil « stations forestières » par les sylviculteurs ;
- rédaction du troisième Tome de la Flore forestière française, relatif à la zone méditerranéenne.



## Dynamique de la végétation spontanée après tempête en fonction des stations

Pierre Gonin a présenté l'utilité de la connaissance des stations pour expliquer la dynamique de recolonisation de la végétation après tempête.

Suite aux ouragans Lothar et Martin, de nombreuses parcelles ravagées ont été reboisées par régénération naturelle. Dans ce contexte particulier où la présence des rémanents pose difficulté, avec souvent absence ou insuffisance de semenciers, il est essentiel de réaliser un diagnostic stationnel préalable de la zone à reconstituer pour évaluer la faisabilité de la régénération naturelle. Les conditions stationnelles interviennent en effet sur :

- la nature et le comportement de la végétation (capacité de repro-

duction, relation entre les espèces objectif et les espèces concurrentes et/ou accompagnatrices...)

- et la dynamique de la végétation (elle-même dépendante des aléas, de l'action des animaux et des interventions du sylviculteur).

Après tempête, la végétation évolue vers un équilibre, après une phase pionnière et plusieurs phases transitoires. Dans le diagnostic, la question est de savoir si les conditions sont réunies pour que les phases se succèdent sans blocage dits « stationnels ».

Les observations et mesures réalisées par l'IDF en 2001 et 2002, sur des parcelles affectées par les tempêtes de 1982 en Auvergne et 1987 en Bretagne, montrent que la présence de semenciers proches (< 50 m) et la préexistence de semis avant la tempête sont déterminantes et conditionnent la reconstitution du peuplement. En Auvergne, l'influence de l'altitude, des niveaux trophique et hydrique, et de la végétation concurrente, a été mise en évidence. Cependant ces observations ne représentent qu'une photographie de la végétation 13 ans après tempête. Un suivi régulier aurait permis d'observer l'évolution de la végétation durant les premières années et d'évaluer l'opportunité d'intervenir pour en orienter la dynamique.

En revanche, après les ouragans de fin 1999, un réseau national dense a été constitué et permet d'observer l'évolution de la végétation sans intervention sylvicole (mesures tous les 3 à 5 ans sur 15 à 20 ans). Les premières observations sur les sites IDF mettent en évidence :

- une grande variabilité dans le type de régénération naturelle ;
- l'influence des stations, des semenciers proches, et de l'exploitation ;

- l'importance des préexistants ;

- une grande richesse d'essences présentes.

Ceci laisse penser que le sylviculteur aura le choix du type de recolonisation selon la gestion qu'il entreprendra. Ces éléments mettent aussi en évidence l'importance du diagnostic stationnel (essences, végétation concurrente) et du diagnostic de régénération avant toute opération. Enfin, le débardage doit être réalisé avec une attention particulière au terrain et à la dynamique de végétation, mais le nettoyage poussé est inutile. Les opérations sylvicoles devront privilégier :

- des interventions précoces en tenant compte des stations et de la végétation (sélection et dégagement) ;
- des peuplements clairs (favorisant la première phase de recolonisation de l'espace).

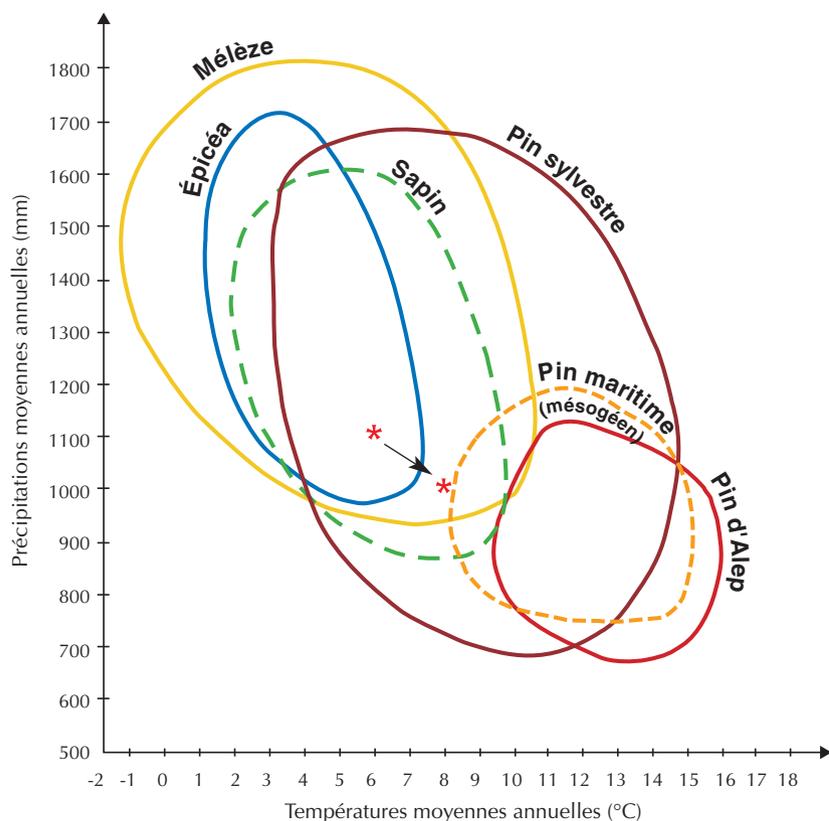


## Changement climatique et stations

Philippe Riou-Nivert a souligné l'importance de la connaissance des stations pour l'adaptation aux changements climatiques. Les conséquences attendues de l'évolution rapide et inéluctable du climat sont présentées dans le dossier du Forêt-entreprise n°162 (avril 2005).

Le climat est une composante essentielle de la station (qui intègre climat, sol, relief et végétation). Avant de planter, le sylviculteur doit tenir compte de l'adaptation de l'essence choisie à la station. Cependant la station ne peut plus aujourd'hui être considérée comme immuable, elle est en évolution permanente au gré des changements climatiques. Une essence

Aires ombrothermiques des principaux résineux français



*Un peuplement d'épicéa poussant sur une station où précipitation et température moyennes annuelles sont respectivement de 1 100 mm et 6 °C, ne résistera pas à 1 000 mm de précipitations et 8 °C de température moyenne annuelle.*

Source : Ph. Riou-Nivert 2005 d'après Douguedroit - 1976

d'exemple, les aires ombrothermiques (exigences en précipitations et températures) des essences informent globalement de la résistance future d'une essence à l'évolution prévue du climat (voir figure). Ces données encore sommaires devront être précisées et régionalisées. Et le potentiel d'adaptabilité des essences devra être évalué. D'ores et déjà, il est nécessaire d'installer des placeaux comparatifs d'essences, car il faudra progressivement remplacer certaines essences par d'autres, plus résistantes aux conditions climatiques futures. À ce propos, Gérard Dumé, ingénieur à l'IFN et ancien ingénieur IDF, a souligné que « si chacun mettait en relation ce qu'il observe, ce qu'il exploite, avec les données stationnelles disponibles, on serait à la tête d'une base de données très importante et riche d'informations ».

### Appel aux organismes de développement

Conscients de l'enjeu que représentent les stations, certains organismes de développement commencent déjà à réfléchir à des initiatives locales. Ces actions et leur diversité constituent une richesse exploitable à condition de les coordonner en favorisant la communication entre les expérimentateurs pour éviter les doublons et tirer parti des erreurs en mettant au point des protocoles communs, et en regroupant le traitement des données expérimentales pour démultiplier leurs enseignements. L'IDF peut appuyer les organismes de développement désireux de mettre en place des placettes d'observations, des études, ou des expérimentations sur le thème de

plantée aujourd'hui « en station » pourrait ne plus l'être dans quelques années. Face à ce constat, l'IDF a initié une réflexion difficile et délicate qui nécessite de se projeter dans l'avenir. L'adaptation au changement climatique est inscrite dans son programme :

- quelles essences planter sur quelles stations aujourd'hui avec un bon espoir de pérennité pour demain (dans 50 ans) ?
- comment orienter dès maintenant la sylviculture pour prévenir les stress de demain ?

La connaissance des stations est le point de départ la réflexion sur les prévisions à moyen et long termes.

Le travail de diagnostic sera réalisé en deux étapes :

- diagnostic stationnel prospectif en se basant sur les catalogues de stations et les facteurs limitants (réserve en eau, réserve minérale...) de façon à réaliser une « cartographie des risques » directement utilisable par le sylviculteur ;
- recherche d'essences et/ou de provenances adaptées à la station actuelle et à son évolution sur la durée de révolution prévue (synthèse sur l'autécologie des essences).

En parallèle, les prévisions des météorologistes s'affinent et permettront de mieux prévoir l'évolution locale du climat. À titre

l'adaptation des essences forestières au changement climatique. Face à une préoccupation qui dépasse largement les limites régionales, cette opération ne peut se concevoir qu'en faisant jouer les synergies. Les actions potentielles des organismes de développement forestier pourraient utilement s'insérer dans les réseaux scientifiques existants : densification des placettes d'observations, mise en place de réseaux de gestionnaires-observateurs volontaires, recours à des protocoles simplifiés scientifiquement valides...

Alain Colinot, animateur du réseau des organismes de développement, a appelé les Cetef et organismes de développement à contribuer aux études stationnelles pour mieux prendre en compte des risques et leur a proposé quelques pistes de collaboration.

Trois enjeux sont identifiables :

### Observer

- Mise en place et suivi de petits observatoires (suivi des dates de débourrement, de floraison, signes de dépérissement, apparition de nouvelles espèces...).
- Coordination avec des réseaux existants (DSF, IFN, sociétés naturalistes...).
- ...

### Comprendre

- Affiner l'observation : recensements locaux des dépérissements, corrélation avec la station, pouvant déboucher sur la réalisation de cartes de risques, par département par exemple.
- Bilans régionaux des plantations d'essences exotiques.
- Recensement et études des arborescences privés pour analyser le comportement des essences.
- ...

### Réagir

- Installation de plantations expérimentales (« arboretums d'acclimatation ») pour comparer les essences et les provenances entre elles.
- Recherche d'itinéraires économisant l'eau durant la phase critique de démarrage à la plantation (enherbement contrôlé, paillage...).
- ...

Des fiches autécologiques par essence, issues de ces travaux seront publiées régulièrement, ainsi

que les premières recommandations locales pour la conduite des peuplements existants et les objectifs de régénération. Jacques Marion, ancien directeur de l'IDF, en retraite, a suggéré que « *les organismes de développement pourraient insérer plus systématiquement l'utilisation des catalogues de station dans leur programme annuel* » et considère que « *le travail au sein d'un Cetef est déjà le meilleur moyen pour apprendre à utiliser les catalogues de station* ».

Le prochain rendez-vous « InterCetef » des organismes de développement forestier aura lieu les 5 et 6 octobre 2006, en région Nord-Pas-de-Calais-Picardie, sur le thème du vieillissement des peuplements et des difficultés de régénération qu'il entraîne. Ces deux journées seront l'occasion de poursuivre la réflexion sur l'adaptation des essences aux changements climatiques. ■

(1) Forêt-entreprise n°162 « La forêt face aux changements climatiques », librairie IDF, 23 avenue Bosquet, 75007 Paris, tél. : 01 40 62 22 80, Fax : 01 40 62 22 87, courriel : idf-librairie@cnppf.fr

### Résumé

Les Cetef et organismes de développement constituent un atout important. Les expérimentations qu'ils pourraient mettre en place, apporteraient plus rapidement des réponses à l'adaptation de la conduite des peuplements et à l'adaptation des essences au changement climatique.

**Mots-clés :** Cetef, station, expérimentations, changement climatique.

## Procédés de Paillage en Fibre de Bois

- Économie d'entretien.
- Garantit la reprise et le développement des jeunes plants.
- Protège, hydrate, équilibre, nourrit.
- Efficace 3 à 4 ans.

**ISOMAT®**

feutre aiguilleté en rouleau



Entièrement Biodégradable



**ISOPLANT®**

paillis en fibre de bois

Echantillons et Fiches disponibles sur simple demande auprès de notre service commercial.

**FLORENTEISE PRO**

Le Grand Patis  
44850 Saint Mars du Désert  
Tél: 02 40 77 49 63 Fax: 02 40 29 61 65  
Email: pascal.adam@florentaisepro.com

## dossier

*Boiser avec un  
accompagnement  
ligneux*

Dossier coordonné

par

Jacques Becquey

- 12** **En boisement, les essences accessoires ont de l'avenir...** (J. Becquey)
- 13** **Plantations mélangées : une alternative aux plantations monospécifiques d'épicéa ?** (Christine Deleuze)
- 14** **Plantations mélangées d'épicéa et de feuillus précieux...**  
(J. Di Placido, C. Deleuze, A. Berthelot, O.Pain)
- 16** **...d'épicéa commun et de douglas...** (J. Di Placido, V. Colson, D. Michaud, C. Deleuze)
- 19** **...d'épicéa commun et de bouleau** (J. Di Placido, A. Berthelot, C. Deleuze, O.Pain)
- 21** **Des pistes pour boiser des terres agricoles avec du merisier**  
(A. Gavaland)
- 26** **Exemples d'amélioration de la croissance et de la forme du noyer hybride** (A. Gavaland, H. Duval, J. Willm, L. Burnel)
- 32** **Effet d'un accompagnement d'aulnes sur alisiers et érables** (S. Girard, G. Armand, C. Vidal, A. Appert)
- 35** **Quels accompagnements ligneux choisir pour les plantations de noyer ?** (J. Becquey, C. Vidal)
- 39** **L'accompagnement ligneux améliore la réussite des plantations de noyer**  
(J. Becquey, C. Vidal)
- 45** **Des billes de noyer plus longues avec l'accompagnement ligneux** (J. Becquey, C. Vidal)
- 51** **Enseignements de 30 années de recherche sur les plantations mélangées en Italie**  
(E. Buresti Lattes, P. Mori, F. Pelleri, S. Ravagni)
- 56** **L'accompagnement du planteur** (J. Becquey)

# En boisement, les essences accessoires ont de l'avenir...

Jacques Becquey

**D**ans un contexte où le bois-énergie revient en force sur le devant de la scène, entraînant même certaines tensions sur le bois d'industrie, toute plantation susceptible de mettre sur le marché les produits recherchés mérite une certaine attention. C'est ainsi que des boisements composés d'essences précieuses destinées à produire du bois d'œuvre et d'essences accessoires à rôle cultural peuvent présenter un intérêt pour ces filières. Si dans cette association, l'essence accessoire, source de bois de feu ou d'industrie, est exploitable de façon rationnelle et si elle améliore la qualité du bois d'œuvre, c'est encore mieux !

Deux exemples permettant d'atteindre ces objectifs sont développés dans ce dossier. Le premier part d'une réflexion sur l'anticipation d'une possible pénurie en épicea commun, susceptible de mettre en difficulté les industries qui l'utilisent abondamment, dont les papeteries. Le second trouve son origine dans la difficulté de boiser avec succès des terres agricoles en feuillus précieux. Dans un cas il faut trouver des solutions pour continuer à mettre sur le marché une essence qui n'a plus la cote depuis les dernières tempêtes. Dans l'autre, il faut proposer des alternatives aux plantations classiques, permettant d'alléger leur suivi tout en maintenant, voire en améliorant, la qualité des essences de valeur.

Un moyen de pallier la pénurie d'épicéa est de l'installer au moins temporairement en mélange avec

d'autres essences, feuillues ou résineuses. Sa récolte au cours des premières éclaircies permet de répondre à la demande. Même s'il est toujours possible de le conserver en mélange pour la production de bois d'œuvre, sa principale fonction est de faciliter des interventions qui pourraient difficilement être réalisées au même stade avec d'autres essences moins recherchées par l'industrie. Trois types d'association, avec le douglas, les feuillus précieux et le bouleau, sont proposés à la suite d'un travail de synthèse réalisé en 2002 par J. di Placido pour le compte de l'AFOCEL (1).

Dans les boisements de terrains d'origine agricole, l'absence « d'ambiance forestière » retarde l'installation des feuillus précieux et nuit généralement à la forme des jeunes tiges. Les plantations pures et denses, tout comme celles à grands espacements, n'apportent pas toujours des réponses satisfaisantes. La différenciation de belles tiges se fait mal dans les premières et le suivi ne convient qu'à une minorité de planteurs pour les secondes. C'est ainsi que différentes solutions associant des espèces arbustives et arborées à croissance rapide aux plants de feuillus précieux ont été testées par l'IDF, des CRPF, l'INRA et le Cemagref. Le rôle de cette végétation complémentaire est multiple et varie selon les contextes : protection des jeunes plants, accélération de la fermeture du couvert réduisant les entretiens, éducation des tiges facilitant les élagages, production de biomasse. **Cette végétation arborée ou**



© J. Becquey

*Merisier accompagné par du bouleau.*

**arbustive à laquelle sont attribués ces rôles est qualifiée d'« accompagnement ligneux » et parfois de « bourrage ».** Les résultats d'une quinzaine d'expériences de tels accompagnements, associés à de l'éric, du merisier, de l'alisier et du noyer, sont présentés dans ce dossier.

Ces réflexions dépassent bien évidemment le cadre de nos frontières. Une synthèse présentant des expériences originales et l'évolution de la démarche italienne sur les plantations de feuillus sur terres agricoles au cours des trente dernières années complète ce panorama.

Un constat général : les essences à rôle cultural, de production intermédiaire ou d'accompagnement, devraient être plus utilisées dans les boisements, car elles facilitent l'obtention d'arbres d'avenir de qualité. Si en plus leurs débouchés sont assurés, elles ont vraiment de l'avenir ! ■

(1) Voir aussi d'autres solutions présentées dans le dossier « sylviculture des résineux », Forêt-entreprise n° 166 – 2006/01

# Les plantations mélangées : une alternative aux plantations mono- spécifiques d'épicéa ?

Christine Deleuze, AFOCEL

*De part ses nombreuses qualités, l'épicéa a été en France l'essence reine des reboisements d'après-guerre, type FFN (près de 30 % de ces reboisements dans les années 70) : une forte plasticité lui permettant de s'adapter à différents types de sols, une bonne rusticité avec une reprise assez facile, puis une conduite simple, une faible appétence au gibier, une production honorable sans problème majeur de forme et avec de bonnes propriétés technologiques, enfin un bois blanc apte à de multiples utilisations (papeterie, sciage, construction, déroulage et tranchage).*

**D**epuis une trentaine d'années, suite à de nombreux déboires, la tendance s'est totalement inversée (environ 1 % des reboisements ces dix dernières années) : problèmes phytosanitaires (scolytes et *Fomes annosus*), dégâts de chablis au cours des différentes tempêtes (1982 et 1999), dépérissements causés par des périodes de sécheresse, accusations des écologistes sur l'acidification des sols et la dégradation des paysages, utilisation plus marquée du douglas.

La plupart de ces récriminations est cependant à imputer aux pratiques sylvicoles plus qu'à l'essence elle-même, c'est-à-dire à une utilisation sur des stations peu adaptées et à trop fortes densités. Cette essence rustique et plastique a finalement permis des utilisations un peu extrêmes, source de sa désaffection actuelle.

Face à ce délaissement de l'épicéa, l'AFOCEL a mené une étude en France et dans les pays limitrophes (Allemagne, Suisse et Belgique) sur les alternatives sylvicoles pour l'épi-



*Plantation pure d'épicéa classique éclaircie.*

céa aux peuplements purs et réguliers. 11 types de sylviculture ont ainsi pu être présentés (Fiche Informations-Forêt 654). Forêt-entreprise a déjà publié 3 de ces types dans un numéro récent sur la sylviculture des résineux (n°166, p. 14 à 20). Trois nouveaux types sont décrits dans les articles suivants, axés plus particulièrement sur la plantation de l'épicéa en mélange.

Le premier type concerne le mélange avec des feuillus précieux, l'épi-

céa étant alors utilisé en peuplement de bourrage, récolté lors des premières éclaircies.

Le deuxième type présente le mélange douglas/épicéa, rencontré chez nos voisins belges pour mieux valoriser les éclaircies, en gardant un peuplement final principalement de douglas.

Le troisième type reprend les travaux de l'AFOCEL des dix dernières années concernant le mélange bouleau/épicéa. ■

© J. Becquey

# Plantations mélangées d'épicéa et de feuillus précieux

Jonathan Di Placido, Christine Deleuze, Alain Berthelot, Olivier Pain, AFOCEL (1)

## Avertissement

Les peuplements sur lesquels s'appuient les recommandations qui suivent sont principalement issus de plantations sur terrain agricole situées dans le Nord et l'Est de la France. Les feuillus concernés sont le merisier, l'érable sycomore, le chêne rouge d'Amérique, les noyers commun, noir et hybride. En fonction des conditions locales, la dynamique des essences peut varier et conduira donc à adapter la sylviculture présentée ci-dessous pour parvenir à l'objectif fixé.

## L'objectif de gestion

En partant d'un terrain nu, l'objectif est de produire à terme des feuillus de qualité. Les épicéas ont essentiellement un rôle éducatif (peuplement de bourrage) et sont récoltés au fil des éclaircies.

## Installation du mélange

### ■ Où ?

Ces types de mélange sont à réserver aux sols profonds, bien drainés et assez riches chimiquement.

### ■ Quand ?

- Les feuillus sont installés 2 à 4 ans après les épicéas pour profiter au mieux du gainage et ainsi diminuer les travaux de taille et d'élagage.

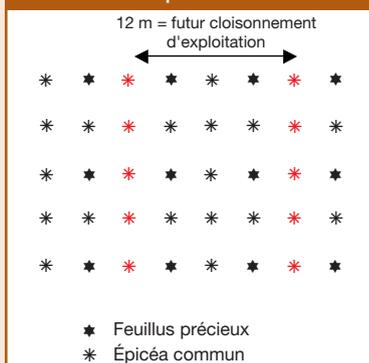
En effet, les feuillus considérés ont généralement un démarrage plus rapide que l'épicéa commun. S'ils sont plantés simultanément, ils se retrouvent rapidement au-dessus de ceux-ci, ne profitant pas de leur gainage.

### ■ Comment ?

- Plantation à 3 x 3 m, soit 1 100 plants/ha, comprenant 823 épicéas et 277 feuillus par hectare, selon la figure 1 :

On utilise des plants d'épicéa de 4 ans (2+2) ayant une hauteur comprise entre 40 et 60 cm. Les plants de feuillus, de 1 ou 2 ans en fonction de l'essence choisie, auront une hauteur supérieure à 50 cm. Ces derniers doivent généralement être protégés contre les dégâts de cervidés.

Figure 1 : Disposition de la plantation



## Soins aux jeunes peuplements



Plantation mélangée de 12 ans d'épicéa commun et de merisier sur terrain agricole (Franche-Comté).

- La plantation est dégagée 2 à 4 fois, selon la végétation concurrente. Dans le cas de boisements sur terrains agricoles, des dégagements chimiques localisés au glyphosate peuvent être réalisés.

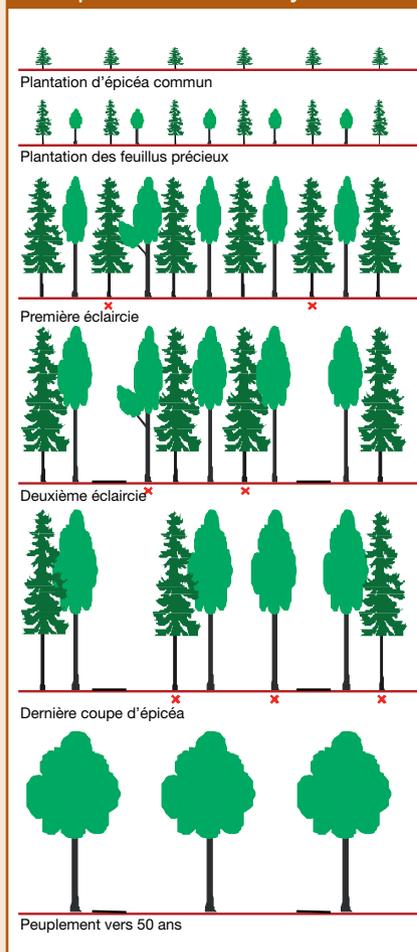
- Des tailles de formation sont effectuées sur les feuillus jusqu'à obtenir un tronc droit sur 6 à 8 m de hauteur pour environ la moitié des tiges et l'élagage est commencé sur celles-ci.

- Après la première éclaircie, 80 à 120 arbres d'avenir sont élagués sur 6 m de hauteur environ.

## Éléments économiques

Malgré une révolution plus longue pour le mélange, le calcul du TIR (Taux interne de rentabilité) ne fait ressortir aucune différence significative entre une plantation « épicéa et feuillus précieux mélangés » et « feuillus précieux pur »

Figure 2 : Représentation schématique de l'itinéraire sylvicole

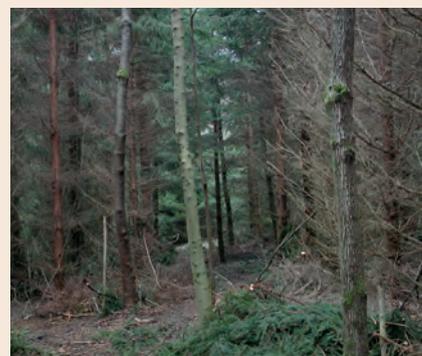


(TIR proche de 5 %). Si un avantage économique ne peut donc pas être réellement quantifié, le facteur risque est cependant notablement diminué dans le cas du mélange et donne une grande souplesse au niveau des travaux d'éducation à réaliser. ■

(1) AFOCEL Nord-Est, Route de Bonnencontre, 21170 Charrey-sur-Saône, tél. : 03 80 36 36 20, fax : 03 80 36 36 44, courriel : nordest@afocel.fr

## Conduite des peuplements

- La première éclaircie est réalisée vers 20 ans au profit des feuillus : systématique (1 ligne sur 4) et sélective (30 % du nombre de tiges, voir figure 1). Elle doit intervenir avant que les houppiers des feuillus ne soient trop étriqués ; ceux-ci doivent rester verts sur au moins la moitié de la hauteur totale des arbres. Le volume prélevé peut aller jusqu'à 70 m<sup>3</sup>/ha de bois de trituration.
- Les éclaircies suivantes ont lieu à la rotation de 5 ans dans les jeunes peuplements, à 8 ans pour les peuplements plus âgés. Elles sont principalement concentrées autour des arbres d'avenir.
- Au terme de la révolution, si



© F. Gastline, AFOCEL

Plantation mélangée de 20 ans d'épicéa commun, de noyer et de merisier sur terrain agricole (Franche-Comté).

aucun problème n'est survenu, le peuplement devrait être essentiellement composé de feuillus. Il devrait pouvoir être régénéré naturellement ou artificiellement.

## Bilan

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Installation d'une ambiance forestière sur terrain nu avant l'introduction des essences feuillues.</li> <li>■ Meilleure valorisation des produits : bois de trituration en épicéa commun et bois d'œuvre de qualité en feuillus précieux.</li> <li>■ Les premières éclaircies peuvent être mécanisées.</li> <li>■ Risque sanitaire abaissé les premières années.</li> <li>■ Abaissement du coût de protection contre frottis et abrouissements par rapport à une plantation pure de feuillus à forte densité.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Installation un peu plus complexe qu'une plantation pure.</li> <li>■ Décalage de la plantation d'épicéa commun et de la plantation des feuillus.</li> <li>■ Surveillance régulière pour suivre l'évolution de la compétition entre les différentes essences forestières.</li> <li>■ Paysage : dans les premières années, la plantation a l'aspect d'une plantation pure d'épicéa commun.</li> <li>■ Coût plus élevé en plantation sur terrains forestiers (qui ne nécessite pas d'accompagnement).</li> </ul>

## En savoir plus

Armand (G.) et al. – *Feuillus précieux - Conduite des plantations en ambiance forestière*. IDF, 1995, 112 p.

Becquey (J.) – *À quelle densité planter les feuillus précieux ? Quelques éléments de réflexion* – Revue Forestière Française XLIV, n° spécial, 1992, p. 71-76.

Becquey (J.), Boulet-Gercourt (B.), Dimkic (C.), Drénou (C.), Gauberville (C.), Sevrin (E.) – *Dossier : Mélanges et accompagnement*. – Forêt-entreprise, n° 118, 1997, p. 27-47.

Hubert (M.) – *Élagage et taille de formation des arbres forestiers*. – IDF, 3<sup>e</sup> édition, 2002, 288 p.

# Plantations mélangées d'épicéa commun et de douglas

Jonathan Di Placido, Vincent Colson, Daniel Michaud, Christine Deleuze, AFOCEL (1)

## Avertissement

Ce type de mélange et la sylviculture qui en découle ont été observés en Belgique et dans les Ardennes, avec des densités de plantations relativement fortes (2).

Ce mélange ne peut s'envisager que sur des stations adaptées aux deux essences (déconseillé dans des stations à déficit hydrique trop important, ainsi que dans des stations hydromorphes incompatibles avec les exigences du douglas).

## L'objectif de gestion

En partant d'un terrain nu, ces plantations peuvent avoir, à terme, deux objectifs : soit un peuplement final pur en douglas (cas le plus courant, vu la prédominance du douglas), soit un peuplement mélangé. Le choix de l'un ou l'autre des objectifs changera les proportions des deux essences à la plantation, ainsi que la

sylviculture à mener (essence à favoriser lors des éclaircies).

Dans le cas où l'objectif est un peuplement final pur en douglas, l'épicéa n'a qu'un rôle cultural de « bourrage ». Par contre, le choix de maintenir le mélange d'essences pendant toute la révolution du peuplement implique la nécessité de

favoriser l'épicéa avec comme conséquence une diminution de la production totale en volume, la productivité de l'épicéa étant inférieure à celle du douglas. Le maintien du peuplement mélangé aura cependant d'autres avantages par diversification des types et structures de peuplement.

## Installation du mélange

### ■ Quand ?

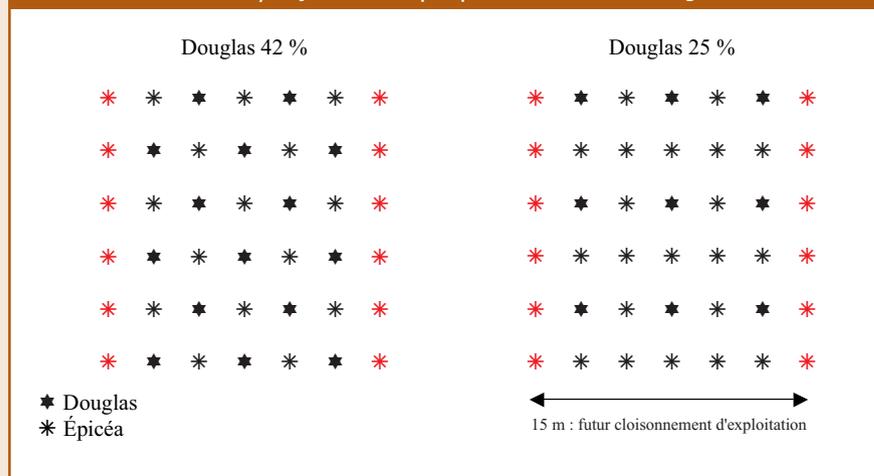
Les épicéas communs et les douglas sont installés la même année (éventuellement l'épicéa en fin d'hiver et le douglas en début de printemps). Il est difficile d'envisager une plantation des douglas deux à trois ans après celle des épicéas : les études belges montrent en effet dans ce cas le risque d'une forte dominance des épicéas.

### ■ Comment ?

Selon l'objectif fixé, la part initiale de douglas sera variable. Il faudra au moins un tiers de douglas dans une plantation à 2 500 tiges par ha (2 m x 2 m) ou la moitié de douglas dans une plantation à 2 000 tiges/ha (2 m x 2,5 m) pour atteindre un peuplement final pur de 200 douglas.

Si l'objectif est par contre de maintenir un peuplement mélangé jusqu'au terme de la révolution, des proportions inférieures à 33 % peuvent être choisies pour des densités de plantation identiques.

Figure 1 : Organisation spatiale de deux types de mélange possibles (à gauche, objectif d'un peuplement final pur en douglas ; à droite, objectif d'un peuplement final mélangé)



## Conduite des peuplements

- Une éclaircie pré-commerciale peut être conseillée vers 10-15 ans, après l'élagage de pénétration. Elle a pour but principal d'éliminer les douglas dominants mal conformés.
- La première éclaircie est réalisée vers 20 ans. Elle combine une éclaircie systématique enlevant une ligne sur six et une éclaircie sélective éliminant environ 30 % du nombre de tiges entre les cloisonnements ainsi ouverts. Grâce à l'organisation spatiale du mélange (mélange par pied d'arbre et non par lignes), la première éclaircie délivre principalement de l'épicéa commun.
- Après la première éclaircie, environ 250 tiges d'avenir par hectare sont élaguées à 6 m de hauteur, en une seule opération. La répartition de ces arbres en fonction de l'essence dépend de l'objectif que s'est fixé le gestionnaire (selon que l'épicéa est sélectionné ou non pour le peuplement final).



Peuplement mélangé de 48 ans : une densité initiale faible de douglas et un sol légèrement hydromorphe favorisant l'épicéa ont abouti au maintien du mélange à ce stade de développement (Forêt de Francorchamps, Ardenne belge).

- Les éclaircies suivantes sont effectuées à rotation d'environ 6 ans. Si l'on cherche à obtenir une douglaie pure, la plupart des épicéas auront été prélevés après 3 éclaircies. Par contre, le souhait de maintenir le mélange impliquera la nécessité de prélever davantage de douglas lors des premières éclaircies, y compris éventuellement parmi les individus intermédiaires, voire codominants, afin de favoriser l'épicéa.

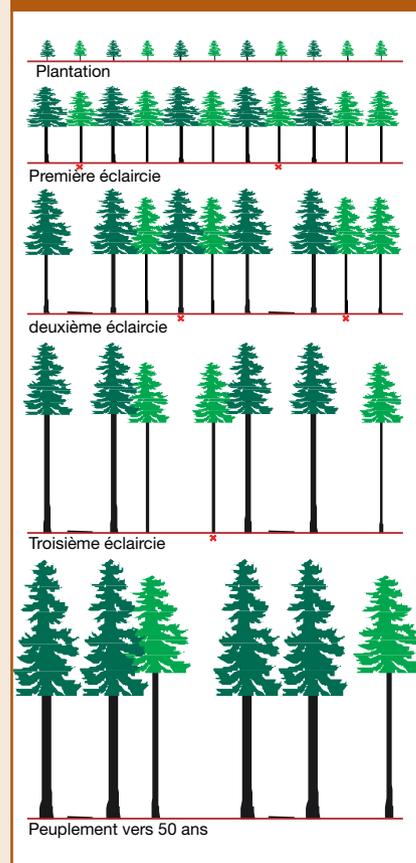
- Dans le cas du peuplement objectif pur de douglas, la coupe finale est réalisée vers 50-55 ans lorsque les arbres ont atteint un diamètre d'environ 60 cm. Pour l'objectif « peuplement mélangé d'épicéa commun et de douglas », la récolte des bois arrivés à maturité est étalée dans le temps et dépend des diamètres d'exploitabilité fixés pour les deux essences.



© V. Colson

Plantation mélangée par pied de 3 ans : l'épicéa constituera dès la formation de l'état de massif un bourrage pour l'essence objectif qu'est le douglas (Forêt de La Gleize, Ardenne belge).

Figure 2 : Représentation schématique de l'itinéraire sylvicole pour l'objectif «peuplement final mélangé»



## Éléments économiques

Deux avantages économiques de la plantation mélangée d'épicéa commun et de douglas peuvent être soulignés par rapport à une plantation pure de douglas de même densité initiale :

- un coût légèrement moindre de la plantation. Prix des plants : 0,3 € le plant d'épicéa commun (2+2) et 0,4 € le plant de douglas (2+1), même s'il est compensé éventuellement par un léger surcoût dû au mélange ;
- une meilleure valorisation des produits issus des premières éclaircies, les lots étant constitués presque exclusivement d'épicéas.

D'autres plantations à plus faible densité pourraient être envisagées mais n'ont pas été testées, l'intérêt du coût moindre des plants d'épicéas devenant cependant plus limité.

## Bibliographie

■ **Claessens H., Thibaut A., Rondeux J., (1996).** *Le douglas en Belgique.* Faculté universitaire des Sciences agronomiques de Gembloux. Centre de Recherche et de Promotion Forestières, section Ecologie, 142 p.

■ **Colson V.** *Contribution à l'étude des peuplements mélangés d'épicéa et de douglas en Région wallonne : état des lieux et analyses.* Gembloux : Faculté universitaire des sciences agronomiques, mémoire de fin d'études, 2001, 89 p.

■ **Colson V., Claessens H., Pauwels D., Rondeux J.** *Le mélange épicéa-douglas une association intéressante pour le sylviculteur ? (1<sup>re</sup> partie).* Silva Belgica, n°3, 2002, p. 34-38.

■ **Colson V., Claessens H., Pauwels D., Rondeux J.** *Le mélange épicéa-douglas une association intéressante pour le sylviculteur ? (2<sup>e</sup> partie).* Silva Belgica, n°4, 2002, p. 25-31.

## Bilan

POINTS FORTS	POINTS FAIBLES
<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Répartition des risques sur deux essences.</li> <li>■ Intérêts économiques au niveau de la plantation et de la valorisation des premières éclaircies.</li> <li>■ Mécanisation possible de l'exploitation.</li> <li>■ Dans le cas de l'objectif « peuplement final mélangé », possibilité de conversion vers la futaie irrégulière.</li> <li>■ Diversification des massifs.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ Sylviculture à préconiser uniquement pour des stations compatibles avec les exigences écologiques des deux essences.</li> <li>■ Installation un peu plus complexe qu'une plantation pure.</li> <li>■ Densités de plantation relativement fortes (&gt; 2 000 plants/ha).</li> <li>■ Surveillance régulière pour suivre l'évolution de la compétition entre les deux essences forestières en mélange.</li> <li>■ Paysage : garde l'aspect d'une plantation pure et régulière de douglas ou d'épicéa commun.</li> <li>■ Peut présenter des rendements moindres au moment de l'exploitation des premières éclaircies à cause du tri des produits.</li> </ul>

(1) AFOCEL Nord-Est, Route de Bonnencontre, 21170 Charrey-sur-Saône, tél. : 03 80 36 36 20, fax : 03 80 36 36 44, courriel : [nordest@afocel.fr](mailto:nordest@afocel.fr)

(2) L'objectif de ces très fortes densités est d'améliorer les paramètres de forme du peuplement final (défilement et branchaison). Le mélange épicéa commun et douglas se justifie alors pour baisser le coût d'installation, tout en valorisant mieux les premières éclaircies, à condition que l'exploitation mécanisée de ces éclaircies soit possible.

# Plantations mélangées d'épicéa commun et de bouleau

Jonathan Di Placido, Maryse Bigot, Daniel Michaud, Christine Deleuze, Olivier Pain, AFOCEL (1)

## Avertissement

L'étude de six peuplements mélangés situés dans le nord de la France et en Belgique ainsi que les résultats d'un programme national sur le bouleau conduit par l'AFOCEL depuis plusieurs années permettent de proposer des itinéraires sylvicoles associant l'épicéa commun et le bouleau. Pour cette essence, le bouleau verruqueux (*Betula pendula*) semble mieux adapté que le bouleau pubescent (*Betula pubescens*), du fait de sa dynamique de croissance et de ses exigences stationnelles.

## L'objectif de gestion

Pour la gestion des peuplements mélangés d'épicéa commun et de bouleau (principalement verruqueux), deux objectifs sont possibles :

- production de bois d'œuvre d'épicéa commun ; tous les bouleaux sont alors exploités en bois de trituration à la première éclaircie ;
- production de bois d'œuvre d'épicéa et de bouleau ; les débouchés de sciage ou de déroulage sont utilisés pour le bouleau.

## Installation du mélange

### ■ Origine du mélange ?

Trois origines sont possibles :

- régénération naturelle des deux essences : cas où bouleau et épicéa présentent chacun des densités supérieures à 600 tiges/ha ;
- plantation d'épicéa à faible densité dans un semis naturel de bouleau : le bouleau présente une densité supérieure à 600 tiges/ha et le semis d'épicéa est absent ou peu représenté ;
- ou plantation des épicéas et des bouleaux, sur terrain nu.

### ■ Quand et comment ?

Dans les régénérations de bouleau, les épicéas communs sont installés dès l'apparition des semis, à 4 m x 4 m.

Sur terrain nu, les deux essences sont installées simultanément en mélange, à des écartements de 3 m x 3 m ou 3 m x 2,2 m.

## Conduite des peuplements

Dans cette partie, nous traiterons simultanément différents itinéraires sylvicoles qui varieront en fonction de l'origine du peuplement (parmi celles citées ci-dessus) et de l'objectif de gestion que l'on s'est fixé : production unique de « bois d'œuvre d'épicéa » ou mixte de « bois d'œuvre d'épicéa et de bouleau ».



*Peuplement mélangé d'épicéa commun et de bouleau obtenu à partir de la combinaison d'une régénération naturelle de bouleau et d'une plantation d'épicéa. Parcelle de référence AFOCEL (Seine-Maritime, France).*

## Soins aux jeunes peuplements

- Les plantations sont entretenues de façon à favoriser la croissance de l'ensemble des plants, sans modification de la densité jusqu'à la première éclaircie.
- Dans les régénérations naturelles de bouleau plantées en épicéa, un dépressage est réalisé lorsqu'elles ont une hauteur de 4-6 m. Cette intervention laisse environ 600 bouleaux par hectare.
- Dans le cas de régénération naturelle des deux essences, un dépressage est également réalisé au même stade dans les épicéas et laisse aussi 600 épicéas par ha.

– Au stade de la première éclaircie, 200 à 250 tiges/ha sont élaguées à 6 m de hauteur, soit environ 1/3 des tiges sélectionnées parmi les bouleaux et 2/3 parmi les épicéas communs, quand l'objectif est de produire du bois d'œuvre de résineux et de feuillus.

– Quelle que soit l'origine du peuplement, différents scénarios d'éclaircie sont applicables (Figure 1).

*Reprise de la croissance de cet épicéa après le dépressage réalisé dans les bouleaux. Parcelle de référence AFOCEL (Seine-Maritime, France).*



### Éléments économiques

– Les coûts de plantation et de soins aux jeunes peuplements sont semblables à ceux que l'on aurait en plantation pure d'épicéa commun ou de bouleau verruqueux.

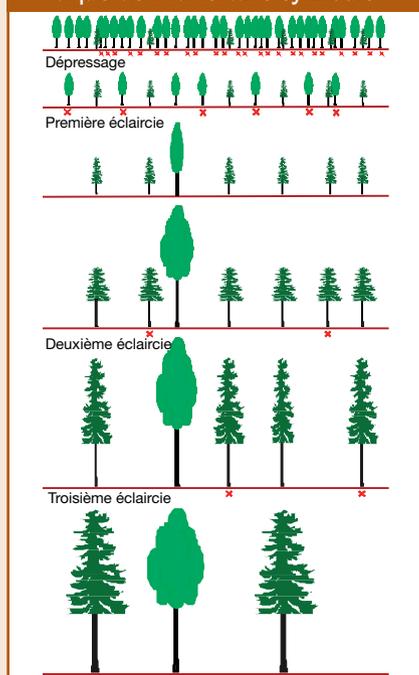
– Pour les travaux de dépressage dans les régénérations, on peut considérer que les coûts sont compensés par l'économie réalisée sur la plantation.

(1) AFOCEL Nord-Est, Route de Bonnencontre, 21170 Charrey-sur-Saône, tél. : 03 80 36 36 20, fax : 03 80 36 36 44, courriel : nordest@afocel.fr. La bibliographie est disponible auprès des auteurs.

Figure 1 : Itinéraires sylvicoles en fonction des objectifs de gestion choisis (source : Bigot, 2000)

	Objectif « bois d'œuvre épicéa »	Objectif « bois d'œuvre épicéa et bois d'œuvre bouleau »	
		Variante 1	Variante 2
<b>Première éclaircie</b> (dans les bouleaux uniquement)	reste 600 épicéas/ha (tous les bouleaux sont exploités)	reste 600 épicéas et 100 bouleaux/ha	reste 600 épicéas et 100 bouleaux/ha
<b>Éclaircie 2</b> (dans les épicéas uniquement)		reste 300 épicéas et 100 bouleaux/ha	reste 400 épicéas et 100 bouleaux/ha
<b>Éclaircie 3</b> (dans les épicéas uniquement)	Selon sylviculture habituelle de l'épicéa commun	–	reste 200-250 épicéas et 100 bouleaux/ha
<b>Coupe rase</b> (à partir de 45-50 ans)		Épicéas et bouleaux	Épicéas et bouleaux

Figure 2 : Représentation schématique de l'itinéraire sylvicole



### Bilan

#### POINTS FORTS

- Sylviculture pouvant être intéressante pour la gestion de peuplements endommagés par des accidents climatiques (givre, tempête...).
- Répartition des risques sur deux essences.
- Effet positif du bouleau sur l'état sanitaire des peuplements d'épicéa
- Aspects paysagers.
- Amélioration de la prospection du sol.
- Diversification des massifs.

#### POINTS FAIBLES

- Dans le cas de plantation, mise en place un peu plus complexe que pour une plantation pure.
- Surveillance régulière pour suivre l'évolution de la compétition entre les deux essences forestières en mélange.

# Des pistes pour boiser des terres agricoles avec du merisier

André Gavaland, ingénieur INRA (1)

*Des boisements de terres agricoles âgés d'une dizaine d'années issus de trois essais de l'INRA mettent en évidence une amélioration de la croissance et de la forme des merisiers plantés avec des aulnes, par rapport à des merisiers seuls. Ces principaux enseignements déjà présentés dans deux articles d'André Gavaland et al. (1997 et 2002) sont complétés ici de résultats plus récents.*

**L**e merisier, essence recherchée pour la qualité de son bois très couramment utilisé en ébénisterie, a beaucoup été utilisé depuis les années 80 en boisement de terres délaissées par l'agriculture, avec l'objectif de les valoriser par une production de bois de qualité. Cependant, les merisiers de qualité exploités jusqu'alors avaient poussé en forêt, bénéficiant ainsi d'une ambiance propice à leur croissance, contrairement au contexte de milieu ouvert des terres agricoles à boiser.



*Merisier accompagné d'aulne après éclaircie.*

## Un mélange « multi-objectifs »

La difficulté est précisément de constituer une ambiance forestière, c'est-à-dire d'obtenir le plus rapidement possible un peuplement fermé pour réduire la concurrence herbacée et maîtriser la forme, notamment la branchaison des arbres-objectif.

À la fin des années 80, les essais de l'INRA s'inscrivaient dans cette logique avec en plus l'objectif de préciser l'itinéraire technique associant la production de bois d'œuvre de merisier à celle de biomasse à

partir d'un accompagnement ligneux. Nous avons donc mélangé le merisier, planté à faible densité, à de l'aulne installé à différentes densités pour estimer les effets sylvicoles bénéfiques de ce dernier sur

Tableau 1 : Caractéristiques des sites expérimentaux

	Sainte Geneviève des Bois	Inguinuel	Velanne
Département	Loiret	Morbihan	Isère
Région IFN	Gatinais	Bretagne Sud	Plaine du Bas-Dauphiné
Altitude	124 m	145 m	500 m
Pluviométrie annuelle	600-700 mm	1000-1200 mm	1100 mm
Topographie	Légère pente Exposition est-ouest	Légère pente Exposition sud-ouest	Bas de vallon Exposition nord-est à est
Substratum géologique	Alluvions (Eocène-oligocène)	Granite	Molasse
Précédent cultural	Prairie	Culture annuelle	Prairie
Sol	Siliceux avec affleurement de silex	Filtrant sur arène granitique à profondeur variable	Brun plus ou moins lessivé
Texture	Sablo-limoneuse	Sablo-limoneuse	Sablo-argilo-limoneuse
pH eau	4,9 à 5,4	5,7 à 5,9	5,2 à 7,1
Date de plantation des merisiers	Février 1989	Avril 1990	Septembre 1991
Date de plantation des aulnes	Février 1989	Février 1991	Mars 1992 sauf une parcelle* plantée 1 an plus tard

\* Modalité D du bloc 4

Figure 1 : Hauteur des merisiers et des aulnes sur les trois essais

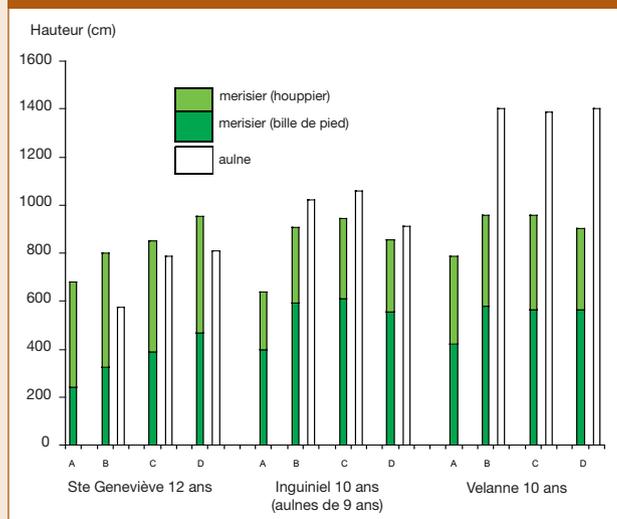
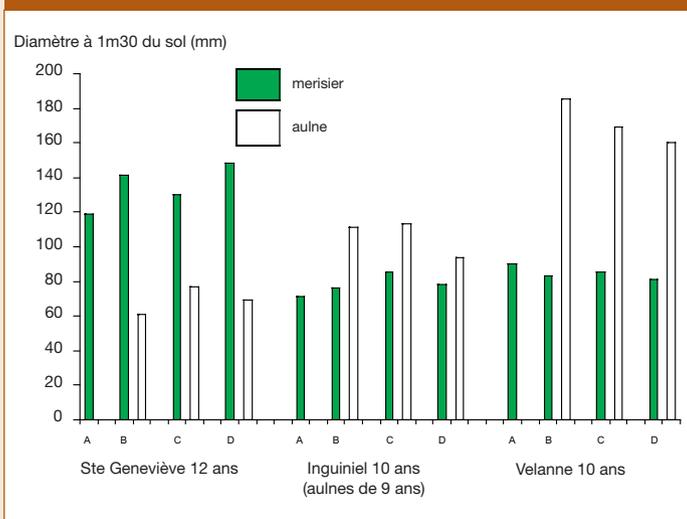


Figure 2 : Diamètre des merisiers et des aulnes sur les trois essais



de merisier et la possibilité conjointe de production de biomasse. Nous nous limiterons ci-dessous à présenter et à commenter les résultats concernant les effets de l'aulne sur le merisier.

### Des dispositifs identiques sur 3 sites différents

Les trois essais étudiés se situent sur trois sites très éloignés les uns des autres : Ste Geneviève-des-Bois (Loiret), Inguiniel (Morbihan) et Velanne (Isère). Leurs principales caractéristiques sont résumées dans le tableau 1.

Ils sont organisés suivant un même schéma général : dispositif en blocs à 3 ou 4 répétitions par site, comprenant une modalité témoin (A) où le merisier est planté seul à 6 m x 7 m (238/ha) et trois modalités (B, C et D) où le merisier est planté aux mêmes espacements que le témoin et en mélange avec de l'aulne à densité croissante. Les aulnes ont été plantés sur la ligne des merisiers et sur une ligne intercalaire à 3,5 m de la ligne des merisiers (voir Modalités p. 25), constituant ainsi une maille régulière comportant initialement de 3 à 13 aulnes pour un merisier : 5-9-13, 5-7-11 et 3-5-11

respectivement pour les modalités B-C-D à Ste Geneviève, Inguiniel et Velanne.

Pour ces essais, deux espèces d'aulnes ont été utilisées : l'aulne blanc à Ste Geneviève et Velanne, planté en même temps que les de merisiers (clones INRA) et l'aulne rouge planté un an après les merisiers à Inguiniel.

### La conduite des mélanges merisier – aulne

Sur les sites d'Inguiniel et de Velanne, l'aulne a poussé beaucoup plus rapidement que le merisier. Les figures 1 et 2 illustrent les différences de croissance entre les deux espèces respectivement en hauteur et diamètre.

L'objectif étant de favoriser la croissance du merisier, nous avons été amenés sur ces deux sites à procéder à des éclaircies successives pour limiter la compétition de l'aulne sur le merisier :

- les aulnes sur les lignes des merisiers ont tout d'abord été abattus lorsque les merisiers avaient 6 ans à Velanne, 9 ans à Inguiniel (une partie de ces aulnes avait préalablement été abattue à 6 ans à Inguiniel). Le ratio du nombre d'aulnes

sur le nombre de merisiers (A/M) a ainsi été ramené pour les modalités B, C et D à respectivement 2 ; 3 et 6 à Velanne et 3 ; 4 et 6 à Inguiniel.

- une éclaircie sur les lignes intercalaires d'aulnes a ensuite été effectuée lorsque les merisiers avaient 9 ans à Velanne et 11 ans à Inguiniel, réduisant le ratio A/M à 1 ; 2 et 2 à Velanne et 1,5 ; 1,75 et 2 à Inguiniel respectivement pour les modalités B, C et D.

- enfin, à Velanne, tous les aulnes restants ont été abattus pendant les 11<sup>e</sup> et 12<sup>e</sup> saisons de végétation. Les bois d'éclaircie ont été utilisés comme bois de chauffage par les propriétaires.

Aucune intervention sur les aulnes n'a été effectuée sur l'essai de Ste Geneviève, étant donnée la croissance plus forte des merisiers sur ce site (voir les figures 1 et 2).

### La croissance en hauteur du merisier, toujours améliorée

Sur les trois sites, le merisier pousse mieux en hauteur quand il est planté avec l'aulne, quelle que soit la densité d'aulne. Les différences deviennent significatives dès la troisième année de plantation des merisiers et s'accroissent jusque la

Figure 3 : Croissance des merisiers à Sainte Geneviève-des-bois

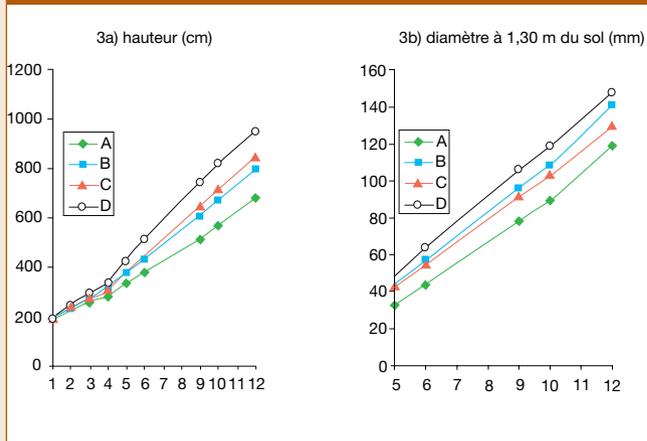
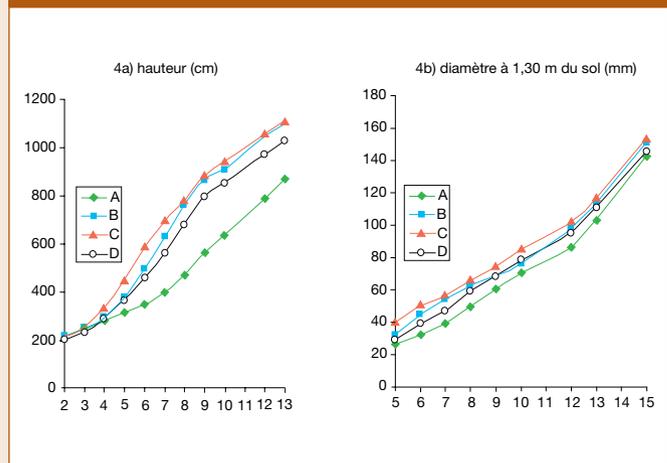


Figure 4 : Croissance des merisiers à Inguiniel



Les courbes de croissance en hauteur de Velanne, non représentées, présentent la même configuration que les courbes 4a. Les courbes de croissances en diamètre de Velanne, non représentées, présentent une configuration analogue aux courbes 4b, sauf la croissance du témoin qui dépasse toutes les autres à partir de la 9<sup>e</sup> année.

sixième ou septième année pour rester stables ensuite (Figures 3a et 4a). On constate cependant des différences entre sites : l'effet de l'aulne sur la croissance en hauteur du merisier croît avec la densité des aulnes sur le site où le merisier n'est pas dominé par l'aulne (Ste Geneviève), alors que sur les deux autres sites, la forte densité d'aulne (D) conduit à des gains inférieurs comparativement aux densités faible (B) et moyenne (C).

### Un effet variable de l'aulne sur la croissance en diamètre

Lorsque le merisier domine l'aulne (essai de Ste Geneviève), les plus forts diamètres sur merisier sont atteints avec la forte densité d'aul-

ne. *A contrario*, sur les deux autres sites, le diamètre des merisiers plantés purs a tendance à rejoindre celui de ceux plantés en mélange avec l'aulne (Figures 3b et 4b). Il le dépasse même à Velanne à partir de la neuvième année.

### Des merisiers plus grêles lorsqu'ils sont dominés

La figure 5 illustre pour les trois sites l'évolution du facteur d'élanement H/D des merisiers suivant la densité de l'accompagnement. Elle montre que l'aulne augmente significativement l'élanement du merisier, d'autant plus qu'il le domine. Sur l'essai de Velanne, les merisiers accompagnés présentent à 11 ans un H/D supérieur à 100 malgré les

éclaircies dans les aulnes. À ce niveau, il y a donc des risques de courbure des tiges, voire d'apparition de gourmands si elles se trouvent isolées trop brutalement au moment des éclaircies. Des données postérieures à l'abattage de tous les aulnes auraient permis d'observer la réaction des merisiers, avec les éventuelles dégradations des tiges, mais aussi le probable rééquilibrage des houppiers et l'amélioration du H/D.

Cependant, les résultats de l'essai d'Inguiniel montrent qu'après la seconde éclaircie dans les aulnes le facteur d'élanement des merisiers accompagnés connaît une tendance nette à la diminution et devient inférieur à 100 en 13<sup>e</sup> année (Figure 5b). Il est vraisemblable qu'une tendance comparable sera observée à Velanne.

Les merisiers de Ste Geneviève présentent des facteurs d'élanement nettement inférieurs à ceux des deux autres sites. Ceci confirme qu'ils subissent une moindre compétition par l'aulne, bien qu'aucune éclaircie n'ait été effectuée sur cette espèce à Ste Geneviève.

Figure 5 : Évolution du facteur d'élanement des merisiers sur les trois essais

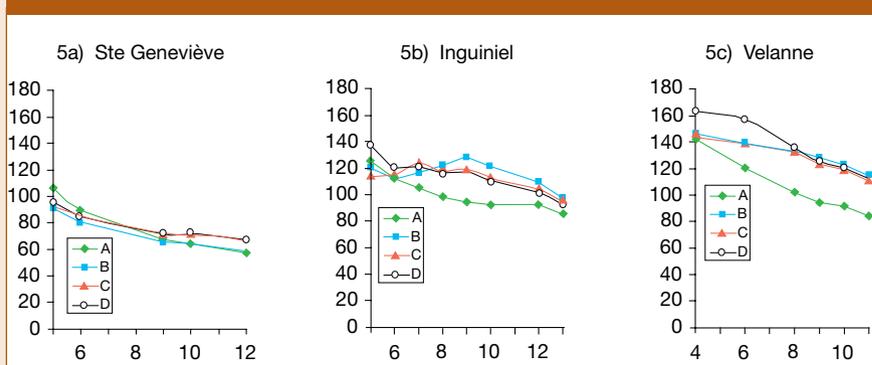


Tableau 2 : Estimation du volume de la bille de pied sur les trois sites

Modalité	Hauteur (cm)	Diamètre à 1,30 m (mm)	Diamètre basal (mm)	Hauteur de bille (cm)	Diamètre fin bout (mm)	Volume bille (dm <sup>3</sup> )	Gain (% de A)
Sainte Geneviève-des-Bois – 12 ans							
A (témoin)	680	119	147	241	52	26,4	100
B densité	798	141	168	324	68	48,2	182
C croissante	849	130	153	389	70	49,4	187
D d'aulne	953	148	171	465	84	75,1	284
Inguiniel – 13 ans							
A (témoin)	868	103	122	398	56	31,7	100
B densité	1098	113	129	592	69	55,6	175
C croissante	1109	117	133	611	73	61,4	193
D d'aulne	1027	111	128	557	69	51,4	162
Velanne – 11 ans							
A (témoin)	838	104	123	423	62	35,1	100
B densité	1008	94	108	577	62	38,4	110
C croissante	1009	95	109	565	61	38,2	109
D d'aulne	961	92	106	562	62	36,4	104

NB : Les variables Hauteur, Diamètre à 1,30 m et Hauteur de bille potentielle sont les moyennes issues des mesures des merisiers – les autres variables de ce tableau ont été calculées.

### Des branches basses de faible diamètre et une rectitude améliorée

Des observations sur la branchaison des merisiers et la forme du tronc n'ont concerné que le site d'Inguiniel. Elles n'ont été réalisées qu'en huitième saison de végétation sur un sous-échantillon de merisiers non taillés pendant les quatre saisons précédentes. Elles montrent que les merisiers accompagnés d'aulnes présentent moins de grosses branches et un nombre de courbures significativement moindre que les merisiers plantés seuls. Ces résultats partiels gagneraient cependant à être confirmés par des observations complémentaires.

### Des billes de pied plus longues et plus volumineuses

Des résultats antérieurs (Gavaland, 2002) ont montré que l'accompagnement d'aulne permet d'atteindre avec les merisiers une hau-

teur potentiellement élagable (hauteur sans défaut majeur, fourche ou grosse branche) plus élevée que celle d'arbres sans accompagnement. Pour compléter ces résultats, nous avons estimé pour chaque essai le volume moyen de la bille de pied des merisiers en assimilant celle-ci à un tronc de cône. Cette estimation (Tableau 2) suggère que le volume de la bille de pied est amélioré très sensiblement à Velanne, de 4 à 10 % à 11 ans suivant la densité initiale des aulnes, mais de manière plus marquée à Inguiniel, gain de 62 et 94 % à 13 ans, où la dominance des aulnes sur les merisiers a été moindre, et surtout à Ste Geneviève où l'estimation de gain à 12 ans varie de 82 à 184 % !

### Des résultats à traduire dans la pratique

Les résultats obtenus sur ces trois sites aux caractéristiques assez différentes ont montré que l'accompa-

gnement d'aulne rouge ou d'aulne blanc facilite l'installation et la réussite d'une plantation de merisier, d'autant plus que cet accompagnement pousse vite les premières années. L'aulne améliore la croissance verticale du merisier et peut également favoriser sa croissance en diamètre s'il ne le domine pas trop. Sur deux sites, les aulnes ont présenté une croissance beaucoup plus rapide que les merisiers, ce qui a nécessité des éclaircies précoces des aulnes pour maintenir la croissance des merisiers.

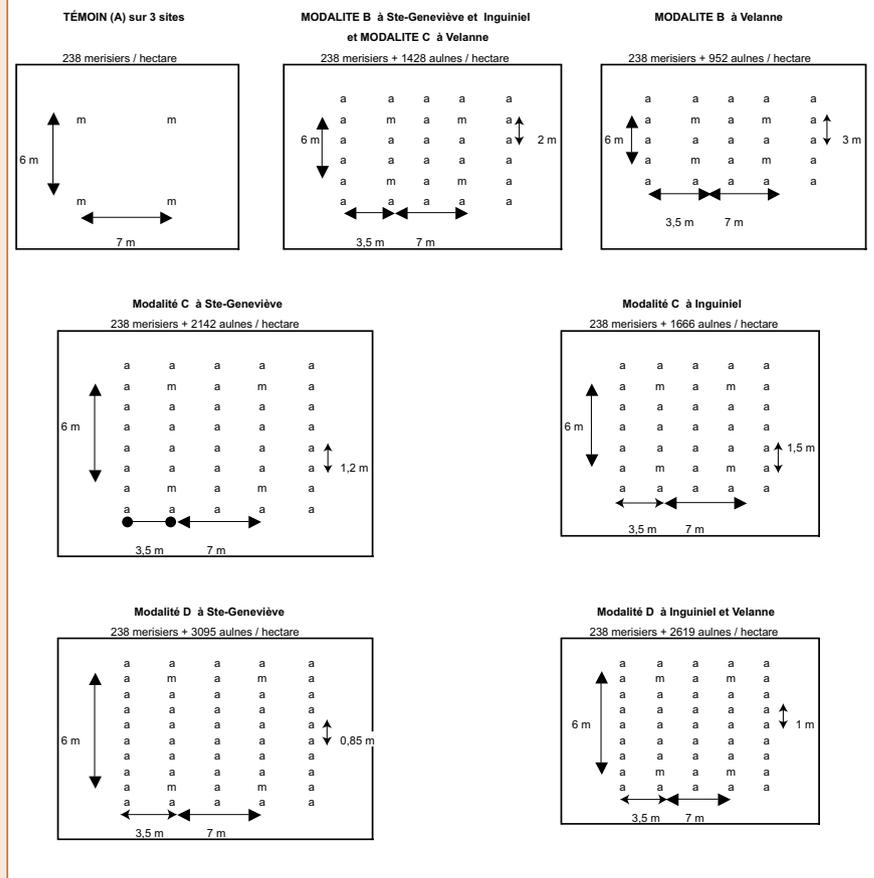
Les densités d'aulnes testées, environ de 1 000 à 3 000 aulnes à l'hectare, n'ont pas permis de supprimer les interventions de taille des merisiers même si la grosseur des branches a été réduite. Il reste indispensable de procéder à des tailles des merisiers dès la troisième ou quatrième saison de végétation pour supprimer le plus tôt possible les fourches et grosses branches

pouvant affecter durablement la qualité future de la bille de pied. L'accompagnement d'aulne permet cependant d'élaguer plus facilement les merisiers sur une plus grande hauteur car il ralentit le grossissement des branches. Dans la mesure où il n'est pas trop compétiteur pour le merisier, on peut espérer obtenir avec l'accompagnement un gain significatif sur le volume de la bille de pied du merisier et donc sur la production future de bois d'œuvre.

La démarche idéale pourrait être de planter un accompagnement qui pousse verticalement à la même vitesse que le merisier, voire sensiblement moins rapidement que ce dernier, à une densité pas trop élevée : 3 à 4 arbres d'accompagnement pour un merisier lorsque celui-ci est planté à environ 200 à 300 plants à l'hectare nous semble un maximum à ne pas dépasser. Au-delà, le coût de l'installation de l'accompagnement et le coût probable des éclaircies non commercialisables sur l'accompagnement risqueront de rebuter le sylviculteur. ■

(1) UMR Dynafor 1201 INRA-INPT/ENSAT Toulouse.

## Modalités



## Bibliographie

- Gavaland, A. et Gauvin J., (1997). *Des plantations de merisier avec accompagnement d'aulne : premiers enseignements d'un essai INRA*. Forêt-Entreprise n° 118, 21-26.
- Gavaland, A., Gauvin, J., Moreau, A. et Bouvarel, L., (2002). *De l'intérêt de planter le merisier avec un accompagnement d'aulne : les enseignements de trois essais INRA*. Revue Forestière Française n° 2-2002, 143-160.

## Résumé

Les résultats de trois essais de clones de merisier plantés sur terres agricoles à 6 m x 7 m, seuls ou en mélange avec diverses densités d'aulne rouge ou d'aulne blanc (3 à 13 aulnes par merisier), ont montré après plus de dix ans que l'accompagnement d'aulne favorise la croissance en hauteur et parfois en diamètre des merisiers, réduit la grosseur des branches basses et permet d'obtenir des billes de merisier plus longues et d'espérer un volume de bois d'œuvre de merisier plus important. Cependant, les aulnes poussent le plus souvent plus rapidement que les merisiers et peuvent devenir très compétiteurs pour ces derniers, nécessitant alors des éclaircies successives, voire une exploitation complète des aulnes entre six à douze ans après la plantation, pour maintenir la croissance des merisiers. Une densité de 3 ou 4 aulnes plantés en accompagnement d'un merisier semble suffisante pour obtenir un effet sylvicole favorable sur ce dernier. Il faudra toujours procéder aux interventions de taille et d'élagage des merisiers mais ces interventions seront facilitées.

**Mots-clés** : Plantation, terres agricoles, merisier, aulne blanc, aulne rouge, accompagnement ligneux, croissance, branchaïson.

# Exemples d'amélioration de la croissance et de la forme du noyer hybride par l'accompagnement ligneux

A. Gavaland, H. Duval, J. Willm, L. Burnel, INRA (1)



© J. Willm (UMR DYNAFOR)

*Cet article présente le bilan d'une plantation de noyer hybride âgée de dix ans, comparant différentes modalités d'installation, avec ou sans accompagnement ligneux. Parmi les modalités accompagnées, plusieurs associations sont testées, avec des espèces fixatrices d'azote (aulne à feuilles en cœur, robinier, olivier à fleurs en ombelles) ou non (bouleau verruqueux). L'effet de l'accompagnement sur la croissance, sur le besoin en taille de formation des noyers et sur le volume de la bille de pied, sont analysés et discutés.*

**L'**essai a été installé début 1996 sur une parcelle agricole, initialement plantée de pommiers, localisée à Lafrançaise (Tarn-et-Garonne), à une altitude de 85 m (Température moyenne : 12,4 °C, Précipitations moyenne : 730 mm/an). Le sol brun calcaire, alluvial, est profond et sans cailloux, de texture limono-sablo-argileuse. Le pH est élevé (8,3) et la teneur en matière organique est faible (12,2 g/kg). Il est bien pourvu en calcium, magnésium et potassium, mais assez pauvre en phosphore.

## Six modalités de plantation pour les noyers

Le dispositif comporte deux témoins sans accompagnement : **T1** (noyers plantés à 9 m x 10,5 m) et **T2** (noyers plantés à 3 m x 3,5 m) et quatre modalités avec accompagnement de haut jet (Figure 1) Celles ci comprennent des aulnes cordés (**T3 et T5**), des bouleaux verruqueux (**T4**), ou des robiniers

(**T6**) qui sont disposés sur la ligne des noyers (suivant la maille T1) et sur deux lignes intercalaires des lignes de noyer. L'ensemble noyer + accompagnement constitue une maille équivalente à celle des noyers dans T2.

La modalité **T5** comporte en plus de l'aulne un accompagnement arbustif constitué par des oliviers à fleurs en ombelles (*Elaeagnus umbellata*) plantés à 1,5 m de part et d'autre de chaque noyer.

Chaque modalité est répétée 4 fois et 16 plants sont mesurés sur chaque parcelle unitaire. Des mesures annuelles ont été réalisées sur tous les arbres de l'essai pendant les huit premières années et seulement sur les noyers la dixième année.

## Installation et conduite de la plantation

Les plants de noyer hybrides NG23 x RA (*Juglans regia* x *Juglans nigra*) étaient des 1+0 de 40-60 cm. Les dimensions des plants d'aulne, de

bouleau et de robinier étaient comprises entre 30 et 60 cm. Les plants d'olivier à fleurs en ombelles étaient des 30-45 cm.

Des regarnis ont été effectués en fin de première, seconde et troisième année de plantation.

Durant les premières années de plantation, la parcelle a été entretenue régulièrement par des passages d'outils de travail du sol à dents ou à disques dans les interlignes et par des désherbages chimiques sur les lignes de plantation. Localement, des drageons de pommiers sont apparus ; ils ont été régulièrement éliminés.

Étant donné la croissance très rapide des robiniers, deux éclaircies ont été réalisées en début de septième et neuvième saison de végétation. La première éclaircie a éliminé les robiniers sur la ligne des noyers, la seconde, ceux situés face aux noyers sur les lignes intercalaires (Figure 1) ; le ratio des effectifs noyer/robinier est ainsi passé de 1/8 à la plantation à 1/6 à 7 ans,

puis 1/4 à 9 ans.

Les noyers ont fait l'objet de tailles de formation et d'élagages tous les étés à compter de la quatrième saison de végétation. Lors de ces interventions n'ont été enlevées que les branches qu'il paraissait indispensable de couper, soit parce qu'elles étaient susceptibles de pénaliser la forme future du tronc (défaut de cime), soit en raison de leur fort diamètre à l'insertion (environ 3 cm ou plus) pouvant entraîner un défaut difficile à rattraper l'année suivante ou une grosse cicatrice.

## Des essences d'accompagnement aux comportements variés

Le taux de survie a été excellent pour les noyers, les oliviers d'automne et les robiniers. En revanche, la reprise des bouleaux et surtout des aulnes a été mauvaise en raison de la qualité médiocre des plants utilisés. Les regarnis en fin de première, deuxième et troisième années ont finalement permis d'atteindre un taux de réussite proche de 100 % pour les bouleaux et les aulnes.

Figure 1 : Disposition des noyers et de l'accompagnement ligneux selon les traitements

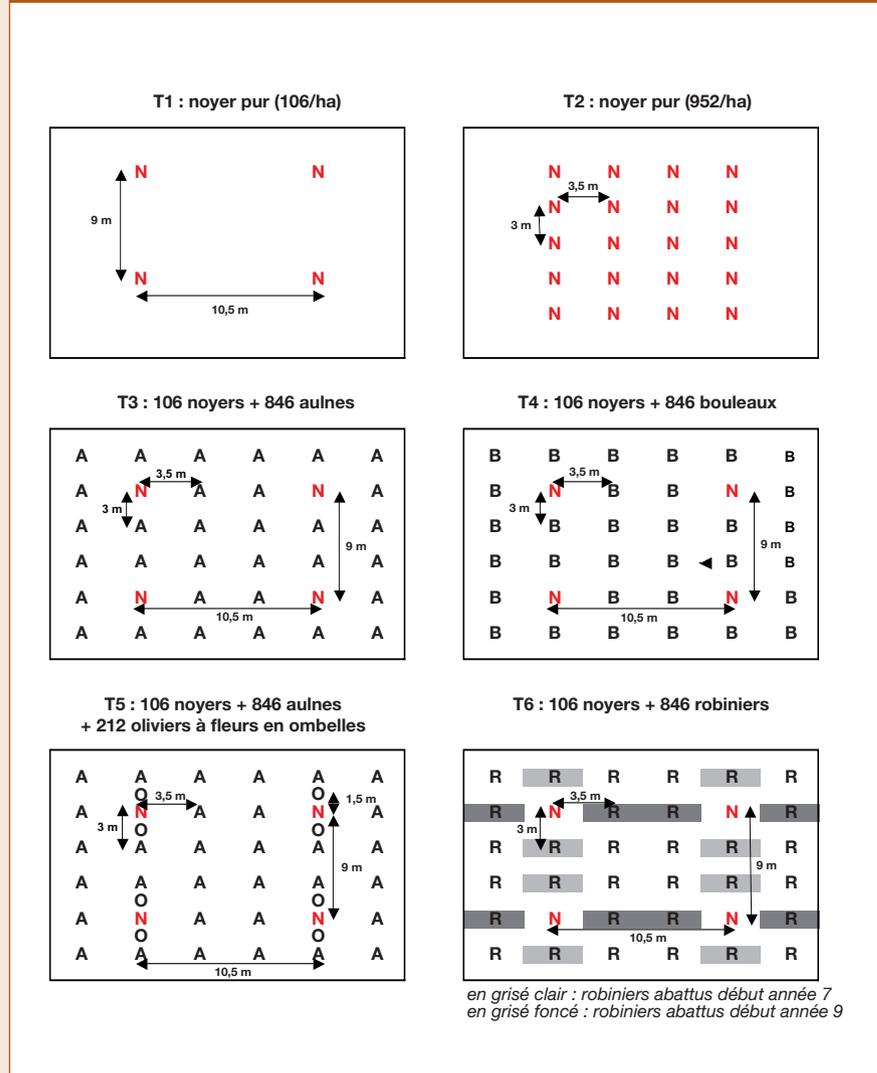
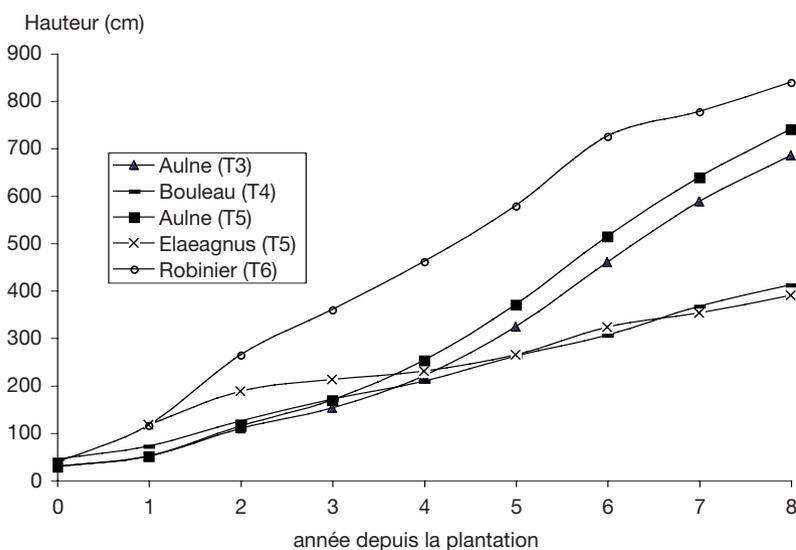


Figure 2 : Croissance en hauteur de l'accompagnement ligneux



On observe de très grandes différences de croissance entre les espèces accompagnant les noyers (Figure 2). Le robinier présente la plus forte croissance. Comme les noyers, il dépasse en moyenne 8 m en fin de huitième année de plantation, avec cependant un net ralentissement en septième année, probablement lié à l'éclaircie.

L'aulne cordé présente aussi une très bonne croissance puisqu'il atteint en moyenne 7,1 m en huitième année de plantation, sans présenter de ralentissement. Seul avec les noyers (T3), il pousse moins bien que lorsqu'il est associé à l'*Elaeagnus* (T5). Cette différence

Figure 3 : Croissance en hauteur des noyers

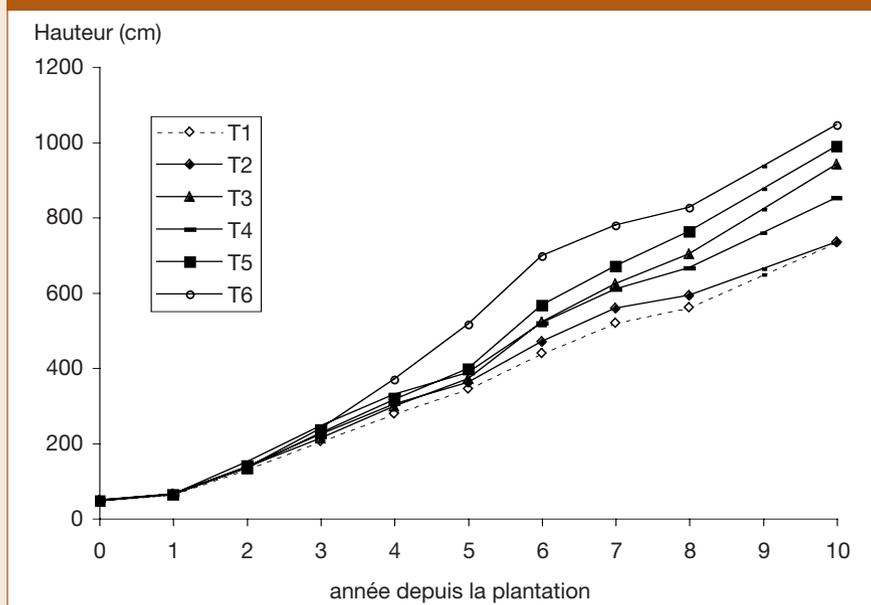
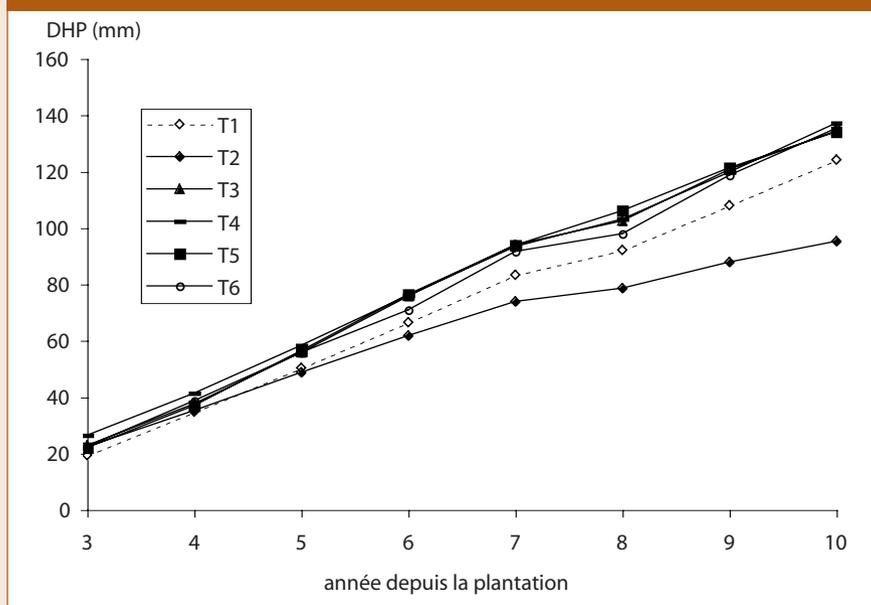


Figure 4 : Croissance en diamètre des noyers



pourrait s'expliquer par un effet positif des *Elaeagnus* sur la croissance des aulnes. Les noyers des ces deux modalités ont des hauteurs moyennes respectives de 7 m et 7,6 m à 8 ans.

Le bouleau présente une croissance relativement lente. Il n'atteint en moyenne que 4,1 m en fin de huitième année, alors que les noyers dépassent 6,6 m. Comme pour le robinier, les bouleaux plantés sur

les lignes des noyers poussent mieux que les bouleaux situés sur les lignes intercalaires (+ 16 cm en fin de septième année).

L'olivier à fleurs en ombelles atteint sensiblement la même hauteur que le bouleau. Mais, contrairement à ce dernier, il développe un port buissonnant qui lui permet de couvrir rapidement le sol au pied du noyer. En début de cinquième année, les oliviers à fleurs en

ombelles atteignent en moyenne 2,30 m de hauteur et couvraient presque l'espace qui les sépare des noyers et des aulnes les plus proches (Figure 1).

### Le robinier et l'aulne améliorent nettement la croissance des noyers

Les meilleures croissances en hauteur des noyers sont observées lorsqu'ils sont accompagnés de robinier (Figure 3). Ils dépassent en moyenne les 10 m de hauteur en fin de dixième année de plantation. Les différences avec le témoin pur planté à large espacement (T1) sont significatives dès la troisième année de plantation et s'accroissent avec le temps pour atteindre en moyenne 3,1 m en fin de dixième année. Les écarts de croissance en hauteur entre T6 et les autres modalités accompagnées deviennent significatives dès la quatrième année, mais se réduisent ensuite progressivement avec les modalités comportant des aulnes.

La croissance en diamètre des noyers accompagnés de robinier (T6) est supérieure à celle des noyers seuls à large espacement (T1). La différence n'est cependant pas significative. La figure 4 illustre les redémarrages de croissance en diamètre des noyers de T6 après les éclaircies dans les robiniers.

En fin de dixième année, les diamètres des noyers de T6 sont très proches des diamètres observés sur les noyers accompagnés par les autres essences (T3, T4 et T5), soit en moyenne 13,5 cm à 1,30 m du sol, alors que les noyers non accompagnés font en moyenne 12,4 cm de diamètre.

L'accompagnement d'aulne à feuilles en cœur (T3), de bouleau

(T4) et l'accompagnement combiné d'aulne et d'olivier à fleurs en ombelles (T5) favorisent également la croissance en hauteur des noyers (Figure 3). Ils ont aussi un effet favorable sur la croissance en diamètre des noyers : les résultats sont supérieurs à ceux obtenus avec l'accompagnement de robinier en sixième et septième année. Ils deviennent ensuite comparables consécutivement à l'effet positif des deux éclaircies dans les robiniers sur les noyers de T6. Les diamètres de noyers les plus élevés sont obtenus avec l'accompagnement de bouleau, probablement du fait du peu de concurrence qu'ils exercent ; ils sont en effet nettement dominés par les noyers.

L'effet du bourrage rapproché, des oliviers à fleurs en ombelles, sur la croissance des noyers semble limité dans ce dispositif.

Quant aux noyers plantés seuls à forte densité (T2), ils ont une croissance en hauteur significativement inférieure à celles de tous les noyers accompagnés (T3, T4, T5, T6) à partir de la septième année et en diamètre, dès la cinquième. Ils

souffrent de compétition latérale dès la sixième année et ce phénomène s'accroît avec le temps. Pour relancer la croissance en diamètre, et vraisemblablement en hauteur, il aurait fallu procéder à une éclaircie dès la septième saison de végétation

## Des noyers accompagnés un peu plus élancés

La tendance générale est une décroissance du facteur d'élancement (rapport hauteur sur diamètre) rapide jusqu'en cinquième année (Figure 5). Elle se poursuit ensuite plus lentement jusqu'à une valeur de 60, pour les noyers témoins à large espacement (T1) et les noyers dont l'accompagnement a une faible croissance (T4). Pour les noyers accompagnés d'aulne (T3 et T5) et pour ceux à forte densité (T2), il se stabilise, voire remonte légèrement, autour de 75. L'évolution du facteur d'élancement des noyers accompagnés par le robinier (T6) est un peu plus chaotique.

Ces observations traduisent d'abord l'évolution naturellement décroissante de ce facteur pour toutes les modalités, puis l'apparition de la

concurrence, vers la cinquième année. Cette concurrence, d'autant plus forte que la modalité est plus dense et comporte des essences plus vigoureuses, provoque une stabilisation voire une remontée du H/D. Inversement l'éclaircie des robiniers en libérant les noyers, a favorisé un abaissement du H/D qui avait déjà augmenté à cause d'une forte concurrence précoce. Il est intéressant de noter la capacité de réaction à l'éclaircie et de ré-équilibre des noyers à ce stade.

Quant à la forme des tiges, il ressort, assez logiquement, en dixième année que les noyers peu concurrencés (T1 et T4) sont un peu plus trapus (H/D voisin de 60) que ceux qui sont soit accompagnés par des essences à forte croissance (T3, T5, T6), soit à densité plus élevées (T2).

## Des billes de pied plus volumineuses

L'analyse du volume de la bille de pied des noyers calculé sur la base de nos hypothèses (hauteur élaguée de 5 m maximum ou jusqu'au défaut majeur s'il existe en dessous de 5 m) montre le bénéfice apporté par l'accompagnement ligneux (Figure 6).

Figure 5 : Évolution du facteur d'élancement (H/D) des noyers

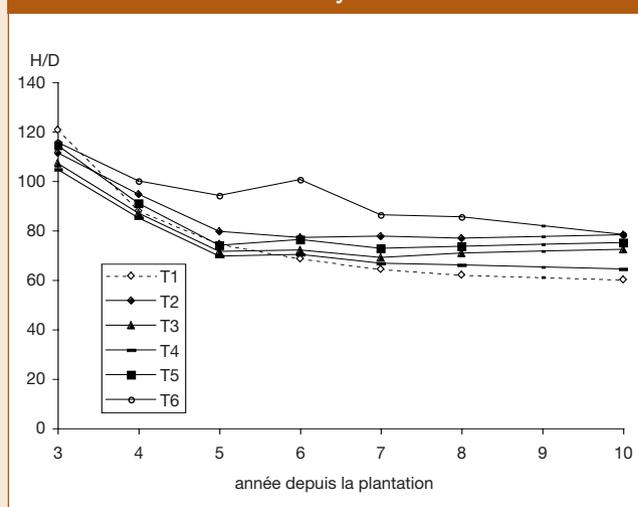


Figure 6 : Volume de la bille de pied des noyers en fin de dixième année

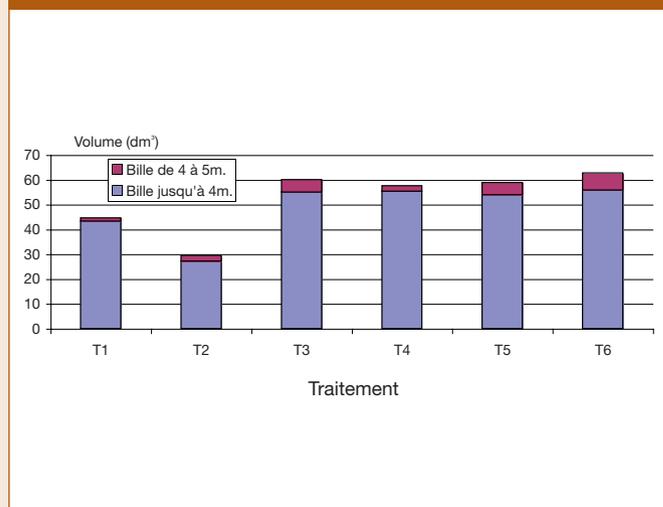
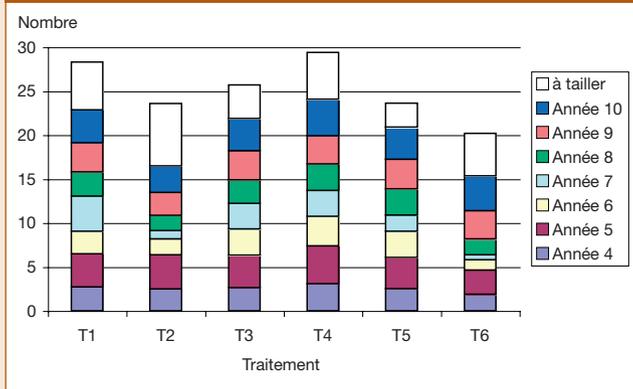
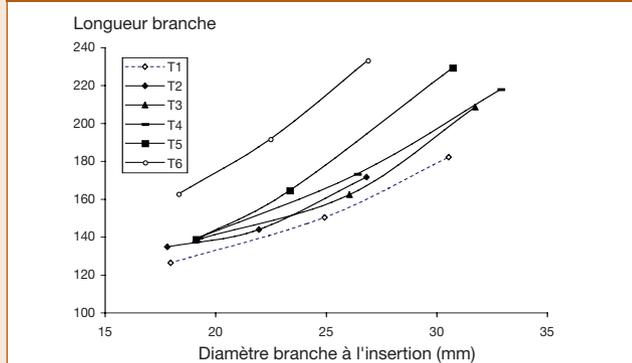


Figure 7 : Nombre de branches taillées ou restant à tailler sur les noyers

Figure 8 : Relation entre diamètre à l'insertion et longueur des branches coupées sur les noyers (moyennes par modalité des tailles en 4<sup>e</sup>, 5<sup>e</sup> et 6<sup>e</sup> saison de végétation)

En fin de dixième année de plantation, le volume de la bille de pied des noyers accompagnés est de 24 à 29 % supérieur à celui des noyers non accompagnés (T1) si l'on prend en compte un élagage jusqu'à 4 m maximum, et de 29 à 41 % pour un élagage qui pourrait atteindre 5 m. Le gain en volume de bois d'œuvre potentiel en élaguant jusqu'à 5 m maximum au lieu de 4 m est de 11 % sur les noyers accompagnés de robiniers (T6), contre 8 % sur les noyers accompagnés d'aulne (T3 ou T5) et seulement 4 % sur les noyers accompagnés de bouleau (T4).

Le calcul de la longueur de la bille de pied suivant nos hypothèses confirme également qu'un accompagnement ligneux efficace permet de procéder plus facilement à un élagage haut. Cette longueur moyenne est de 4,92 m pour les noyers de T6 (signifiant que presque tous les noyers peuvent être élagués jusqu'à 5 m) contre 4,82 m et 4,77 m respectivement pour T3 et T5, 4,46 m pour T4 (soit 49 à 55 % de la hauteur totale des noyers pour T3 à T6) et seulement 4,01 m (soit 57 % de la hauteur totale des noyers) pour T1.

L'accompagnement de robinier ou d'aulne, et de manière moindre de bouleau, ont également pour effet de réduire la conicité des troncs. La

figure 6 illustre l'importante perte en volume unitaire sur les noyers plantés seuls à forte densité (environ 1/3 de volume en moins comparativement à T1).

### Des tailles et des élagages facilités

Sur l'ensemble des branches coupées sur les noyers de la quatrième à la dixième saison de végétation, seuls 4 % des branches étaient insérées sur le tronc à plus de 4 m du sol. Ce pourcentage est cependant très variable suivant les traitements : moins de 1 % pour T1 et T4, 2,6 % pour T2, 4 à 6 % pour T3 et T5 et 12,4 % pour T6, traduisant comme précisé ci-dessus la possibilité de monter la bille plus haut principalement sur les noyers accompagnés de robinier et dans une moindre mesure sur les noyers accompagnés d'aulnes cordés. L'analyse des hauteurs d'insertion des branches enlevées confirme ce résultat : sur les noyers de T6, la hauteur moyenne d'insertion des branches enlevées était de 2,30 m, elle était sensiblement inférieure pour T5 (2,25 m) et T3 (2,06 m) et plus faible pour T4 (1,82 m), T2 (1,89 m) et surtout T1 (1,73 m).

Un accompagnement tel que le robinier ou l'aulne ayant une bonne croissance réduit les interventions

de formation de la bille de pied : sur les noyers accompagnés de robinier, seulement 15 branches ont été enlevées et 5 restent à enlever, soit un total de 20 branches pour obtenir une bille élaguée de 4 m, contre 28 branches pour le témoin T1, 29 pour T4, 26 pour T3 et 24 pour T5 et T2. Des différences moins marquées apparaissent sur les diamètres des branches coupées : en moyenne moins de 3 cm pour T3, T5 et T6 ainsi que T2, et plus de 3 cm pour T1 et T4. Ces résultats confirment l'efficacité du robinier et de l'aulne pour limiter le nombre et la grosseur des branches basses des noyers.

Une densité élevée de noyer (T2) produit également cet effet, mais en réduisant significativement la croissance des noyers (Figures 3 et 4).

L'étude de la relation entre diamètre et longueur des branches de noyer coupées montre que l'association avec du robinier (T6) se distingue des autres modalités (figure 8). Pour un diamètre donné, les branches de T6 font en moyenne 30 à 80 cm de plus en longueur. Une tendance comparable se dessine pour les noyers de l'association aulne + *Elaeagnus* (T5) ; leurs branches de la troisième saison de taille (sixième année de plantation) sont en moyenne 30 à 50 cm plus

longues que celles des autres modalités (T6 exclus). Ce résultat traduit l'effet de l'accompagnement ligneux sur le noyer : plus l'accompagnement est vigoureux et a tendance à recouvrir la base du noyer, directement (*Elaeagnus*) ou par ombre portée (robinier), et plus les branches basses du noyer ont tendance à s'allonger pour rechercher la lumière vers le milieu de l'interligne.

### En pratique, plusieurs itinéraires possibles

Parmi les essences forestières plantées en boisement de terres agricoles, le noyer est typiquement l'espèce qui se plante à larges espacements, proches de ceux du peuplement final. Il ne bénéficie donc pas, en général, de la phase initiale de « compression » liée à une fermeture rapide du couvert, permettant de s'affranchir rapidement de la concurrence herbacée, favorisant le développement en hauteur et réduisant la taille des branches basses. Les coûts de plantation sont alors minimisés, mais il faut être très vigilant sur les interventions de taille et d'élagage pour que tout arbre planté puisse rester un arbre d'avenir.

Avec une plantation de noyer à forte densité, on peut obtenir des branches de taille réduite sans affecter la croissance les premières années. Il faut ensuite procéder à des éclaircies successives pour favoriser la croissance en diamètre

des noyers. Les limites de cette technique sont d'ordre économique, surtout à cause du coût des plants de noyer hybride.

Une autre option, au coût intermédiaire consiste à planter le noyer en mélange avec une ou plusieurs essences secondaires. Les résultats présentés ci-dessus ont montré que ces essences améliorent la croissance du noyer ainsi que le volume et la cylindricité de la bille de pied, tout en réduisant les interventions de taille :

- l'effet le plus marqué a été obtenu avec l'accompagnement du robinier qui induit chez le noyer un gain important de croissance ainsi qu'une réduction du nombre et du diamètre des branches, par comparaison avec une plantation pure à grands espacements ;

- l'accompagnement d'aulne, éventuellement associé à l'olivier à fleurs en ombelles, conduit à des résultats similaires bien que les effets soient sensiblement moins marqués. Le bourrage rapproché d'olivier à fleurs en ombelles apporte un bénéfice supplémentaire mais peut constituer un obstacle qui complique et allonge les interventions dans le peuplement ;

- l'accompagnement de bouleau induit également un effet favorable sur la croissance en diamètre des noyers mais il n'a pas permis d'obtenir une réduction du nombre et du diamètre des branches à tailler en raison de sa croissance plus lente que celle des noyers.

On pourra retenir que l'essence accompagnatrice est d'autant plus efficace qu'elle a une croissance rapide, le risque étant cependant que le noyer soit très tôt dominé, avec pour conséquence une réduction de croissance et un tronc grêle et fragile.

Toute la difficulté est de trouver le compromis consistant à intervenir assez tôt dans l'accompagnement, pour éviter que le noyer soit trop dominé, mais pas trop, de manière à bénéficier de ses effets positifs le plus longtemps possible. Il faut aussi pouvoir valoriser le mieux possible les bois d'éclaircie.

En pratique, les essences d'accompagnement peuvent être co-dominantes, voire dominantes par rapport à l'essence-objectif jusqu'à ce que cette dernière atteigne 8 à 10 m. Les essences d'accompagnement doivent alors être rabattues et limitées à un sous-étage au-dessus duquel l'essence-objectif pourra ensuite développer son houppier. ■

(1) UMR DYNAMAFOR 1201 – INRA INPT/ENSAT Toulouse.

### Remerciements

Nous remercions sincèrement Monsieur et Madame Ciliberti, les propriétaires, pour nous avoir permis d'utiliser leur parcelle, pour avoir entretenu régulièrement la plantation et pour leur accueil chaleureux. L'essai a pu être mis en place grâce aux financements du Conseil Régional de Midi-Pyrénées.

### Résumé

Un essai sur noyers hybrides âgés de dix ans compare la croissance, le volume de la bille de pied et les besoins de taille de trois scénarios de plantation : noyer planté seul à larges espacements (9 m x 10,5 m) ou à espacements rapprochés (3 m x 3,5 m), noyer planté à 9 m x 10,5 m avec accompagnement ligneux. L'accompagnement ligneux améliore la croissance en hauteur et en diamètre, augmente le volume de la bille de pied des noyers, et réduit le nombre et la taille des branches à couper pour former la bille de pied. Le robinier est apparu comme l'espèce la plus efficace pour accompagner le noyer à condition de limiter la compétition qu'il exerce sur ce dernier par des éclaircies précoces.

**Mots-clés :** accompagnement, noyer hybride, robinier.

# Effet d'un accompagnement d'aulnes sur la croissance et le développement d'alisiers et d'érables

Sabine Girard, Gérard Armand, Christophe Vidal (IDF) et Arnaud Appert (Gedefor 55)

*L'influence bénéfique d'une végétation de proximité sur la forme et la croissance de jeunes arbres (le fameux effet de « gainage ») a été un argument déterminant pour développer des techniques visant à la reconstituer artificiellement. Ainsi, sur anciennes terres agricoles, différentes espèces-objectif ont été installées à des densités relativement faibles mais « accompagnées » par d'autres essences. Les résultats présentés dans cet article ont été obtenus en Lorraine sur une plantation âgée d'une dizaine d'années.*

**C**ette ancienne parcelle cultivée a été plantée sur environ 3 ha d'érables sycomores et d'alisiers torminaux à faible densité (640 tiges par ha, soit 6 m x 2,6 m) en février 1995. Entre les lignes, des aulnes à feuilles en cœur (*Alnus cordata*) ou bien des tilleuls à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos*) ont été installés en même temps et à la même densité, ce qui correspond à une densité

## Conditions stationnelles

- Localisation : Dainville (55)
- Altitude : 320 m
- Topographie : milieu de versant orienté ouest/sud-ouest
- Température : 8 °C de moyenne annuelle
- Précipitation : 1 000 mm/an environ
- Sol brun calcaire à forte charge en cailloux à partir de 20 cm de profondeur. Limon argilo-sableux jusqu'à 20/25 cm de profondeur, pH neutre, pas d'effervescence à l'acide de la terre fine.
- Antécédent : culture de colza
- Station : hêtraie-chênaie de versant est ou ouest sur sol riche en calcaire actif.
- Dispositif : 4 placettes d'environ 0,8 ha dans lesquelles une trentaine d'arbres a été mesurée.

## Calendrier des opérations

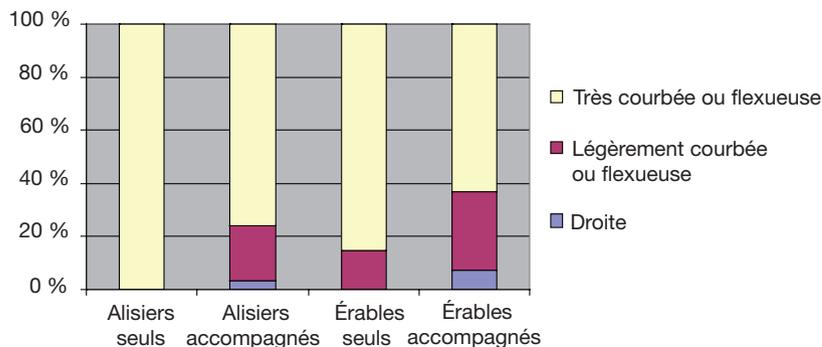
1994 :	Août	Labour à 30 cm suivi d'un décompactage au chizel jusqu'à 45 cm ;
1995 :	Février	Plantation : Érable sycomore (1-0) de 50 à 70 cm de hauteur Alisier torminal (1S1) de 30 à 50 cm de hauteur Aulne à feuilles en cœur ( <i>Alnus cordata</i> ) (1S1) de 70 cm et +. Sylvitub de 120 cm autour des érables et des alisiers.
	Juin	Fauchage ;
1996 :	Avril	Fertilisation individuelle des érables et alisiers avec 150 g de phosphate d'ammonium
	Juin	Désherbage sur la ligne des érables et alisiers
1997 et 1998		Taille de formation des érables
2004 :	Août	Prédésignation d'érables et d'aulnes (170 tiges/ha environ) Taille et élagage des arbres prédésignés (érables + aulnes) Dépressage à bois perdu dans les aulnes (2 arbres sur 5 en moyenne).

té totale de 1 280 tiges/ha. La dent du chevreuil a eu raison des tilleuls qui, dès la deuxième année, avaient totalement disparu. De ce fait, dans une partie de la parcelle, alisiers et érables se sont développés seuls, alors qu'ils étaient « accompagnés » par les aulnes dans l'autre.

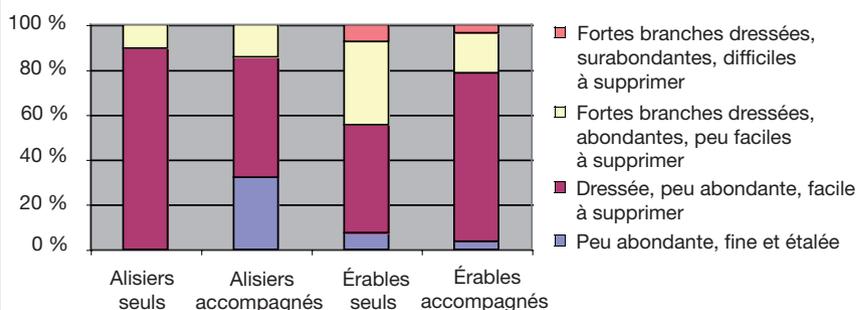
## Une plus forte croissance

Dix ans après la plantation, les hauteurs atteintes par les deux essences-objectif sont relativement faibles. Outre des potentialités sta-

Graphique 1 : Rectitude des tiges, dix ans après plantation



Graphique 2 : Qualité de la branchaison, dix ans après plantation



tionnelles moyennes, le nombre restreint d'interventions pour limiter la concurrence des graminées (fauchage ou désherbage chimique) dans les années qui ont suivi la plantation explique probablement les faibles performances observées. Quoiqu'il en soit, la croissance en hauteur et en diamètre des deux espèces a été significativement plus forte lorsqu'elles ont été installées avec des aulnes (Figures 1 et 2) et cela à partir de la 7<sup>e</sup> année qui a suivi la plantation.

À l'heure actuelle, cette différence de hauteur atteint 1,2 mètre pour les érables ce qui correspond à un gain de croissance lié à l'accompagnement de 36 % et 0,6 mètre pour les alisiers (soit un gain de 22 %).

À partir des mesures réalisées, nous avons tenté de représenter schématiquement l'importance relative du

volume aérien occupé par chacune des essences avant le dépressage (Figures 1 et 2). Les alisiers, moins poussant que les érables (3,3 m et 4,6 m respectivement, à 10 ans), se trouvent beaucoup plus confinés et, actuellement, seule leur partie sommitale se trouve en pleine lumière. Au contraire, la « tête » des érables est passée au-dessus de la partie la plus large du houppier des aulnes et le tiers supérieur de leur tige se trouve en pleine lumière.

Les érables accompagnés et ceux poussant en plein découvert présentent des coefficients d'élancement (rapport Hauteur/Diamètre à 1,30 m) similaires : jusqu'à présent, l'accompagnement a provoqué pour cette essence un gain en hauteur et, de façon équivalente, un gain sur le diamètre. En revanche, il est assez surprenant (et inhabituel) d'observer que les alisiers en pleine

lumière sont plus filiformes que ceux plantés entre les aulnes.

## Un plus grand nombre d'arbres de qualité...

Globalement, la rectitude des tiges est assez médiocre, probablement à cause de la faible vigueur des jeunes arbres, elle-même liée à des facteurs que nous avons déjà évoqués : la faiblesse des potentialités stationnelles et l'importance de la concurrence herbacée.

Néanmoins, dans les zones où les essences-objectif sont accompagnées, les défauts de forme sont moins nombreux. Alors que tous les alisiers en plein découvert sont très courbés ou très flexueux et donc *a priori* peu aptes à produire du bois d'œuvre, un quart des plants accompagnés présente une tige de qualité, soit environ 140 plants/ha. Dans le cas des érables, seuls 15 % des plants installés sans accompagnement sont indemnes de gros défauts de rectitude (soit une centaine de plants/ha) contre 37 % des plants accompagnés (240 plants/ha) (Graphique 1).

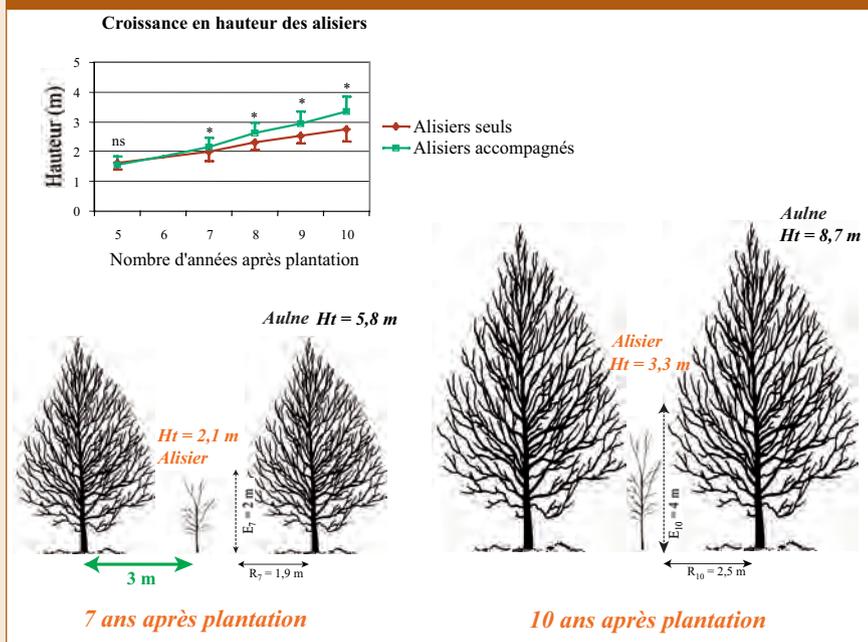
Par ailleurs, en présence d'aulnes, un plus grand nombre d'alisiers présente une branchaison peu abondante, fine et étalée tandis que la proportion d'érables avec des branches peu faciles, voire difficiles à supprimer diminue (Graphique 2).

## ...mais des tailles et élagages nécessaires.

Dix ans après plantation, les gestionnaires ont estimé qu'il était nécessaire de tailler et d'élaguer les

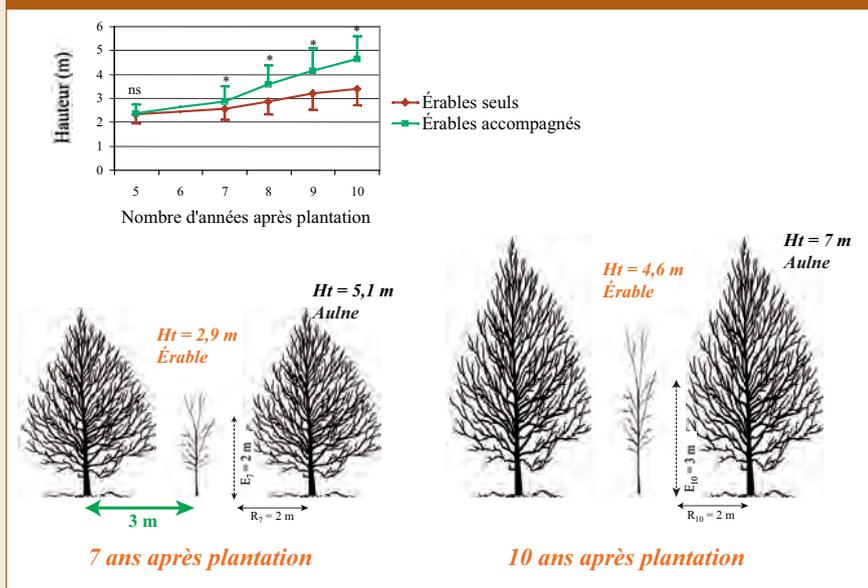
arbres objectif, y compris dans les zones où leur croissance avait été accompagnée. En effet, même si la qualité des arbres est meilleure dans ces zones, leur nombre semble insuffisant pour s'abstenir de toute intervention. Un quart seulement des alisiers présente une tige de qualité (140 tiges/ha) et un tiers des érables (240 tiges/ha). Finalement, environ 170 tiges/ha ont été prédésignées (sauf dans la partie où les alisiers, non accompagnés, dépassent tout juste 3 m de hauteur). Dans les parties où les essences-objectif sont accompagnées, 10 % des tiges prédésignées sont des aulnes. Tous les arbres prédésignés ont été taillés et élagués et un dépressage a eu lieu à leur profit. Cet exemple montre l'effet bénéfique d'un accompagnement d'aulnes à feuilles en cœur sur la croissance et la forme d'érables sycomores et d'alisiers torminaux et cela sur un type de station aux potentialités moyennes. De plus, en l'absence quasi-totale de frais liés à l'entretien de la parcelle, un tel itinéraire permet de disposer, dix ans après la plantation, d'une quantité suffisante de tiges de qualité pour constituer le peuplement pur d'essences-objectif. Par ailleurs, en conservant de belles tiges de l'essence d'accompagnement, le sylviculteur peut diversifier le peuplement. Il convient néanmoins de souligner les surcoûts engendrés par ce type d'itinéraire tant à l'installation que lors du premier dépressage. ■

Figure 1 : Alisiers accompagnés d'aulnes Dainville (55)



$E_7$  et  $E_{10}$  : Hauteur du niveau du houppier le plus large  
 $R_7$  et  $R_{10}$  : Rayon maximal du houppier des aulnes du côté des essences-objectif  
 \* : différence statistiquement significative  
 ns : différence non significative

Figure 2 : Érables accompagnés d'aulnes Dainville (55)



**Résumé**

Les effets d'un accompagnement d'aulnes à feuilles en cœur (*Alnus cordata*) sur la croissance et le développement d'érables sycomores et d'alisiers torminaux ont été observés au cours des 10 premières années dans une plantation réalisée sur ancienne terre agricole. Les arbres accompagnés d'aulnes ont une hauteur plus élevée et des tiges de meilleure qualité que ceux installés sans accompagnement, et cela à partir de la 7<sup>e</sup> année après plantation.

**Mots-clés :** accompagnement, alisier, sycomore, aulne.

# Quels accompagnements ligneux choisir pour les plantations de noyer ?

Jacques Becquey, Christophe Vidal, IDF

*Un bilan réalisé sur huit plantations âgés de 8 à 12 ans confirme l'intérêt de plusieurs essences utilisées pour « accompagner » les noyers, sous réserve de les installer à des espacements adaptés. Il remet partiellement en cause l'utilisation d'espèces arbustives.*

**P**our évaluer l'intérêt de planter des noyers en association avec d'autres espèces ligneuses et vérifier la faisabilité de ce type de boisement, des dispositifs expérimentaux ont été installés dans plusieurs régions par l'IDF et les CRPF. Ils comparent une modalité témoin « classique », comportant des noyers purs installés à grands espacements, à une ou plusieurs autres modalités dans lesquelles sont intercalées, entre les noyers aux mêmes écartements, des essences arborées ou arbustives, ou une combinaison des deux. Les modalités, généralement non répétées sur le même dispositif, ont souvent été reprises sur plusieurs sites, de façon à mesurer leur influence dans différentes conditions et à contrôler la représentativité des résultats. L'éclatement géographique de ces comparaisons permet de compléter les observations faites sur des dispositifs de recherche, avec répétitions (1), tout en multipliant les parcelles de démonstration intéressantes les vulgarisateurs. Un premier bilan est présenté sur huit dispositifs choisis parmi les plus anciens. Leurs caractéristiques sont illustrées et décrites dans les pages et articles suivants. Cette synthèse ne permet pas de donner des résultats définitifs et généralisables, du fait de la variabilité des stations et des dispositifs

étudiés. Elle fournit cependant déjà des tendances intéressantes pour le sylviculteur, qui seront progressivement ajustées lors de l'analyse d'autres dispositifs. Nous nous bornerons ici à tirer les principaux enseignements de ces dispositifs en matière de composition et de disposition des accompagnements, deux autres articles abordant les principaux résultats obtenus sur les noyers eux-mêmes (1).

## Les rôles attendus de l'accompagnement

Dans les plantations étudiées, l'objectif est d'obtenir à terme une plantation de noyer quasiment pure, dominant éventuellement un sous-étage arbustif, aucune autre essence-objectif n'ayant été installée en mélange. Les arbres plantés avec les noyers n'ont qu'un rôle d'éducation de ceux-ci et de fermeture du couvert, susceptible de réduire ou de faciliter les interventions en élagage et en entretien. D'autres plantations, non étudiées ici, composées de plusieurs essences-objectif, utilisant un accompagnement, existent aussi, en vue d'obtenir à terme un peuplement mélangé. Les principes ayant motivé ces installations ont déjà été formulés

dans un dossier sur « les mélanges et accompagnements » du numéro 118 (1997) de Forêt-entreprise. Parmi ceux-ci, il faut retenir en priorité que, **pour être efficace, un accompagnement doit dominer latéralement l'essence à éduquer**, ce que confirment les résultats obtenus sur nos dispositifs. Un premier point avait également été fait sur les espèces utilisables et leurs contraintes (2), dans le même numéro. Il est globalement confirmé par les résultats récents et on ne s'étendra donc pas sur certaines contraintes déjà abordées, comme les « risques » liés à l'emploi du robinier ou les difficultés d'utilisation du sureau...

## Les essences efficaces

Au vu des résultats, parmi les espèces utilisées sur les différents dispositifs, les arbres ont un effet plus marqué que les arbustes et surtout plus durable sur la forme et la croissance des noyers. Les aulnes, le bouleau et le robinier sont les plus intéressants. Pour retarder la première éclaircie à un stade bois de feu tout en produisant un effet d'abri latéral suffisamment précoce, les distances par rapport aux noyers devraient se situer autour de 4-4,5 m pour les aulnes,



© Jacques Becquey

*Noyers hybrides accompagnés par du saule blanc à Bonnes (16). 11 ans. Effet remarquable d'un accompagnement à utiliser avec précautions...*

4,5-5 m pour les bouleaux et 5 m pour les robiniers. Ces espèces peuvent être rattrapées par les noyers hybrides autour de la dixième année de plantation, mais la fermeture du couvert nécessite toujours des éclaircies pour favoriser les noyers par la suite. Pour le robinier, en l'absence de recépage (non conseillé dans ce contexte), il ne faut pas espérer produire des piquets au cours des premières éclaircies, car les tiges sont trop courbées et ramifiées.

Le saule blanc, particulièrement vigoureux, n'est pas rattrapé par les noyers. Il doit être utilisé avec précaution, comme les peupliers, à des distances supérieures à 9 ou 10 m. Sur sol approprié, préférer le mélange avec le peuplier, sur lequel nous reviendrons dans un prochain dossier...

## Des arbustes délicats à utiliser

Parmi les espèces installées au pied (+/- 1 m) des noyers, c'est surtout

l'olivier à fleurs en ombelles qui joue un rôle intéressant sur leur forme dans la plupart des situations. À part le sureau, délicat à utiliser, toutes les autres espèces testées démarrent trop lentement pour « éduquer » les noyers.

En position intermédiaire entre les noyers, malgré leur intérêt pour fournir rapidement un abri latéral, le prunier myrobolan et l'olivier de Bohême deviennent vite gênants. Les redoutables épines de ce dernier constituent même un motif d'exclusion pure et simple. L'intérêt du noisetier est de bien couvrir le sol et de fournir un humus de bonne qualité. Malheureusement son démarrage lent ne lui permet pas de jouer un rôle sur les noyers.

Le principal intérêt de toutes ces espèces est de couvrir rapidement le sol et ainsi d'améliorer son fonctionnement : constitution d'un humus, aération par de nombreux vers de terre... et de réduire la concurrence herbacée. Leur principal inconvénient est de rendre la circulation difficile dans le peuplement, notamment au moment des derniers élagages et des premières éclaircies. Le seul moyen de contrôler leur développement ultérieur est de maintenir un certain couvert. **Il est donc fortement déconseillé de ne planter que des arbustes en accompagnement.** De telles plantations existent et sont impénétrables. En résumé, malgré des gains observés sur la forme et la croissance des noyers par rapport aux modalités ne comportant que des arbres, l'installation en plein d'un accompagnement à base d'une association arbres + arbustes reste discutable du fait des inconvénients rencontrés par la suite. S'il est possible de passer tailler ses noyers à hauteur d'homme pendant les premières années, il est préférable de

### Les espèces citées dans les planches

Aulne à feuille en cœur : *Alnus cordata*  
 Aulne blanc : *Alnus incana*  
 Bouleau verruqueux : *Betula pendula*  
 Cornouiller sanguin : *Cornus sanguinea*  
 Noisetier : *Corylus avellana*  
 Noyer hybride : *Juglans x intermedia*  
 Noyer noir : *Juglans nigra*  
 Olivier à fleurs en ombelles : *Elaeagnus umbellata*  
 Olivier de Bohême : *Elaeagnus angustifolia*  
 Prunier myrobolan : *Prunus cerasifera*  
 Robinier : *Robinia pseudoacacia*  
 Saule blanc : *Salix alba*  
 Saule marsault : *Salix caprea*  
 Sureau noir : *Sambucus nigra*  
 Viorne obier : *Viburnum opulus*

ne planter que des arbres. Ceci a également l'énorme avantage d'abaisser d'autant les coûts d'installation !

L'installation de l'essence principale, et de l'essence culturale par lignes alternées semble la meilleure solution. ■

### Remerciements,

- à la Communauté européenne pour sa participation financière (dispositifs de Arbecy, Bazac, Oiselay) - Contrat AIR 3-CT92-0142 et FAIR III-CT96-1887.
- pour leur appui à l'installation et au suivi des dispositifs décrits dans cet article et les deux suivants, aux propriétaires des parcelles et à : D. Jay (CRPF d'Auvergne), C. Allegrini, P. Adami, N. Meyer (CRPF de Franche Comté), C. Marion (Adefor 70), P. Castano (CRPF de Poitou-Charentes) et J. M. Mounier (AMVFS 16), M. Rolland (CRPF de Provence-Alpes-Côte d'Azur).

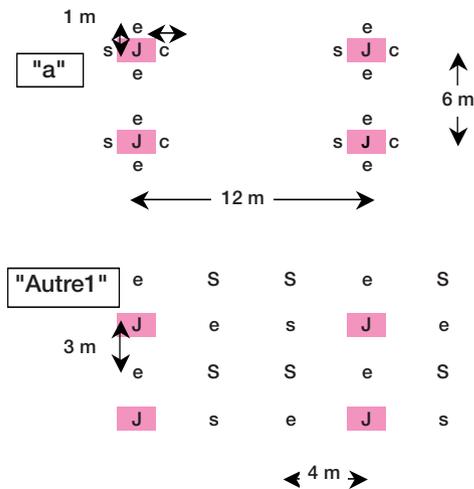
(1) Voir articles d'André Gavaland et d'Enrico Buresti dans ce numéro.

(2) Plantations de noyers avec accompagnement ligneux : quelques recommandations – J. Becquey FE n°118 (1997), p. 16-20.

## Trois plantations présentant des modalités variées riches d'enseignements

Sur les trois dispositifs, les noyers (J sur les schémas) sont des noyers hybrides et chaque dispositif comprend un témoin sans accompagnement dans lequel les noyers sont aux mêmes écartements que dans les modalités accompagnées.

### Bonnes (16)



modalité "a": c = noisetier, e = olivier à fleurs en ombelle, s = sureau noir

modalité "Autre 1": S = saule blanc, e = olivier à fleurs en ombelle, s = sureau noir

### Luzillat (63)

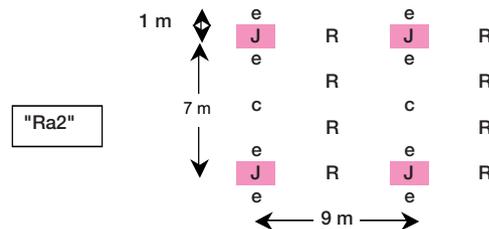


schéma type, exemple de "Ra2" :

R = robinier, c = noisetier, e = olivier à fleurs en ombelle

Autres modalités, déclinées sur le schéma type :

"Aa1" : R = aulne cordé, c = prunier myrobolan, e = sureau noir

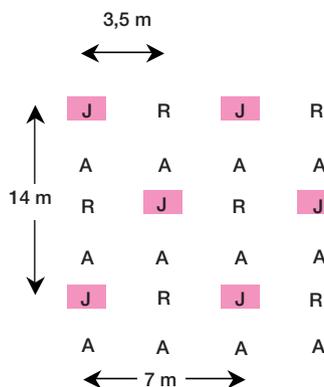
"Aa2" : R = aulne cordé, c = olivier de Bohême, e = cornouiller sanguin

"Ra1" : R = robinier, c = olivier de Bohême, e = viorne obier

"Autre1" : R = bouleau verruqueux, c = noisetier, e = sureau noir

Rem : sur Aa2 et Ra2, e = 3 plants disposés en triangle à 1m du noyer

### Châteauneuf (84)



modalité "Autre1" :

A = aulne cordé, R = robinier

### Commentaire

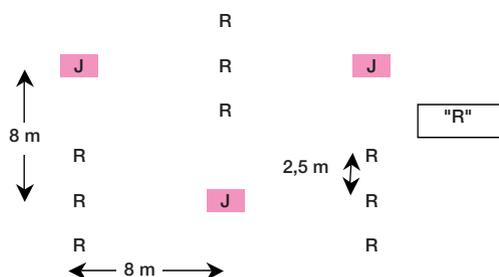
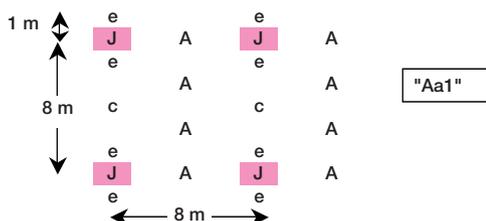
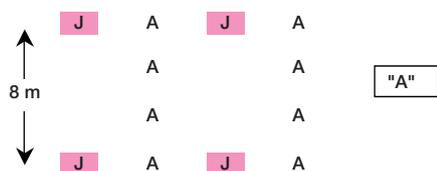
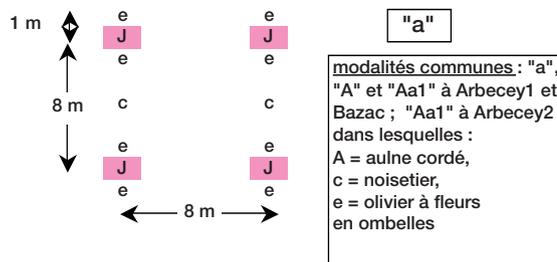
L'aulne, le robinier, le bouleau et le saule ont eu un effet bien visible sur les noyers en réduisant la grosseur de leurs branches, parfois de façon excessive, ce qui a entraîné la perte de croissance en diamètre du tronc par rapport aux témoins beaucoup plus branchus. La forme des noyers est en revanche améliorée pour toutes les modalités accompagnées. Une adaptation des écartements des essences d'accompagnement par rapport aux noyers, surtout à Bonnes pour le saule blanc et dans une moindre mesure pour les deux autres plantations, permettrait d'améliorer les résultats.

Parmi les différents arbustes testés au pied des noyers, seul l'olivier à fleurs en ombelles a un comportement assez homogène et utile pour améliorer la forme des noyers. Le sureau noir est intéressant, mais installé trop près des noyers, il peut devenir un concurrent redoutable s'il démarre vite. La viorne obier et le cornouiller sanguin, tout comme le noisetier en position intermédiaire, démarrent trop lentement pour accompagner réellement les noyers. Parmi les espèces en position intermédiaire sur les lignes des noyers, le prunier myrobolan et l'olivier de Bohême démarrent vite et occupent rapidement l'espace, procurant un abri latéral efficace. Ils causent cependant rapidement des difficultés de circulation dans la plantation du fait de leurs épines, en particulier l'olivier de Bohême (heureusement victime d'une très mauvaise reprise à Luzillat) ! La disposition en triangle (Luzillat) ou en croix (Bonnes), respectivement de trois ou quatre arbustes bas au pied des noyers n'apporte pas de gain notable par rapport à deux plants situés de part et d'autre ; de plus, il rendent par la suite l'accès aux noyers plus difficile. Les oliviers à fleurs en ombelles, trop éloignés des noyers, n'ont pas eu d'effet sur ceux-ci dans la modalité "Autre1" de Bonnes.

Cinq plantations présentant des modalités et des résultats similaires

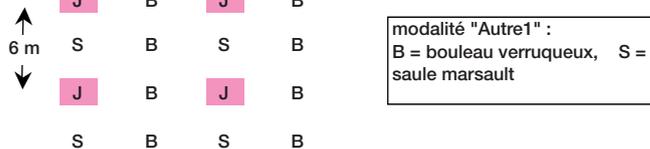
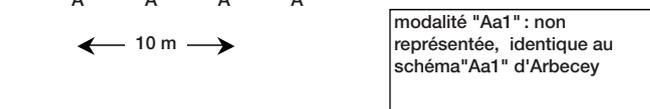
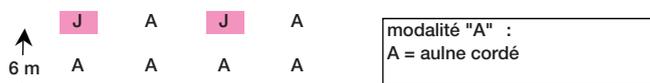
À l'exception d'Ocqueville, les noyers (J sur les schémas) sont des noyers hybrides et chaque dispositif comprend un témoin sans accompagnement dans lequel les noyers sont aux mêmes écartements que dans les modalités accompagnées.

**Arbecey1 et 2 (70) et Bazac (16)**

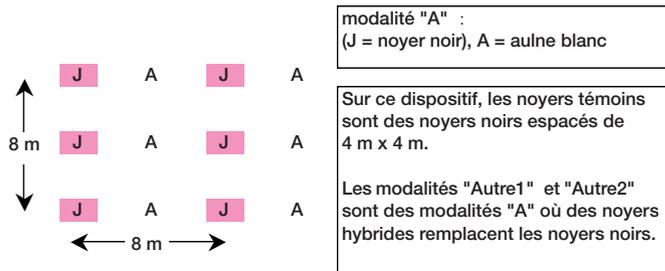


**modalités complémentaires :**  
 Arbecey1 : "Aa2" = schéma "Aa1" où A = aulne blanc  
 c = prunier myrobolan et e = olivier à fleurs en ombelles  
 Arbecey2 : "R" où R = robinier

**Oiselay (70)**



**Ocqueville (76)**



*Commentaire*

Les lignes d'aulnes et de bouleaux espacées de 4 à 5 m des noyers donnent de bons résultats sur ces plantations. Ils ont un effet intéressant sur la forme et la croissance des noyers. De plus, la première éclaircie est susceptible de fournir du bois de feu.

Les robiniers de la modalité "R" d'Arbecey ont eu un effet limité pendant les premières années du fait de leur distance et surtout d'une mauvaise reprise. En dixième année de plantation, ils semblent avoir un effet favorable, par comparaison au témoin.

Le saule marsault de la modalité "Autre1" d'Oiselay a trop concurrencé les noyers ; il faudrait l'installer à au moins 4 m.

Même si l'association "olivier à fleurs en ombelles et noisetier" améliore les performances des noyers par rapport à la modalité ne comportant que des aulnes, les difficultés de circulation qu'elle engendre au moment des interventions en élagage et en éclaircie remet en cause son intérêt.

**Résumé**

Le bilan réalisé sur 8 plantations de noyer comparant différentes modalités d'accompagnement à un témoin pur fait ressortir l'intérêt des aulnes, du bouleau et du robinier sous réserve d'espacements adaptés. Les saules sont plus délicats d'utilisation. Quant aux arbustes, ils peuvent présenter plus d'inconvénients que d'avantages et leur intérêt est remis en cause.

**Mots-clés :** accompagnement ligneux, mélange, noyer.

# L'accompagnement ligneux améliore la réussite des plantations de noyer

Jacques Becquey, Christophe Vidal, IDF

*L'introduction d'arbres et d'arbustes dans les plantations de noyers à grands espacements peut favoriser leur croissance et faciliter l'obtention d'une bille de qualité. C'est ce que montrent les résultats de cinq dispositifs comparant ce type d'installation à une modalité classique pure, sans accompagnement.*

## Cinq plantations comparatives âgées de 8 à 10 ans

Les plantations étudiées sont situées en Franche-Comté pour trois des sites étudiés, en Normandie pour un et en Poitou-Charentes pour le dernier. Elles sont âgées de 8 à 12 ans au moment du bilan. Le noyer hybride est présent sur toutes, mais sur la plantation d'Ocqueville, la comparaison est faite sur le noyer noir ; le noyer hybride ne comportant pas de témoin. Sur ce site, les résultats obtenus avec l'hybride sont présentés comme une variante de la modalité accompagnée. Une autre particularité de ce site est la densité de plantation du témoin qui correspond à la densité totale de la modalité accompa-

gnée. Sur les autres sites, c'est la densité des noyers qui est la même dans toutes les modalités, celles des espèces complémentaires s'ajoutant dans les modalités accompagnées.

Les caractéristiques générales des cinq dispositifs sont présentées dans le tableau 1.

## Des stations assez représentatives

À l'exception de Bazac présentant les plus faibles précipitations annuelles – 800 mm au lieu d'environ 950 mm sur les autres sites – et un déficit estival assez marqué, ces plantations présentent une alimentation en eau satisfaisante compte tenu de la réserve utile des sols.



© Jacques Becquey

*Au premier plan : témoin (T) ; au second plan : noyer et arbustes (a) ; à l'arrière plan : noyer, aulne et arbustes (Aa1)-Bazac (16).*

Ces derniers, profonds, à dominante limoneuse ou argileuse, présentent des risques de tassement ou de lissage au moment de la plantation et des entretiens, susceptibles de perturber leur aération et leur drainage. Lorsque le terrain est plat, ceci peut être aggravé par la présence de « micro cuvettes » où stagne l'eau, comme à Bazac et dans une moindre mesure à Arbecy1. A Oiselay, Arbecy2 et Ocqueville le drainage est correct du fait d'une faible pente. La discontinuité texturale présente à Bazac vers 60-70 cm de profondeur et à Oiselay vers 30-40 cm est également un facteur pouvant freiner le développement des plants. Les pH relevés – entre 5,8 et 7,5 – sont bons et la richesse des sols est cor-

Tableau 1 : Caractéristiques générales des plantations

Lieu	Arbecy 1 (70)	Arbecy 2 (70)	Bazac (16)	Ocqueville (76)	Oiselay (70)
Noyer (témoin comparé)	hybride	hybride	hybride	noir	hybride
Année de plantation (printemps)	1994	1994	1994	1997	1995
Année du bilan (fin)	2003	2003	2002	2004	2003
Âge (ans)	10	10	9	8	9
Écartements des noyers (témoin / accompagnement)	8m x 8m 8m x 8m	8m x 8m 8m x 8m	8m x 8m 8m x 8m	4m x 4m 8m x 4m	10m x 6m 10m x 6m
Densité initiale (nb/ha)	156	156	156	625/313	167

Remarque : film plastique sur toutes les lignes de plantation à Bazac.

Tableau 2 : Travaux réalisés

Lieu Installation (début)	Arbecey 1 (70) 1994	Arbecey 2 (70) 1994	Bazac (16) 1994	Ocqueville (76) 1997	Oiselay (70) 1995
Entretiens	Désherbage chimique en plein en 1995 et broyage en 1997	Désherbage chimique en plein en 1995 et broyage en 1997	Un broyage par an en période de végétation, sauf modalité « arbres + arbustes » fermée après 1999	Dégagement manuel en 2000 et 2002	Localisé chimique 1996 à 1998 Broyage entre lignes hors végétation 1997, 2002
Tailles et élagages (réalisés en période de végétation)	Interventions minimales* en 1995 (inutile), 1997, 2001 et 2003	Interventions minimales* en 1995 (inutile), 1997, 2001 et 2003	Un passage en taille par an en été sauf en 2000	Taille 1998, 99, 2001, 02, 03 ; élagage 2004 Pas pour hybride en 1999 et 2001	Interventions minimales* en 1997 et 2000. Élagage monté en 2004

\* Les interventions minimales consistent à ne corriger que les tiges le nécessitant, après un diagnostic révélant que le nombre de tiges de qualité est inférieur à 100 l/ha. L'élagage en hauteur n'est pas réalisé tant que la grosseur des branches ne le justifie pas. L'objectif est de mieux cibler et éventuellement de différencier les interventions en fonction des modalités.

recte. Par rapport à Ocqueville et Bazac, les plantations d'Oiselay et d'Arbecey sont handicapées par un climat plus rude, se traduisant par des gelées précoces et tardives fréquentes et des températures moyennes inférieures aux autres sites.

Seules les plantations d'Ocqueville et d'Oiselay ont bénéficié depuis le départ d'une protection des vents dominants. Quelques modalités bénéficient parfois d'un abri latéral ne protégeant pas des vents dominants, mais pouvant favoriser la croissance des plants.

En résumé, toutes ces stations sont adaptées à la production de noyer à bois, mais la plupart présentent des risques, notamment de tassement de sol et d'exposition aux aléas climatiques, pouvant perturber la reprise et le démarrage des plants. Elles sont finalement assez représentatives de la moyenne des terrains agricoles plantés en noyer.

### Un suivi « classique »

Les travaux d'entretien ont dans l'ensemble été relativement limités : peu nombreux comme à Arbecey et

à Ocqueville, ou d'un faible impact sur la croissance des noyers lorsqu'ils sont réalisés hors période de végétation. Malgré les interventions réalisées, la maîtrise des graminées a généralement été insuffisante les premières années pour permettre un démarrage rapide des noyers. Sur la station la plus sensible, Bazac, le paillage plastique a sans doute été déterminant pour la reprise et le démarrage des plants. Les modalités accompagnées se fermant plus rapidement ont nécessité moins de passages en entretien que les témoins à Bazac et à Oiselay.

Les tailles et les élagages ont été réalisés de façon assez régulière et classique à Bazac et à Ocqueville ; sur ce dernier site, les noyers hybrides accompagnés ont nécessité deux passages de moins que les noyers noirs. Quant à Arbecey et Oiselay, ces interventions ont volontairement été réduites au minimum de façon à mieux mesurer l'effet de l'accompagnement. L'élagage a été monté à Oiselay l'année suivant le bilan, en même temps que la plantation était éclaircie. Lorsque ces interventions ont

été réalisées, elles sont toujours plus rapides dans les parties accompagnées (Tableau 2).

Ces travaux de suivi sont dans l'ensemble assez représentatifs de la moyenne de ce qui se pratique dans ces conditions. Le suivi intensif préconisé dans les plantations classiques, consistant à réduire fortement, voire éliminer la concurrence herbacée, et à tailler fréquemment et régulièrement les noyers restant l'apanage d'une minorité...

### Une base de comparaison commune

Tous les dispositifs comparent une modalité témoin, sans accompagnement, à une ou plusieurs modalités d'accompagnement plus ou moins complexe avec des aulnes, formant autant de répétitions multi sites.

Des modalités complémentaires associant d'autres essences ont été ajoutées de façon à tester plus d'associations et à mesurer par exemple l'effet d'espèces non fixatrices d'azote ou d'agencements différents. La description précise de l'ensemble des modalités figure sur

Tableau 3 : Modalités représentées et évolution de la densité des noyers d'origine

Lieu	Arbecey 1 (70)	Arbecey 2 (70)	Bazac (16)	Ocqueville (76)	Oiselay (70)
Densité initiale des noyers, toutes modalités (nb/ha)					
	156	156	156	625*/313	167
Densité l'année du bilan, par modalité (nb /ha)					
Témoin (T)	99	113	150	602*	114
Arbustes (a)	107		156		
Aulnes seuls (A)			156	305	106
Aulnes + arbustes (Aa1)	88	120	156		116
Aulnes + arbustes (Aa2)	139				
Robinier seul (R)		130			
Variante (Autre1)				305	99
Variante (Autre2)				313	

la planche intitulée « Cinq plantations présentant des modalités et des résultats similaires » de ce même dossier, page 38.

La reprise a été bonne sur les dispositifs de Bazac et d'Ocqueville (Tableau 3).

En revanche, des regarnis ont été nécessaires à Arbecey et à Oiselay, du fait de mortalité ou d'une très faible vigueur. La cause est imputable à une plantation pas assez soignée et probablement à des entretiens initiaux insuffisants.

**Pour raisonner sur une base identique, dans toute la suite, les résultats ne s'appliquent qu'aux plants initiaux, même si, dans certain cas, les regarnis atteignent maintenant parfois des dimen-**

**sions proches de ceux-ci et peuvent compléter le peuplement d'avenir.**

### Un démarrage accéléré

À l'exception du dispositif d'Ocqueville, les accroissements moyens en hauteur des noyers témoins depuis la plantation sont faibles. Ces résultats médiocres illustrent bien les difficultés des boisements de terres agricoles, sur des sols sensibles, plus ou moins tassés, sans protection latérale efficace. Des entretiens insuffisants pour réduire significativement la concurrence herbacée et parfois une plantation peu soignée ont accentué les problèmes de démarrage. Les accroissements annuels des dernières années sont

Tableau 4 : Accroissement en hauteur depuis la plantation

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	R	Autre 1	Autre 2
Arbecey 1 (70)	3,26	6,19		5,97	6,78			
Arbecey 2 (70)	3,13			7,44		4,09		
Bazac (16)	3,91	5,61	6,36	8,52				
Ocqueville (76)	4,65		7,12				7,85	9,26
Oiselay (70)	2,01		5,64	5,72			4,39	

Dans les tableaux de résultats, les conventions suivantes sont utilisées : T = témoin : noyers purs (= sans accompagnement) à grands espacements

a = noyers avec un accompagnement arbustif rapproché (à faible distance, généralement +/- 1 m du pied)

A ou R = noyers avec un accompagnement arboré éloigné (généralement à au moins 3 m) d'aulne ou de robinier.

Aa ou Ra = combinaison de a et de A ou R, avec introduction supplémentaire d'un arbuste entre les noyers (noisetier en général, parfois prunier myrobolan)

Autre = autres espèces arborées, non fixatrices d'azote (bouleau, saule) associées à diverses espèces arbustives, ou autre noyer que celui utilisé dans la comparaison avec le témoin.

Un surlignage de certains résultats permet une lecture à deux niveaux : la couleur indique le niveau de la différence avec le témoin, le chiffre donne la valeur absolue.

Surlignage rouge foncé = différence de plus de 100 %

Surlignage rouge moyen = différence de 50 à 100 %

Surlignage rouge clair = différence de 25 à 50 %

Pas de surlignage = différence inférieure à 25 %

pendant en nette progression et correspondent mieux au potentiel des stations, les plants étant maintenant bien installés (Tableau 4).

Sur tous ces dispositifs, âgés de huit à dix ans, les modalités « accompagnées » présentent des croissances en hauteur et en circonférence nettement supérieures à celles des témoins purs à faible densité. Le gain dépasse fréquemment 50 % et parfois même 100 % pour l'accroissement en hauteur depuis la plantation. Pour la circonférence à 1,30 m, ce gain est un peu plus faible, mais tout de même

Tableau 5 : Circonférence à 1,30 m au moment du bilan (= accroissement depuis la plantation)

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	R	Autre 1	Autre 2
Arbecey 1 (70)	15,1	24,1		20,7	23,7			
Arbecey 2 (70)	14,2			25,0		16,2		
Bazac (16)	21,5	25,9	27,7	35,1				
Ocqueville (76)	23,0		28,0				29,7	36,3
Oiselay (70)	12,0		20,2	23,5			14,7	



Au premier plan : noyer et aulne (A) ; à l'arrière plan : noyer, aulne et arbustes (Aa1) - Bazac (16).

souvent compris entre 50 et 100 %. Les meilleures performances sont généralement observées avec les modalités comportant un accompagnement d'arbres seuls, de type « aulne seul » ou mieux, une combinaison arbres + arbustes de type « aulne + olivier à fleurs en ombelles + noisetier ou prunier myrobolan », ou « bouleau + saule ». L'avantage des modalités accompagnées se manifeste généralement à partir de la troisième année pour les modalités comportant un accompagnement rapproché des noyers et à partir de la quatrième ou de la cinquième pour les modalités avec seulement un accompagnement éloigné.

Sur la plantation d'Ocqueville où ces différences entre témoin et modalité accompagnée sont observées sur noyer noir, la présence de modalités de noyers hybrides (« Autres ») accompagnées montre la supériorité de l'hybride dans ces conditions ; le choix du noyer reste

donc aussi déterminant.

Assez curieusement, la modalité ne comportant qu'un accompagnement rapproché arbustif à Arbecey1 donne des résultats légèrement supérieurs à ceux des modalités composées de l'association arbustes + arbres. Une explication probable, observable sur la distribution des hauteurs des noyers, est l'effet d'abri latéral d'un peuplement bordant ce seul plateau sur l'un de ses côtés. Ce qui renforce la démonstration de l'effet de l'abri latéral procuré par des arbres situés au voisinage des plants.

En résumé, là où des noyers installés purs et à faible densité ont des hauteurs comprises entre 3 et 4 m à 8-10 ans, l'intercalation d'un accompagnement ligneux permet d'obtenir des arbres de 6 à 8 m de hauteur avec une conduite identique, voire plus légère.

### Des billes formées plus vite

La principale conséquence du gain

de croissance en hauteur des modalités accompagnées par rapport à celles sans accompagnement, est l'acquisition plus rapide de billes élaguées. À âge égal, il est en effet logique de pouvoir élaguer plus haut les arbres ayant le plus poussé. Sur les trois dispositifs ayant fait l'objet d'un élagage, la hauteur moyenne de tronc élagué est de 25 à 100 % supérieure à celle du témoin. Parfois, comme à Oiselay ou à Bazac, elle est même supérieure à la hauteur totale moyenne du témoin (Tableau 6).

De ce point de vue, les deux dispositifs d'Arbecey sont moins représentatifs, car ils n'ont pas encore fait l'objet d'un véritable élagage en hauteur. Nous verrons cependant ci-dessous qu'ils sont susceptibles de donner des résultats équivalents une fois que l'intervention aura été réalisée.

Pour s'affranchir d'éventuelles tiges défectueuses ou peu vigoureuses et non élaguées, considérons seulement celles dont l'élagage est monté au-delà de 3 m au moment du bilan. Sur les trois plantations élaguées, plus de 87 % des tiges accompagnées par des arbres répondent à cette exigence, pour environ 15 % de celles non accompagnées de Bazac et Oiselay, et 55 % à Ocqueville. À Bazac, la modalité composée seulement d'arbustes présente tout de même

Tableau 6 : Hauteurs moyennes élaguées (les valeurs prises en compte pour Oiselay sont celles de l'année suivant le bilan, lorsque l'élagage a été remonté et les arbres éclaircis)

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	R	Autre 1	Autre 2
Arbecey 1 (70)	1,41	2,07		1,97	2,41			
Arbecey 2 (70)	2,15			2,08		2,06		
Bazac (16)	2,50	3,25	3,35	4,47				
Ocqueville (76)	2,97		3,74				4,03	4,38
Oiselay (70)	2,14		4,36	4,29			3,56	

Tableau 7 : Pourcentages d'arbres élagués au-delà de 4 m

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	R	Autre 1	Autre 2
Bazac (16)	0,0	14,8	8,7	83,3				
Ocqueville (76)	9,1		48,7				76,7	84,1
Oiselay (70)	0,0		71,9	62,9			33,3	

74 % d'arbres élagués au-dessus de 3 m. Tout cela est évidemment directement lié à la croissance des tiges : il n'est pas souhaitable d'élaguer à plus de 3 m des tiges mesurant moins de 4 m ! Mais en pratique, cela montre bien l'intérêt de l'accompagnement : à 8-10 ans, sur ce type de station, avec une densité de noyer comprise entre 150 et 300 tiges par hectare, il y a suffisamment de billes propres sur une hauteur correcte pour arrêter l'élagage si on le souhaite. Dans les modalités classiques, il est nécessaire de poursuivre les élagages : par exemple à Oiselay et Bazac, moins de 50 % des tiges du témoin sont élaguées au-dessus de 2,50 m à ce stade.

Toujours dans les trois plantations élaguées, les témoins sans accompagnement présentent très peu d'arbres élagués au-delà de 4 m à Ocqueville, aucun à Oiselay et à Bazac. En revanche, pour les modalités accompagnées l'élagage au-delà de 4 m est fréquent, puisque pour cinq d'entre elles, plus de 60 % des tiges vivantes sont concernées.

### Une rectitude plus facilement acquise

La hauteur sur laquelle la rectitude est jugée satisfaisante (tronc rigoureusement droit ou très légèrement flexueux ou courbé) a été mesurée. Elle correspond à une découpe au premier défaut perturbant l'axe du tronc : fourche, baïonnette, forte

courbure ou flexuosité... Assez logiquement, à âge égal les hauteurs de « tronc droit » moyennes sont toujours supérieures dans les modalités accompagnées où les arbres sont aussi les plus hauts. Pour huit modalités, elles dépassent celle de leur témoin de plus de 50 % ; parmi elles, quatre la dépassent même de plus de 100 % (Tableau 8).

Pour chaque modalité, les hauteurs moyennes de « tronc droit » sont généralement supérieures à celles élaguées. Il devrait donc être possible de monter encore l'élagage dans la plupart des modalités.

En se basant sur les valeurs moyennes, pour le cas particulier d'Arbecey n'ayant pas encore fait l'objet d'un véritable élagage, la hauteur de « tronc droit » qu'il serait possible d'élaguer, si la branchaison le permet, oscillerait en moyenne entre 4,40 m et 7 m, selon les modalités accompagnées, contre 3,30 m pour les témoins sans accompagnement, soit un gain de 30 à 210 % selon les modalités. (Tableau 9)

Sans préjuger de ce qu'elles pourront être dans les modalités témoins lorsque les arbres seront tous plus développés, on constate déjà que dans les modalités accompagnées, il est possible de monter assez facilement l'élagage sur plus de 4 m et souvent au-dessus de 5 m. C'est une différence importante avec les plantations classiques à faible densité et sans accompagnement, où malgré des interventions régulières, on considère généralement qu'une bille élaguée sur 4 m est déjà un bon résultat.

### Bref, des plantations mieux réussies !

Un démarrage plus rapide, des arbres plus gros, plus hauts, avec

Tableau 8 : Hauteur moyenne de « tronc droit » depuis le sol (= +/- découpe 1<sup>er</sup> défaut)

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	R	Autre 1	Autre 2
Arbecey 1 (70)	3,36	5,29		4,76	4,99			
Arbecey 2 (70)	3,29			6,99		4,37		
Bazac (16)	2,24	2,93	3,08	4,03				
Ocqueville (76)	3,00		3,07				5,12	5,44
Oiselay (70)	2,34		5,64	5,92			5,19	

Tableau 9 : Pourcentages d'arbres pour lesquels la hauteur de « tronc droit » est supérieure à 4 m

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	R	Autre 1	Autre 2
Arbecey 1 (70)	27,3	70,6		46,9	50,0			
Arbecey 2 (70)	18,5			94,1		57,1		
Bazac (16)	0,0	3,7	8,7	62,5				
Ocqueville (76)	23,4		28,2				72,1	81,8
Oiselay (70)	3,9		71,9	84,2			68,6	

des billes élaguées sur une hauteur supérieure, telles sont les différences entre des noyers bénéficiant d'un accompagnement et des noyers sans accompagnement, ayant reçu des soins comparables, pour ces plantations âgées de 8 à 10 ans.

À l'exception de celui d'Ocqueville, les témoins doivent encore être taillés et élagués pour obtenir un nombre suffisant de billes à l'hectare. Ils représentent malheureusement assez bien la moyenne des plantations réalisées sur terres agricoles, sur des stations moyennes à bonnes, bénéficiant de soins « moyens » et donnant des résultats correspondants.

Pour toutes les modalités « accompagnées », avec des soins équivalents et même parfois moins d'interventions en entretien et en taille, les noyers ont des billes acquises sur une hauteur souvent supérieure à 4 m au moment du bilan (sous réserve que l'élagage d'Arbecey soit réalisé). La contrepartie est un surcoût à l'installation (voir p. 57) et la nécessité de dépresser ou d'éclaircir prochainement ces plantations. Mais au vu de ces premiers résultats, n'est ce pas préférable lorsqu'un suivi intensif n'est pas envisagé ? ■



© Jacques Becquey

*(1) Des résultats sur ces points seront publiés ultérieurement.*

*Noyers hybrides accompagnés par des aulnes – envahissement par régénération naturelle de frêne et érable. Ocqueville (76). 8<sup>e</sup> année de plantation.*

### Résumé

Cinq plantations de noyer hybride âgées de 8 à 10 ans comparant différentes modalités d'accompagnement ligneux à un témoin sans accompagnement sont analysées. Les noyers accompagnés présentent des croissances en hauteur et en circonférence nettement supérieures à celles des témoins. La hauteur « de tronc droit » et la hauteur de bille élaguée sont également supérieures. Au moment du bilan, il est possible d'arrêter les interventions dans les modalités accompagnées qui présentent de nombreuses tiges élaguées au-delà de 4 m. En revanche, dans les témoins, les interventions doivent être poursuivies pour obtenir suffisamment de billes élaguées à 2,5 m. L'accompagnement permet donc ici d'améliorer sensiblement le démarrage et la réussite des plantations de noyer.

**Mots-clés :** accompagnement ligneux, boisement, noyer, mélange.

# Des billes de noyer plus longues avec l'accompagnement ligneux

Jacques Becquey, Christophe Vidal

*L'accompagnement ligneux n'améliore pas toujours la croissance des noyers. Il permet cependant d'obtenir des billes plus longues que dans des plantations non accompagnées.*

## Trois situations bien différentes

Le bilan dont il est question ici porte sur trois dispositifs situés sur d'anciens terrains agricoles plats. Les précipitations annuelles oscillent entre 750 et 800 mm, avec un déficit estival marqué sur les trois sites. Les sols profonds, de texture dominante sablo-limoneuse ont des pH voisins de 6,5 pour Bonnes et Luzillat et supérieur à 7,5 pour Châteauneuf. Ces analogies masquent cependant des conditions stationnelles globalement assez différentes.

Le site de Bonnes, au Sud de la Charente, établi sur un terrain à base de remblais, bénéficie d'une alimentation en eau convenable du

fait de la contiguïté d'un étang et d'une assez bonne protection des vents d'Ouest par un peuplement préexistant. Ceci a pu compenser, au moins partiellement, les difficultés d'installation et de croissance liées au plein découvert et au déficit estival de précipitation. Les broyages réguliers, essentiellement pour faciliter la circulation dans la plantation, ne semblent pas avoir été déterminants pour la reprise et le démarrage des arbres. En revanche, le paillage plastique a pu avoir un effet.

À Châteauneuf, dans la vallée alluviale du Rhône où se trouve la plantation, les excès du climat méditerranéen sont compensés par la présence d'une nappe assurant la



© Jacques Becquey

*Noyers accompagnés par des robiniers et des aulnes, après éclaircie, début 2004 à Châteauneuf (84).*

continuité de l'alimentation en eau en période estivale. En outre, un peuplement situé sur la bordure Nord de la parcelle assure une protection efficace par rapport au Mistral, au moins pour les jeunes plants. Le travail du sol, puis les broyages – essentiellement pour prévenir les incendies – ont mis les noyers dans des conditions idéales de croissance.

Quant à la parcelle de Luzillat, située en Limagne, sur une terrasse alluviale graveleuse de l'Allier, elle cumule deux handicaps : la faiblesse des précipitations, affichant un déficit estival marqué, et un sol assez filtrant. Le paillage des plants,

Tableau 1 : Caractéristiques générales des plantations

Lieu	Bonnes (16)	Châteauneuf (84)	Luzillat (63)
Noyer (témoin comparé)	3 hybrides	1 hybride	1 hybride
Année initiale (printemps)	1993	1993	1992
Année bilan (fin)	2003	2003	2003
Âge plantation (ans)	11	11	12
Écartements des noyers	12 m x 6 m	3,5 m x 14 m en quinconce	9 m x 7 m
Densité initiale (nb/ha)	139	204	158

*Remarque : à Bonnes, film plastique sur toutes les lignes de plantation. Les 3 noyers hybrides (MJ209 x RA, NG23 x RA, Paradox) sont répartis par séquences, dans des proportions équivalentes dans chaque modalité ; ils ont été traités globalement pour la comparaison entre modalités accompagnées et témoin. À Luzillat, paillage plastique individuel des noyers.*

Tableau 2 : Travaux réalisés

Lieu	Bonnes (16) 1993	Châteauneuf (84) 1993	Luzillat (63) 1992
Entretiens	2 broyages/an (après 1998, 1 seul dans « autre1 » et dépressage dans les saules)	Travail du sol au moins 2 fois/an les 4 premières années puis broyage	Travail du sol 3-4 fois/an jusqu'à fermeture du couvert (fonction des modalités)
Tailles et élagages	1 passage/an sauf en 2000 (rapide dans « a » et « autre1 »)	Été 1995-97-99	Taille légère 07 1995 ; taille et élagage été 1999, 2000, 2004, 2005

Remarque : à Luzillat, les passages en taille-élagage deux années consécutives correspondent à une intervention montant l'élagage la première année et un éventuel ajustement couplé à l'enlèvement de gourmands l'année suivante.

ainsi que les travaux d'entretiens fréquents et réguliers, couplés à une assez bonne protection latérale de la parcelle par des bâtiments, un mur haut et un peuplement, sur trois de ses côtés, ont sans doute facilité l'installation et le démarrage des plants. La croissance des arbres ne peut cependant pas atteindre des niveaux élevés compte tenu des qualités de la station.

À Bonnes, les tailles et les élagages ont été réalisés assez régulièrement et de façon classique pour toutes les modalités. Ces interventions ont été moins fréquentes et plus espacées à Châteauneuf, où elles ont aussi été plus brutales du fait de la croissance des arbres. À Luzillat, une première taille légère concernant environ la moitié des tiges a été effectuée en quatrième année après une forte gelée, la première véritable intervention ayant été retardée jusqu'en huitième année de façon à suivre l'évolution de la forme des arbres dans les différentes modalités.

### Des modalités variées

Les trois dispositifs comparent une ou plusieurs modalités dites

« accompagnée » à un témoin « classique » sans accompagnement. La densité des noyers est la même dans les modalités avec et sans accompagnement, celui-ci créant donc une surdensité quand il existe. Il n'y a pas de modalité accompagnée commune entre ces dispositifs. Pour le descriptif détaillé des modalités, se reporter à la planche intitulée « Trois plantations

présentant des modalités variées riches d'enseignements » de ce même dossier, page 37.

La reprise a généralement été bonne pour les noyers des trois dispositifs, à l'exception d'une modalité à Luzillat. À la suite d'une importante mortalité des aulnes et des robiniers, des regarnis ont été effectués en seconde année à Châteauneuf dans l'accompagnement, avec du robinier qui se retrouve donc sur représenté par rapport au schéma initial. À Luzillat quelques problèmes de reprise et de démarrage ont été observés surtout sur les plants d'aulnes et d'olivier de Bohême (non regarnis) dont la qualité était médiocre (Tableau 3).

### Peu d'influence sur la croissance en hauteur

Les croissances en hauteur des témoins sont conformes au potentiel de chacune des stations : moyenne à Luzillat du fait des conditions défavorables citées plus haut, correcte à Bonne et très bonne à Châteauneuf. Sur chacun

Les conventions (couleurs et codes des modalités) utilisées dans les tableaux 3 à 13 sont les mêmes que celles de l'article « L'accompagnement améliore la réussite des plantations », pages 39 à 44.

Tableau 3 : Modalités représentées et évolution de la densité des noyers d'origine

Lieu	Bonnes (16)	Bazac (84)	Oiselay (63)
Densité initiale des noyers, toutes modalités (nb/ha)			
Densité initiale (nb/ha)	139	204	158
Densité l'année du bilan, par modalité (nb/ha)			
Témoin (T)	135	204	145
Arbustes (a)	130		
Aulnes + arbustes (Aa1)			128
Aulnes + arbustes (Aa2)			86
Robinier + arbustes (Ra1)			134
Robinier + arbustes (Ra2)			140
Variante (Autre1)	136	204	111

des trois dispositifs, elles sont assez proches entre modalités accompagnées et modalités classiques sans accompagnement. Sur les accroissements moyens depuis la plantation, la différence, à l'avantage des modalités accompagnées, n'est jamais supérieure à 15 %, ce qui donne un aspect relativement homogène aux plantations, au moins sur ce plan (Tableau 4). Trois explications peuvent être proposées :

1) les modalités témoins de ces dispositifs, comme celles accompagnées, sont assez bien protégées du vent par des formations boisées voisines (haie, bois) ou par un mur haut, ce qui a pu limiter indirectement l'influence de l'accompagnement, faciliter l'installation et le démarrage de l'ensemble des plants ;

2) les stations de Bonnes, et surtout de Châteauneuf, bénéficient d'une bonne alimentation en eau en période de végétation (nappe), également favorable au démarrage de tous les plants et donc susceptible d'atténuer les différences ;

3) la plantation de Luzillat, sur une station assez sèche nettement moins favorable que les deux autres, a bénéficié d'un paillage des plants et de nombreux entretiens par travail du sol lors des premières années, ayant peut-être favorisé un peu le témoin.

### Mais des noyers plus filiformes

Pour ces plantations, le résultat le plus marquant sur la croissance des

Tableau 5 : Circonférence à 1,30 m au moment du bilan (= accroissement depuis la plantation)

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	43	34						34
Châteauneuf (84)	66,9		53,8					
Luzillat (63)	39,3			23,1	30,5	26	24,8	29,9

Tableau 6 : Facteur d'élanement (H/d<sub>1,30m</sub>) au moment du bilan

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	66	88						93
Châteauneuf (84)	76		109					
Luzillat (63)	58			98	86	102	103	82

noyers est l'influence négative de l'accompagnement sur leur circonférence moyenne. Par rapport au témoin, les pertes d'au moins 20-25 %, sont générales, pouvant même dépasser 50 % pour des modalités comportant du saule ou du robinier.

Du fait de croissances en hauteur du même ordre de grandeur pour les différentes modalités, la plus faible croissance en circonférence des noyers dans les modalités accompagnées se traduit par des arbres plus filiformes dans celles-ci. Ceci est confirmé par le facteur d'élanement (H/d) qui est de 30 à 80 % plus élevé pour les modalités accompagnées (Tableaux 5 et 6).

La perte de croissance en circonférence et l'élanement élevé des noyers accompagnés sont d'autant plus marqués que la concurrence des essences d'accompagnement est plus forte : espèces vigoureuses

et parfois trop proches des noyers. C'est le cas du saule blanc particulièrement vigoureux, installé à 4 m des noyers à Bonnes (modalité « autre1 »), du mélange robinier-aulne à des écartements de 3,5 m avec les noyers à Châteauneuf (modalité « autre1 »), ou encore des combinaisons avec aulne (« Aa1 et Aa2 ») ou avec robinier (« Ra1 et Ra2 ») à Luzillat. Sur ce même site, dans l'association « aulne à feuilles en cœur-sureau noir-prunier myrobolan », les sureaux ont parfois fortement gêné les noyers. Dans toutes ces modalités, pour éviter que les noyers ne soient trop déséquilibrés, il sera nécessaire d'éclaircir assez rapidement à leur profit (ce qui a été fait l'année suivant le bilan pour les trois dispositifs). À l'avenir, pour atténuer cet effet ou le retarder, il serait prudent d'écarter un peu ces espèces des noyers. Ces résultats ne sont cependant pas inquiétants. En effet, calculés sur des moyennes, ils doivent être nuancés par l'hétérogénéité des noyers dans les modalités accompagnées les plus visées par ces observations. Au moment du bilan, il existait un nombre suffisant de noyers d'avenir, de belle venue et bien conformés, parmi les plus

Tableau 4 : Accroissement en hauteur depuis la plantation

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	R	Autre 1	Autre 2
Bonnes (16)	7,71	8,09						
Châteauneuf (84)	12,41		13,37					
Luzillat (63)	6,56			6,15	6,73	7,52	7,23	7,08

gros, donc les moins élancés, dans toutes ces modalités.

### Une meilleure rectitude

La hauteur sur laquelle la rectitude est jugée satisfaisante - tronc rigoureusement droit ou très légèrement flexueux ou courbé - notée hauteur de « tronc droit » par la suite, a été mesurée. Elle correspond à une découpe au premier défaut perturbant l'axe du tronc. Pour des hauteurs moyennes totales assez proches entre modalités d'un même dispositif, cette hauteur est en moyenne plus importante pour les noyers bénéficiant d'un accompagnement que celle des noyers non accompagnés. Le gain, de l'ordre de 20-25 % pour Bonnes et Châteauneuf, atteint 60 % pour les modalités avec robinier de Luzillat.

**La rectitude du tronc**, sur une hauteur donnée, est notée à partir du pied de l'arbre, en excluant éventuellement une purge inférieure à 1 m (par exemple courbure basale) de la façon suivante : 1 = rigoureusement droit, 2 = légèrement flexueux, 3 = très flexueux, 4 = légèrement courbé, 5 = très courbé (flexuosité : le tronc recoupe au moins 3 fois un axe, constitué par une perche appliquée à ses deux extrémités ; courbure : le tronc ne coupe que 2 fois l'axe).

**La hauteur de « tronc droit »** ou de « rectitude satisfaisante » est la hauteur maximale sur laquelle la note de rectitude est 1, 2 ou 4. En pratique, elle correspond à une longueur sur laquelle la bille ne présente pas de défaut important qui justifierait une découpe.

Tableau 8 : Pourcentages d'arbres pour lesquels la hauteur de « tronc droit » est supérieure à 4 m

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	54	75,1						73,6
Châteauneuf (84)	59,4		71,9					
Luzillat (63)	30,4			73,3	73,7	35,4	36,8	81

Tableau 9 : Pourcentages d'arbres pour lesquels la hauteur de « tronc droit » est supérieure à 6 m

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	24,3	29,2						43,4
Châteauneuf (84)	25		34,4					
Luzillat (63)	0			40	47,4	9,2	21,1	47,6

En s'intéressant aux tranches de hauteurs, la proportion d'arbres ayant une hauteur de « tronc droit » supérieure à 4 m est toujours plus élevée pour les modalités accompagnées. La différence avec le témoin, inférieure à 22 % pour Bonnes et Châteauneuf, dépasse 40 % pour les modalités avec aulne (« Aa ») et bouleau (« Autre1 ») de Luzillat. Ces différences sont encore plus évidentes pour des hauteurs de « tronc droit » supérieures à 6 m, notamment à Luzillat.

À Bonnes, pour cette gamme de hauteur (> 6 m), la modalité accompagnée seulement par des arbustes est nettement distancée par la modalité comportant des arbres, alors qu'elle était du même ordre de grandeur pour le niveau > 4 m. Ceci confirme que les arbustes améliorent la forme du tronc des noyers tant qu'ils les dominent ou les gagnent, jusqu'à leur hauteur maximale,

soit plus ou moins 4-5 m. Au-delà, les noyers s'étalent au-dessus d'eux et leurs troncs perdent partiellement leur axe. En revanche, lorsque des arbres sont présents et dominent latéralement les noyers, ceux-ci, tirés vers la lumière, gardent une dominance apicale plus marquée (Tableaux 8, 9).

### Et des billes élaguées plus longues

Les noyers accompagnés ont des billes élaguées sur une hauteur supérieure d'au moins 20 % à celle des noyers non accompagnés. À Luzillat, pour les modalités comportant du robinier, le gain dépasse les 50 %. Ces résultats doivent cependant être pris avec précautions car à Bonnes et à Luzillat, seuls les arbres les mieux conformés et les plus vigoureux ont été élagués au cours des derniers passages. Il est donc intéressant d'étudier aussi la répartition des hauteurs élaguées (Tableau 10, page 49).

Comparons les proportions d'arbres élagués au-delà de 3 et de 4 m, c'est à dire principalement des arbres d'avenir, pour les différentes modalités. Les tableaux 11 et 12 font ressortir :

1) une nette différence à l'avantage

Tableau 7 : Hauteur moyenne de « tronc droit » depuis le sol (= +/- découpe 1<sup>er</sup> défaut)

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	4,81	5,69						6,02
Châteauneuf (84)	4,67		5,92					
Luzillat (63)	3,79			5,74	6,4	4,76	5,47	5,34

**Tableau 10 : Hauteurs moyennes élaguées (les valeurs prises en compte pour Luzillat sont celles de l'année suivant le bilan, lorsque l'élagage a été remonté et les arbres éclaircis)**

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	2,93	3,59						4,26
Chateauneuf (84)	3,36		4,03					
Luzillat (63)	2,87			4,3	3,55	4,59	4,55	3,99

**Tableau 11 : Pourcentages d'arbres élagués au-delà de 3 m**

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	24,3	77,1						79,3
Chateauneuf (84)	87,5		75,6					
Luzillat (63)	28,6			25	23,1	40,9	65,2	35,7

**Tableau 12 : Pourcentages d'arbres élagués au-delà de 4 m**

Site / Modalité	T	a	A	Aa1	Aa2	Ra1	Ra2	Autre 1
Bonnes (16)	0	37,5						62,3
Chateauneuf (84)	6,3		44,4					
Luzillat (63)	0			0	0	0	4,3	7,1

des modalités accompagnées pour les hauteurs élaguées au-dessus de 3 m pour Bonnes, les arbres d'avenir du témoin étant élagués en majorité entre 2,5 et 3 m. Ajoutons que 30 % de l'ensemble des arbres accompagnés sont déjà élagués entre 5 et 6 m et 11 % au-dessus de 6 m, alors qu'aucune tige n'est représentée pour ces hauteurs dans le témoin.

2) un net avantage pour la modalité accompagnée à Châteauneuf, pour la hauteur élaguée au-dessus de 4 m, en remarquant qu'ici, presque tous les arbres du témoin ont été élagués entre 3 et 4 m. Pour la modalité accompagnée, 14 % des arbres sont élagués au-dessus de 5 m, alors qu'aucun arbre du témoin n'est concerné.

3) peu de différences à Luzillat, sauf pour les modalités accompagnées par du robinier, présentant une plus

grande proportion d'arbres élagués au-dessus de 3 m et même quelques-uns au-delà de 4 m. Sur ce site, les hauteurs totales encore relativement faibles expliquent en bonne partie cette faible différence.

Par ailleurs, même si les moyennes des hauteurs « de tronc droit » laissent supposer que les hauteurs élaguées pourraient être augmentées, les témoins pourront rarement en bénéficier car les branches les plus basses, en général assez nombreuses, ont souvent atteint de tels diamètres qu'il serait risqué de les élaguer maintenant. Cette forte

branchaison explique aussi la meilleure croissance moyenne en circonférence de ces arbres par rapport à celle des modalités accompagnées. À l'inverse, il existe souvent encore un potentiel d'élagage en hauteur sur les tiges accompagnées, du fait de diamètres des branches plus faibles.

## Une surbille possible

Sur les plantations de Bonnes et de Châteauneuf, lorsque le tronc présentait un axe vertical au-dessus de la bille élaguée ou au-dessus du premier défaut de celle-ci, occasionnant alors une découpe (cas où la hauteur de « tronc droit » est inférieure ou égale à la hauteur de bille élaguée), sa longueur a été notée par classes de 1 m. Le billon correspondant peut être assimilé à une possible future surbille lorsque l'élagage est terminé.

Une forte proportion d'arbres – entre 50 et 75 % – présente des billons droits de longueur supérieure à 2 m dans toutes les modalités des deux plantations. En revanche, les proportions d'arbres accompagnés ayant un billon de plus de 3 m au-dessus de la bille sont nettement supérieures à celles des témoins, surtout lorsque l'accompagnement est constitué d'arbres. Cela signifie que la majeure partie des billons supérieurs à 2 m des témoins ne dépassent pas 3 m, alors que c'est l'inverse pour les modalités accompagnées. L'accompagnement par des arbustes permet d'obtenir des billons de plus de 3 m pour une proportion intermédiaire entre celle

**Tableau 13 : Pourcentages d'arbres pour lesquels il existe un axe > 3 m au-dessus de la bille**

Site / Modalité	T	a	A	Autre 1
Bonnes (16)	27	33,3		52,8
Chateauneuf (84)	28,1		56,3	



© Jacques Becquey

*Aspect du témoin, début 2004, à Châteauneuf (84).*

du témoin et celle de l'accompagnement comprenant des arbres (Tableau 13).

### Deux itinéraires pour deux longueurs de billes

Les résultats obtenus sur ces trois dispositifs montrent que sur de bonnes stations, suffisamment protégées des vents dominants, il est possible d'obtenir de bons résultats avec et sans accompagnement. Dans ces conditions et avec des entretiens appropriés, les croissances en hauteur sont similaires pour les noyers des différentes

modalités, mais les noyers accompagnés sont plus grêles du fait d'une plus faible croissance en circonférence que le témoin. Ce handicap peut être réduit par une adaptation des distances de plantations. Sur les arbres accompagnés, par ailleurs plus faciles à élaguer, il est possible d'obtenir des billes de bonne rectitude et propres sur 5 à 6 m et fréquemment des surbilles de plus de 3 m de longueur, alors que sur les noyers sans accompagnement, les billes dépassent rarement 4 m de hauteur et peu de surbilles atteignent 3 m.

Il en ressort deux possibilités de produire des billes de noyer :

- plantation classique à grands espacements suivie de passages réguliers et fréquents en entretien, taille et élagage, permettant d'obtenir des billes courtes de l'ordre de 3-4 m et des surbilles limitées ;
- plantation de noyers à grands espacements avec installation d'un accompagnement ligneux composé d'essences à croissance rapide (aulnes, bouleaux, robinier...), autorisant des passages en entretiens et en élagage moins nombreux et plus espacés, et permettant d'obtenir des billes de l'ordre de 6 m et des surbilles intéressantes. Il faut cependant prévoir au moins un passage à bois perdu ou une opération blanche pour éclaircir au profit des noyers une fois les billes formées.

C'est au planteur de choisir le scénario qui lui convient le mieux, avant tout en fonction de ses moyens et de sa disponibilité pour le suivi de sa plantation. C'est en effet, après la qualité de la station et son adaptation à la production de noyer, le second critère de réussite. Le surcoût à l'installation n'est pas forcément rédhibitoire s'il est ensuite, au moins partiellement, compensé par des économies sur les travaux et à terme par l'obtention de billes plus volumineuses. ■

#### Résumé

Trois plantations de noyer hybride âgées de 11 et 12 ans comparant différentes modalités d'accompagnement ligneux à un témoin sans accompagnement sont analysées. Les noyers accompagnés présentent des hauteurs moyennes légèrement supérieures à celles des témoins, mais leurs circonférences sont sensiblement plus faibles. Parallèlement, ils ont des troncs plus droits et plus longs permettant d'obtenir des billes élaguées plus hautes, surmontées d'une surbille plus longue. Le sylviculteur peut donc choisir entre deux itinéraires de plantation, en fonction de ses moyens et de la longueur de bille souhaitée.

**Mots-clés :** accompagnement ligneux, noyer, boisement, mélange.

# Enseignements de 30 années de recherche sur les plantations mélangées en Italie

Enrico Buresti Lattes\*, Paolo Mori\*\*, Francesco Pelleri\*, Serena Ravagni\* (1)

*En Italie, l'Institut expérimental pour la sylviculture du Conseil pour la recherche en agriculture dispose de plus de 1 000 hectares de plantations expérimentales. Il présente ici les résultats de ses recherches sur la plantation mélangée et les solutions trouvées pour s'affranchir de la variabilité génétique des essences ou de la variabilité des stations.*

**E**n Italie, la ligniculture s'est développée au début du XX<sup>e</sup> siècle sous l'impulsion des industries papetières.

La recherche s'est principalement focalisée sur la sélection de cultivars de peupliers et la détection d'essences à croissance rapide. Des plantations monospécifiques ont d'abord été réalisées sur tout le territoire de façon à produire en cycles courts (10-12 ans) pour le peuplier, et moyens pour l'eucalyptus et les résineux.

L'utilisation de feuillus précieux à cycle de production plus long n'est apparue que plus tard. Les chercheurs n'ont commencé à s'en occuper qu'à partir des années 70. Et les agriculteurs ne s'y sont intéressés qu'à partir des années 90, poussés par la réglementation européenne qui les obligeait à mettre en jachère certaines terres agricoles. C'est ainsi que, grâce à la réglementation CEE 2080/92 et aux aides qui l'accompagnaient, la plantation de feuillus précieux a connu un fort développement entre 1995 et 2001, aboutissant à la plantation d'environ 78 000 hectares.

Cet engouement a mis en évidence

que, pour réussir sa plantation, le sylviculteur devait être capable de :

- se fixer des objectifs de production réalistes ;
- choisir les essences adaptées à la station, capables d'atteindre les objectifs de production ;
- interpréter les caractéristiques écologiques des stations ;
- concevoir un schéma de plantation ;
- définir une stratégie de gestion.

L'échec d'une bonne partie des premières plantations a aussi rappelé l'importance de prévoir des stratégies de rattrapage permettant de maintenir l'objectif ou, en cas d'impossibilité, de définir de nouveaux objectifs.

## L'évolution des méthodes d'installation

Les premières plantations de feuillus précieux ont été réalisées sur le modèle de la populiculture et des reboisements classiques. Ce qui n'a pas été sans poser problème...

**Les plantations réalisées selon le modèle populicole** comprenaient

une seule essence (noyer ou merisier) avec des plants espacés d'environ 6 mètres. Vu la distance entre les plants, il a fallu intervenir régulièrement pour contenir le développement des herbacées et des branches. Dans ces conditions, l'élagage des arbres s'est révélé difficile. Pour pallier ces inconvénients, la solution de l'accompagnement par des essences fixatrices d'azote a été retenue.

**Sur le modèle des reboisements forestiers**, les plantations ont été réalisées à 3 m x 3 m. Cette distance a permis de mécaniser l'entretien des arbres et d'obtenir une couverture relativement rapide du terrain, mais l'effet bénéfique de la compétition sur la forme des arbres ne s'est manifesté que trop tardivement.

**Les plantations mélangées** ont donc été retenues pour favoriser une meilleure éducation des plants principaux d'essences précieuses. Les mélanges expérimentaux ont d'abord consisté à remplacer 25 à 75 %, des plants de feuillus précieux par des plants d'essences fixatrices d'azote, comme le robinier ou l'aulne, ayant un rôle d'ac-

compagnement.

Comparativement aux plantations pures, les mélanges de ce type – en particulier avec le noyer – apportent les effets bénéfiques suivants :

- accroissement plus rapide en hauteur et en diamètre. Le noyer accompagné par l’aulne a gagné jusqu’à 50 % de croissance en hauteur et 38 % en diamètre ;
- plants plus élancés et branches plus fines ;
- fermeture du couvert plus rapide ;
- augmentation du taux d’azote dans le sol.

En plus de l’avantage qu’il procure sur la croissance, l’accompagnement par des essences à croissance rapide, fixatrices d’azote, permet de réduire le travail du sol et de faciliter les élagages.

Le suivi de ces plantations mélangées a mis en évidence l’apparition progressive d’une compétition entre les plants d’essences précieuses et ceux d’accompagnement. Cette compétition, après une première période bénéfique, recherchée par le planteur, s’est révélée rapidement néfaste à l’accroissement en diamètre. L’éclaircie en un ou plusieurs passages des plants accompagnateurs, jusqu’à totale élimination, a permis de résoudre ce problème. Ensuite, les plants principaux d’essences précieuses plantées à des distances de 6 m se sont concurrencées entre elles, ce qui a obligé à les éclaircir avant qu’elles n’atteignent le diamètre objectif de 40 cm fin bout. Cependant, l’espacement de 8,50 m entre les arbres, obtenu après éclaircie, ne permettait pas d’atteindre le diamètre fixé, en conservant une croissance soutenue et constante. Ce résultat a amené à la conclusion qu’en plein champ, la meilleure solution est de planter à

**Tableau 1 : Répartition de plants de chêne pédonculé en catégories indiquant la qualité potentielle de la future grume**

	Plant avec de bonnes caractéristiques catégorie A	Plant avec de légers défauts catégorie B	Plant avec de forts défauts catégorie C
	chêne	chêne	chêne
Arbre seul	14,9 %	56,7 %	28,4 %
Total des deux plants	20,3 %	54,7 %	25 %
Meilleur plant des deux	33,3 %	60,4 %	6,3 %

densité définitive (9-12 m), de façon à obtenir des grumes commercialisables sans devoir éclaircir les plants d’essences précieuses.

Dans le mélange, la plantation à densité définitive de l’essence précieuse permet de réduire les coûts d’élagage, car seules 70 à 120 tiges/ha en bénéficient. Elle facilite aussi les éventuelles éclaircies qui ne portent que sur les plants accompagnateurs. Ce choix nécessite cependant d’obtenir de chaque plants de feuillus précieux une grume de qualité aux dimensions requises. L’expérience a démontré que cela était possible à condition de respecter certains impératifs :

- une bonne conception de l’installation ;
- un matériel végétal adapté à la station ;
- un travail du sol régulier ;
- un élagage bien réalisé ;
- une éclaircie au bon moment dans l’accompagnement.

## Variabilité génétique

En Italie, le matériel végétal employé pour les plantations de feuillus précieux n’est en général pas amélioré et présente donc souvent une grande variabilité géné-



*Couple de merisiers dont les sujets présentent les mêmes caractéristiques.*

tique... ce qui peut être problématique si l’on décide de planter à densité définitive. La solution proposée a été de placer deux plants de façon rapprochés (50 cm à 1 m), symétriquement par rapport à l’emplacement prévu pour la plantation classique d’un seul individu (voir photos). Cette astuce a permis :

- de réduire les impacts de la variabilité génétique ;
- d’espérer diminuer les risques de dommage par la faune ;
- d’obtenir des plantations plus homogènes, caractérisées par des sujets plus vigoureux et mieux conformés (Tableau 1).

Pour obtenir ces résultats il est cependant nécessaire de choisir le meilleur des deux sujets au bon



*Couple de chênes dont les sujets sont très différents.*

moment, c'est-à-dire avant que ne commence une compétition susceptible de réduire l'accroissement en diamètre de l'arbre d'avenir. Les expériences ont démontré l'importance d'effectuer cette sélection avant que le peuplement n'ait atteint 5 m de hauteur moyenne et 15 cm de circonférence à 1,30 m du sol, soit 4 à 6 ans après plantation.

## Variabilité stationnelle

Deux autres facteurs peuvent être à l'origine de l'échec d'une plantation :

- la variabilité des caractéristiques stationnelles de la parcelle ;
- la difficulté d'accorder les exigences des essences avec les caractéristiques du terrain.

Ces deux facteurs d'incertitude, bien que différents sont ici rapprochés, puisque la solution qui a été expérimentée est la même.

Les parcelles à planter présentent fréquemment de grandes variabilités stationnelles : sol, profondeur de la nappe phréatique, exposition. Si dans cette situation, une seule essence est installée, on risque d'obtenir un peuplement hétérogène où des plants vigoureux côtoient des plants chétifs. Autant dire, un

peuplement où il sera impossible d'obtenir la production attendue pour la majeure partie de la plantation.

En considérant que le terrain présente des caractéristiques homogènes, l'incertitude réside dans la difficulté de choisir les essences précieuses à planter. En effet, il n'est pas rare de voir des terrains sur des stations favorables pour certaines caractéristiques (par exemple la pluviométrie, la profondeur du sol, la profondeur de la nappe phréatique), mais limites pour d'autres (exemple : inondations temporaires, rares gelées tardives ou attaques de ravageurs). Il est possible que ces dernières ne se manifestent pas, mais dans le cas contraire l'ensemble de la plantation serait compromis.

Dans les deux cas (terrain hétérogène ou présence de facteurs de risques diffus) il est possible de recourir à la plantation mélangée avec des plants principaux de plusieurs essences (voir l'encadré). Cependant, même dans ce cas, en plaçant les feuillus précieux à densité définitive, il demeure un risque de perdre une partie de la plantation. Pour réduire ce risque, une expérimentation a mis en place un plant accompagnateur « parachute » d'une autre essence précieuse (voir l'encadré), qui, comme son nom l'indique, constitue une assurance sur l'avenir de la plantation. Assurance qui prend le relai uniquement si les plants principaux d'essences précieuses choisies initialement ne se développent pas comme prévu. Le rôle d'accompagnateur « parachute » est attribué à des plants dont les exigences écologiques sont en partie différentes de celles des plants principaux, mais en mesure de produire du bois d'une certaine valeur.

### Définition des rôles attribués aux plants et principaux types de plantations en Italie

#### Rôle des plants

Les catégories de plants sont distinguées en fonction de leur rôle au sein de la plantation :

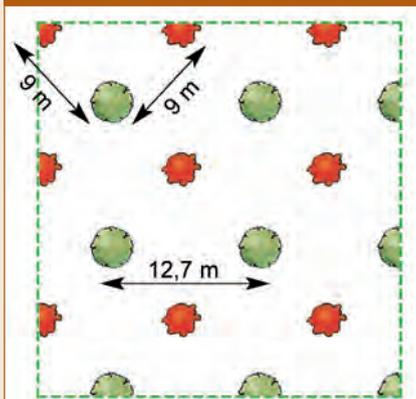
- **Plant principal** : tout plant destiné à terminer le cycle de production et produisant au moins un des produits pour lequel la plantation a été conçue.
- **Plant accompagnateur** : plant (arbre ou arbuste) aidant le sylviculteur à éduquer la plantation et/ou à favoriser le développement des plants principaux.
- **Plant accompagnateur « parachute »** : plant qui, en plus de son rôle d'accompagnateur, doit également pouvoir remplacer un plant principal qui n'est plus en mesure d'atteindre les objectifs de production. En conséquence, il doit être élagué comme tout plant principal et, au moment de l'éclaircie, il faudra choisir de l'éliminer ou de lui assigner le rôle de plant principal.

#### Types de plantation

Les principaux types de plantation sont :

- **Plantation pure** : réalisée uniquement avec des plants principaux appartenant à une seule essence précieuse.
- **Plantation pure avec accompagnement** : plantation associant des plants principaux d'une seule essence précieuse et des plants accompagnateurs (arbres ou arbustes) d'une ou plusieurs espèces.
- **Plantation mélangée** : plantation associant des plants principaux de plusieurs espèces en mesure de produire du bois précieux.
- **Plantation mélangée avec accompagnement** : plantation organisée où se côtoient les plants principaux de plusieurs espèces et les plants accompagnateurs d'une ou plusieurs espèces.

#### Plantation mélangée

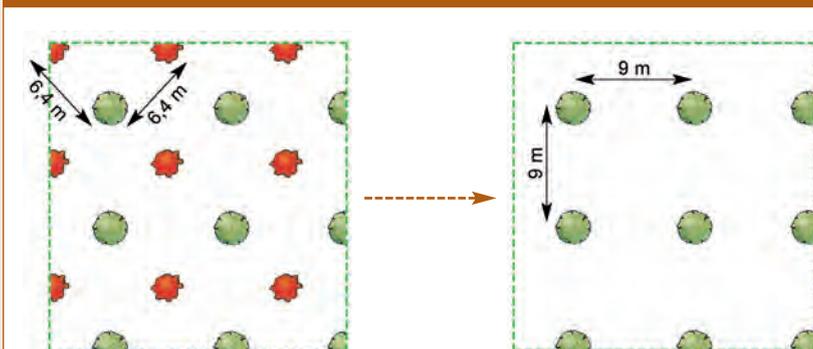


Plants principaux

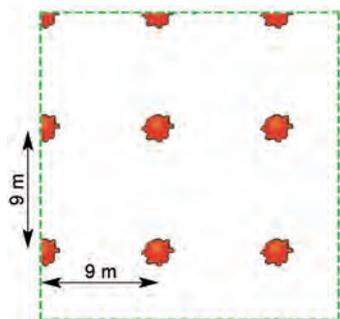


Il s'agit d'essences aux caractéristiques particulières car elles sont capables de produire un bois de valeur commerciale, tout en ayant un rôle d'accompagnateur. Ces plants bénéficient des soins portés aux plants principaux jusqu'au moment de la première éclaircie. Si tout se passe comme prévu, elles sont éliminées au cours de la première éclaircie. Sinon, elles prennent localement le rôle de plant

#### Plantation pure avec accompagnement « parachute »



Si le noyer ne donne pas les résultats attendus et que le frêne se développe, les noyers sont éliminés. Le frêne passe alors du plant accompagnateur parachute à plant principal.



Plant principal



Plant accompagnateur «parachute»



principal et les autres qui avaient précédemment le rôle de plants principaux sont éliminées, car inaptes à produire le résultat escompté.

## Conclusion

Au cours des trente dernières années, la recherche sur la plantation de feuillus précieux a démontré l'intérêt de passer de plantations monospécifiques et denses (3-6 m) à des plantations mélangées – ou

mélangées avec accompagnement – dans lesquelles les plants principaux sont espacés (9-12 m). L'accompagnement s'est révélé bénéfique pour l'éducation de ces dernières. Les plants accompagnateurs permettent d'améliorer la forme des plants principaux et donc de faciliter leur élagage, de fermer le couvert rapidement, ce qui réduit les travaux et de créer une ambiance forestière plus favorable à leur croissance en hauteur et en diamètre.

Des solutions ont été trouvées pour réduire les effets négatifs que peu-

vent avoir la variabilité génétique et la variabilité stationnelle sur la réussite de la plantation. La mise à demeure de couples de plants à distance définitive (9-12 m) et l'artifice d'un plant accompagnateur « parachute » en mesure de produire du bois commercialisable, sont des solutions qu'il est possible d'adopter pour accroître les chances de réussite. Ces solutions peuvent être utilisées individuellement ou conjointement, selon les exigences et les coûts que le sylviculteur est disposé à investir pour réduire les risques d'échec. ■

### Résumé

L'article décrit l'évolution de la sylviculture de plantation de terrains nus en Italie ces trente dernières années, en analysant plus particulièrement les changements survenus au niveau des plantations pour diminuer les coûts de gestion et accroître les chances de réussite des plantations de feuillus précieux.

La recherche, initialement focalisée sur les plantations monospécifiques denses (distance entre les plants de 3 à 6 m), s'est progressivement dirigée vers les plantations mélangées, avec ou sans accompagnement (distance entre les plants de 9 à 12 m). L'accompagnement s'est révélé extrêmement utile pour améliorer la forme des arbres, faciliter l'élagage et obtenir rapidement un couvert forestier.

La recherche forestière italienne (CRA) a également proposé des solutions innovantes pour réduire les effets néfastes de la variabilité génétique des essences et de la variabilité des stations sur la réussite des plantations : l'utilisation d'un couple de plants disposés à densité définitive et l'utilisation de plants accompagnateurs « parachute » substituant les plants principaux en cas de nécessité.

**Mots-clés :** Italie, plantations mélangées, CRA.

## Bibliographie

- **AA.VV. (2004).** *Conduzione degli impianti di AdL*. Il manuale Arsia.
- **Buresti E., (1996).** *Modelli culturali per il noce da legno*. Compagnia delle Foreste, Sherwood foreste e alberi oggi 15, p. 27-32.
- **Buresti E., De Meo I., (1998).** *Un impianto di noce in golena con "specie parachute"*. Sherwood foreste e alberi oggi, 35: p. 27-31.
- **Buresti E., De Meo I., (2000).** *Impiego delle consociazioni nelle piantagioni di arboricoltura da legno : primi risultati di un impianto di noce comune*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura Vol. XXV° XXVI, p. 261-283.
- **Buresti E. Mori P., (1999).** *La doppia pianta : un'assicurazione sulla farnia come specie principale*. Sherwood foreste e alberi oggi, 47 : p. 7-13.
- **Buresti E., Mori P., (2004).** *Ruolo delle piante, specie e tipologie d'impianto in arboricoltura*. Sherwood foreste e alberi oggi, 98 : p. 15-19.
- **Buresti E., Mori P., (2005).** *Glossario dei termini più comuni impiegati in arboricoltura da legno (prima parte)*. Sherwood foreste e alberi oggi, 109 : p. 13-18.
- **Buresti E., Mori P., Ravagni S., (2002).** *Arboricoltura da legno con il ciliegio: ridurre i rischi adottando la doppia pianta*. Sherwood foreste e alberi oggi, 73 : p. 11-16.
- **Buresti E., Mori P., Ravagni S., (2002).** *Impianti più omogenei con la doppia pianta un'esperienza con il frassino ossifillo*. Sherwood foreste e alberi oggi, 82 : p. 12-15.
- **Buresti E., Mori P., Ravagni S., (2003).** *Quando diradare la doppia pianta: un'esperienza con la farnia (Quercus robur L.)*. Sherwood foreste e alberi oggi, 85 : p. 21-24.
- **Colletti L., (2001).** *Risultati dell'applicazione del Regolamento CEE 2080/92 in Italia*.
- **Cutini A., Martini M., Buresti E., (1997).** *Effetti delle consociazioni con ontano napoletano in impianti di farnia*. Annali Istituto Sperimentale per la Selvicoltura Vol. XXV°, XXVI, p. 261-283.  
[www.arboricoltura.it](http://www.arboricoltura.it)

(1) \* CRA -. *Istituto Sperimentale per la Selvicoltura, Viale S. Margherita 80-82, 52100 Arezzo, tél. : +39 0575 353021, fax : +39 0575 353490, courriel : buresti@selvicoltura.org*

\*\* *Compagnia delle Foreste*

# L'accompagnement du planteur

Jacques Becquey, ingénieur à l'IDF



*Avec un recul d'une quinzaine d'années, les dispositifs comparant des plants de feuillus précieux bénéficiant ou non d'un accompagnement ligneux permettent de tirer quelques enseignements pratiques qui peuvent être résumés sous forme de quelques questions-réponses.*

## Quel est l'intérêt de planter un accompagnement ligneux ?

Dans les boisements de terres agricoles, l'installation, en association avec des feuillus précieux, d'espèces à croissance rapide, permet d'accélérer la reconstitution d'une ambiance forestière favorable au démarrage des plants. Elle améliore la forme des tiges d'avenir et conduit parfois à des gains substantiels de croissance au cours des premières années. Comparativement à des plantations à grandes espacements sans accompagnement, cette technique réduit le nombre de passages en entretien et en formation des billes, du fait d'une fermeture plus rapide du couvert et du gainage des tiges de feuillus précieux.

## Quels en sont les inconvénients ?

Le surcoût à l'installation et la nécessité de réaliser une première éclaircie suffisamment précoce, parfois à bois perdu, sont les principaux inconvénients de l'accompagnement. L'utilisation d'arbustes rend la circulation dans le peuplement et l'accès aux arbres difficiles, au moment des derniers élagages et des éclaircies. Ces inconvénients peuvent être réduits en s'abstenant de planter des arbustes et en adaptant les distances de plantation des essences d'accompagnement, de telle façon qu'elles soient exploi-

tables en bois de feu à la première éclaircie.

## Quel type d'accompagnement installer ?

Pour être efficace, l'accompagnement doit pousser plus rapidement que les essences précieuses, de façon à leur fournir un abri latéral, au moins pendant le temps nécessaire à la formation des billes. Les essences à forte croissance initiale telles que les aulnes, le bouleau, le robinier, voire les saules sont très intéressants, sous réserve d'adapter les distances de plantation (1). Comme l'utilisation d'arbustes semble présenter plus d'inconvénients que d'avantages, on s'oriente en France plutôt **vers des plantations mélangées essences précieuses/essences d'accompagnement par lignes alternées**. Cette technique semble en effet présenter le meilleur compromis efficacité-simplicité d'installation, de suivi et d'exploitation-coût.

## En définitive, le critère déterminant ?

Le planteur dispose-t-il de moyens ou de temps lui permettant de suivre sa plantation chaque année pendant au moins une dizaine d'années ? Ou bien préfère-t-il se donner la possibilité de passer moins souvent durant cette période ? Dans la première hypothèse, l'ac-

compagnement ligneux est inutile. Dans la seconde, il présente un intérêt certain. Or l'expérience montre que cette dernière correspond au profil d'une majorité de planteurs. Avec un accompagnement ligneux correctement installé, le suivi régulier peut être concentré sur les trois ou quatre premières années. Un espacement des interventions d'élagage et de dépressage-éclaircie – qui restent indispensables – est ensuite envisageable, avec la possibilité de monter facilement des billes sur plus de 4 m, voire jusqu'à 6 m. L'accompagnement ligneux devient alors aussi une méthode d'accompagnement du planteur ! Quant au surcoût à l'installation, lorsqu'il n'est pas complètement compensé par des économies sur les travaux de suivi, peut-être faut-il le prendre comme le prix d'une certaine souplesse et, dans de nombreux cas, de la réussite. À l'inverse, planter des feuillus précieux sans accompagnement pour faire des économies, sans pratiquer un suivi régulier sur la durée, conduit souvent à des résultats médiocres ne valorisant pas l'investissement, si faible soit-il. ■

(1) Voir « *Quels accompagnements ligneux choisir pour les plantations de noyer ?* » page 35. D'autres essences non décrites dans ce dossier, telles que l'orme, le tilleul, l'érable champêtre, parfois le charme sont également envisageables. Le peuplier fera l'objet d'articles ultérieurs.

### Des surcoûts d'installation compensés par des économies sur les travaux ?

Une évaluation du surcoût d'installation de l'accompagnement ligneux dans des plantations de noyers (Tableau 1) a été réalisée de la façon suivante :

- deux densités de noyer : 156 (8 m x 8 m) à 185 (9 m x 6 m) plants/ha ;
- espèces choisies : aulne à feuilles en cœur, olivier à fleurs en ombelles et noisetier, parmi les plus représentées dans les modalités testées. Les plants de ces espèces sont parmi les plus chères ;
- deux modalités d'accompagnement : aulne seul et les trois espèces (respectivement, types « A » et « Aa » des schémas page 38) ;
- deux surfaces boisées : 1 ha et 2 ha de façon à mesurer l'effet de l'importante variation du coût unitaire des plants selon les quantités achetées (plus ou moins 500).

Tableau 1 : Évaluation du surcoût (prix 2005-2006), ramené à l'hectare, de l'installation d'un accompagnement

Densité initiale	Surface	Modalité "A" (arbres)	Modalité "Aa" (arbres + arbustes)
156 noyers/ha	1 ha	872 €/ha	1 634 €/ha
	2 ha	544 €/ha	1 088 €/ha
185 noyers/ha	1 ha	689 €/ha	1 593 €/ha
	2 ha	430 €/ha	1 074 €/ha

Le nombre de plants augmente évidemment les coûts d'installation à l'hectare, mais il apparaît aussi que l'incidence de la surface n'est pas négligeable : + 50 à 60 % dans ce cas.

En plantation sans accompagnement, pour obtenir des croissances satisfaisantes, il faut au moins deux passages par an pour éliminer la concurrence herbacée et un passage annuel en taille-élagage à partir de la seconde année de plantation. Sur des plantations poussant correctement, aux espaces considérés, ils doivent être effectués pendant une dizaine d'années.

L'équivalent du surcoût d'installation de l'accompagnement en nombre d'années d'entretien et de passages en taille-élagage a été estimé (Tableau 2). Compte tenu des résultats observés sur les dispositifs comparatifs (voir pages 35 à 50), il semble tout à fait possible de compenser les surcoûts par des économies sur les travaux dans les modalités « A ». En revanche, pour les modalités « Aa » cela semble difficile pour les grandes surfaces, et même impossible pour de faibles surfaces.

Dans tous les cas, on considère que la première éclaircie est une opération blanche, ou qu'elle sera compensée par des revenus sur les suivantes. Les éventuels revenus procurés par

ces éclaircies, pourraient aussi compenser une partie des surcoûts d'installation.

En pratique, ceci confirme l'intérêt des modalités d'accompagnement par des arbres et une utilisation plus discutable d'arbustes complémentaires, sinon pour la couverture du sol.



Effet de l'accompagnement de robinier et d'olivier à fleurs en ombelles sur un jeune noyer hybride.

Tableau 2 : Évaluation des surcoûts en travaux de suivi

Densité initiale	Surface	Modalité "A" (arbres)	Modalité "Aa" (arbres + arbustes)
156 noyers/ha	1 ha	4 ans d'entretien + 4 taille-élagages	8 ans d'entretien + 7 taille-élagages
	2 ha	2 ans d'entretien + 4 taille-élagages	5 ans d'entretien + 5 taille-élagages
185 noyers/ha	1 ha	3 ans entretiens + 4 taille-élagages	8 ans d'entretien + 6 taille-élagages
	2 ha	2 ans d'entretien + 2 taille-élagages	5 ans d'entretien + 5 taille-élagages

© Jacques Becquey

## La productivité forestière : cas d'une chênaie normande

Jean Levêque, sylviculteur dans le Calvados et président d'honneur du Cetef Calvados-Manche

*Au travers de l'étude de trois coupes réalisées sur trente ans, Jean Levêque, sylviculteur normand et économiste, a mesuré les gains de productivité obtenus grâce à une sylviculture dynamique, dans sa chênaie située en Normandie.*

**L**a forêt est actuellement soumise à un double défi qui va au-delà des techniques de production sylvicole. À quoi bon produire de beaux et bons arbres, s'ils sont menacés d'une mise hors marché (le défi économique) ou par une mise en conservatoire (le défi écologique) ?

Notons que les défis économique et écologique se conjuguent. La concurrence des marchés forestiers émergents, de l'Est européen en particulier, peut conduire à « baisser les bras », tandis que la mystique du naturel pousse au « laisser-faire » de la nature. Alors, à quoi bon se battre ?

Mais il y a mieux à faire : répondre, avec nos atouts, aux défis du marché et tirer parti de la nature au lieu de la forcer ou de s'y soumettre aveuglement.

Cette réflexion est d'autant plus nécessaire que la réponse à ces défis est contradictoire : améliorer la productivité de nos forêts peut être taxé de « productivisme » pour certains, tandis que la valorisation de nos produits se heurterait au mur des prix mondiaux pour d'autres.

Cela conduit à une réflexion sur la **productivité forestière**, préalable à celle qui devrait s'engager sur sa rentabilité.



© J. Levêque

*Automne 1967, Bois des Falaises à l'origine, La Croupte.*

De là découle toute une série de questions. Parler de productivité, est-ce se limiter à la production physique (en mètres cubes par hectare et par an), préoccupation de la plupart d'entre nous ? Est-ce se pencher sur la production et les moyens d'y parvenir, c'est-à-dire au rapport entre le numérateur (la production) et le dénominateur (les moyens de production) ? Mais si produire est un préalable nécessaire, la vente traduit cette production en valeur monétaire pour le numérateur et en coûts pour le dénominateur. C'est aborder la **productivité économique** et ceci sur le très long terme (c'est la règle en forêt). Comment l'améliorer à ce niveau ? La productivité économique devient l'enjeu central pour le forestier.

Rien ne vaut un exemple concret

appuyé sur des résultats. J'ai donc retenu le cas que je connais le mieux : nos bois situés en Normandie dans le Pays d'Auge, d'une surface de plus de 50 ha, avec pour base une chênaie résultant d'une conversion engagée depuis 30 ans sur près de 30 ha (en excluant les boisements assez récents sur terres agricoles en déprise).

### Production en volume et productivité par hectare

Il faut donc partir de sa **production forestière en volume**. En dehors d'un inventaire exhaustif, trop coûteux, cette évaluation ne peut se réaliser que par approches successives.

La première, très approximative, consiste à retenir les résultats de l'IFN (Inventaire forestier national) pour sa « région forestière » et pour son type de peuplement : ils donnent le volume total sur pied en mètres cubes, l'accroissement annuel par hectare et par an, ainsi que la récolte annuelle et le tout par hectare.

En passant de la production à celle par hectare, on introduit la notion de **productivité physique**, elle-même liée à la **fertilité** qui précise l'amplitude du potentiel de produc-

tion caractérisée par un indice de fertilité mesuré par la hauteur dominante du peuplement de l'IFN. Transposées à nos bois, ces données sont les suivantes pour un « mélange futaie à base de chênes dans la région forestière du Pays d'Auge » et pour une surface de 29 ha 50 (Tableau 1).

Une deuxième approche, plus précise, consiste en un inventaire établi à partir d'un échantillon de 23 placettes, avec les mesures des 5 arbres les plus proches de leur centre. Les résultats dès 2004 sont largement supérieurs à ceux des inventaires IFN, même en tenant compte des accroissements annuels.

Il y aura donc lieu d'affiner ces résultats, mais ils fournissent déjà un ordre de grandeur significatif. Après la production vient le « **croît** » de la production forestière.

Ce croît est la somme de l'accroissement du volume par an, à associer au recrutement qui précède l'importance des passages à un diamètre (ou une circonférence) supérieur.

Or, un mètre cube d'un arbre de 120 cm de circonférence a une valeur moindre que proportionnelle à celui d'un arbre de 180 cm. Il est donc important de le constater et de le mesurer.

	1974 (1)	1987 (1)	2000 (2)	2004 (2)
Volume total (bois fort) estimé sur pied	3 700 m <sup>3</sup>	4 925 m <sup>3</sup>	10 650 m <sup>3</sup>	9 610 m <sup>3</sup>
Volume estimé par hectare	134,9 m <sup>3</sup> /ha	188,6 m <sup>3</sup> /ha	361 m <sup>3</sup> /ha	326,5 m <sup>3</sup> /ha
Accroissement annuel estimé par hectare	5,27 m <sup>3</sup> /ha	7,57 m <sup>3</sup> /ha	n.s.	n.s.

(1) Dates des inventaires de l'IFN dans le Calvados.

(2) Estimation établie à partir d'un échantillon de 23 placettes.

## L'impact sur la valeur de la structure des peuplements

L'augmentation de la production en volume à l'hectare, modifie la répartition de la **structure des peuplements**. On constate par des mesures successives un glissement de son peuplement forestier vers le haut : les « Petits Bois » deviennent des « Moyens Bois » et ces derniers des « Gros Bois ». Ceci modifie fortement la valeur du peuplement (les stocks sur pied) c'est l'aspect le plus important de ces mesures.

Pour les Bois de la Croupte, des approximations ont pu être établies concernant l'évolution de la structure des peuplements, en se limitant à la ventilation classique en matière de gestion de la chênaie entre 2000 et 2004 (Tableau 2).

Les prix retenus sont ceux des cours du chêne (1) de novembre 2002 (au milieu de la période pour effacer l'effet tempête en 2000), en retenant la moyenne des 3 catégories de la mercuriale multipliée par la répartition effective (selon les coupes réalisées) et ce, pour les Gros Bois et Bois Moyen. Pour les Petits Bois, le prix retenu est celui du bois de feu (BF) vendu sur pied, seule valorisation existante.

Ce tableau permet d'évaluer le glissement par catégorie des stocks de bois sur pied, tant en volume global (- 9,6 %) que par catégorie (GB : + 12,3 % ; BM : + 6,7 % ; PB/BF : - 16,3 %) qu'en valeur. Alors que le volume global diminue de 9,6 % (coupes d'extractions et éclaircies) la valeur augmente de 2,63 % en 4 ans, soit de 0,67 % par an. Cette capitalisation en valeur est à rapprocher de la valeur des coupes opérées pendant cette période c'est-à-dire les « recettes » : 460 m<sup>3</sup>

Tableau 2 : Structure de l'évolution des peuplements à base de chêne en volume et en valeur 2000-2004 \*

	En volume (m <sup>3</sup> )					En valeur (en €)					
	2000		2004		Évolution 04/02 en %	Prix m <sup>3</sup> 2000	2000		2004		Évolution 04/00 en %
	Vol. total	m <sup>3</sup> /ha	vol. total	m <sup>3</sup> /ha			valeur tot.	€/ha	valeur tot.	€/ha	
GB	470	16	530	18	+ 12,5	100,3	47 140	1 598	53 160	1 802	+ 12,6
BM	2 530	85,75	2 700	91,5	+ 6,72	39	98 670	3 344	105 300	3 750	+ 7,7
PB + BF	7 650	259,25	6 400	217	- 16,34	6	45 900	1 556	38 400	1 300	- 16,66
Total	10 650	361	9 630	326,5	- 9,56		191 710	6 498	196 860	6 672	+ 2,63

\* Cf. Note du CRPF de Normandie « Les chênes, chênes sessiles et chênes pédonculés » et la « Typologie des peuplements feuillus à chêne prépondérant en Normandie » 1997. GB : gros bois ; BM : bois moyen ; PB : petit bois et BF : bois de feu.

de Bois d'œuvre (BO) et 900 m<sup>3</sup> de Bois de Feu (BF) pour une valeur globale de 38 350 €. Ces coupes d'extraction (BO) et d'éclaircies (BF), si elles ont contribué (avec quelques chablis non exploités) à diminuer les volumes, ont par contre permis une augmentation de la valeur des stocks de bois sur pied significative (+ 2,63 %).

Toutefois la période étudiée (4 ans) est trop courte pour porter un jugement plus précis. La prudence s'impose donc.

Le deuxième constat qui affecte le volume mais surtout la valeur du stock de bois d'une forêt, porte sur le lien entre la fertilité d'une station forestière et la répartition de son potentiel entre les arbres qu'elle supporte et nourrit.

Pour une station d'une fertilité donnée, la production des matières ligneuses se répartit plus ou moins entre tous les arbres existants : même les moins vigoureux ou les « brogneux » prennent leur part de cette fertilité.

L'objectif du sylviculteur consiste dès lors à concentrer le potentiel de fertilité sur les arbres promis au meilleur avenir. C'est redécouvrir les vertus des éclaircies successives, qui vont à l'encontre d'un « laisser-faire » (présenté par certains comme un modèle idéal pour nos forêts).

## La valeur dépend encore plus des qualités

Comment répartir au mieux les 7,5 m<sup>3</sup> de croissance des volumes annuels constatés pour augmenter la productivité en volume de bois d'œuvre et surtout les qualités moyennes des arbres ? Comment peut-on apprécier le résultat de



*Bois des Falaises après la 3<sup>e</sup> éclaircie.*

© J. L'évêque

l'amélioration de la productivité en valeur d'un peuplement en 30 années de gestion sylvicole ?

Ces 30 années ont été marquées par 3 coupes d'extraction qui ont porté successivement sur toute la surface (29,5 ha) et par des coupes d'éclaircies successives sur l'ensemble des parcelles, avec une rotation d'environ 10 ans.

L'ensemble de ces coupes a permis de passer d'un peuplement de 30 ans composé de baliveaux, issus des rejets des coupes ou de semis naturels, d'une circonférence moyenne estimée à 44 cm avec réserves âgées alors de 80 à 100 ans, à un peuplement de type futaie, faussement irrégulière (déficit en Petits Bois et surtout en baliveaux).

L'analyse des fiches (arbre par arbre) des coupes d'extraction successives permet d'évaluer **l'évolution des qualités de bois** du peuplement. Or, cette répartition par qualité est déterminante pour approcher la valeur de ce peuplement. Rappelons l'échelle de valeur

des qualités du bois de chêne sur pied :

	Qualités	Valeur
	Tranchage	20
A	Merrain	15-20
	Ebénisterie	10-15
B	Menuiserie	8-10
C	Charpente	2-4
D	Palette	1

## Les caractéristiques des arbres par qualité et en valeur de la 1<sup>re</sup> coupe d'extraction en 1975

Les 121 chênes abattus sur 9,5 ha ont produit 85 m<sup>3</sup> avec un volume moyen de 0,76 m<sup>3</sup> pour une hauteur exploitée de 6,25 m, soit 8,9 m<sup>3</sup>/ha et un prix moyen en Francs 1975 de 165 F/m<sup>3</sup> et en Francs 2000 de 696 F (2) (Tableau 3).

**Tableau 3 : Coupes de chênes de 1975**

Répartition par volume (en m <sup>3</sup> ) et qualité			%	Répartition par valeur (en Francs en 2000)		%
Qualité	Nombre d'arbres	Volume (m <sup>3</sup> )		Prix/m <sup>3</sup>	Valeur	
A « Très bons »	0	0				
B « Bons » (menuiserie)	21	15	17,65	1 600	24 000	40,7
C «Moyen» (charpente)	75	55	64,7	560	30 800	52,2
D «Mauvais» (palette)	16	15	17,65	280	4 200	7,1
Totaux	112	85	100	695	59 000	100

Par circonférence, la répartition (se limitant à 2 classes) donne : < 130 cm : 62 tiges 51,66 %  
> 130 cm : 58 tiges 48,33 %

**Tableau 4 : Coupe de 1982**

Répartition par volume et qualité			Répartition par valeur (en Francs en 2000)		
	Vol. (m <sup>3</sup> )	%	Prix au m <sup>3</sup>	Valeur	%
A	2,5	0,6	2 060	5 150	3,2
B	32	7,7	1 025	32 800	20,3
C	245,5	59,15	429	105 300	65,1
D	135	32,55	137	18 500	11,4
Tot.	415	100	390	161 750	100

La répartition par circonférence des 397chênes donnent : PB : 0 0 %  
BM : 274 chênes 69 %  
GB : 123 chênes 31 %

## Les caractéristiques de la 2<sup>e</sup> coupe d'extraction en 1982

Les 397 chênes abattus sur 12 ha ont produit 415 m<sup>3</sup>, donc un volume moyen de 1,05 m<sup>3</sup> pour une hauteur exploitée de 9,25 m, soit 34,5 m<sup>3</sup>/ha et pour un prix moyen de 390 F 2000 /m<sup>3</sup> (Tableau 4).

## Les caractéristiques de la 3<sup>e</sup> coupe d'extraction en 1999

Les 182 chênes sont abattus sur 8,5 hectare et ont produit un volume total commercialisé de 326 m<sup>3</sup> avec

un volume par arbre de 1,79 m<sup>3</sup> pour une hauteur moyenne exploitée (bille et surbille) de 10,80 m soit 38,35 m<sup>3</sup>/ha pour un prix moyen de 645 Francs 2000/m<sup>3</sup> (Tableau 5).

Ces 3 coupes d'extraction ont été accompagnées d'un programme continu de coupes d'éclaircies, étalées sur 26 ans (1975-2000) produisant du bois de feu ou des piquets pour un volume total de 3 700 m<sup>3</sup>, soit 142 m<sup>3</sup> par an et 4,8 m<sup>3</sup>/ha/an (dont 600 m<sup>3</sup> correspondant à l'exploitation des houppiers des coupes d'extraction).

Le volume total extrait a donc été (en se limitant à la chênaie) de 4 525 m<sup>3</sup>, soit 174 m<sup>3</sup> par an et 5,90 m<sup>3</sup>/ha/an. Ce dernier chiffre est à rapprocher de l'accroissement annuel estimé à 7,57 m<sup>3</sup>. Le prélèvement *a priori* élevé, ne correspond qu'à 78 % du croît annuel. Le volume final du capital sur pied répond donc au critère de « développement durable », et même au-delà. Les données disponibles ne permettent pas d'établir un bilan sur 30 années de gestion pour l'ensemble des coupes (extractions et éclaircies), tant en volume qu'en valeur.

Néanmoins, on peut noter pour le « mélange futaie de chênes et taillis » des Bois de la Croupte, l'évolution

**Tableau 5 : Coupes de chênes de 1999**

Répartition par volume et qualité			Répartition par valeur (en Francs en 2000)		
	Vol. (m <sup>3</sup> )	%	Prix au m <sup>3</sup>	Valeur	%
A	8,7	2,7	2 500	21 750	10,3
B1	34	10,4	1 400	57 600	27,3
B2	10	3	1 000		
C2	253	77,7	450	131 500	62,4
C3	20	6,1	350		
D	0	0	0	0	0
Tot.	326	100	390	161 750	100

La répartition de cette coupe par circonférence complète de ce tableau :

PB : 0 0 %

BM : 13 chênes 7,14 % (de 120 à 149 cm)

GB : 169 chênes 35,16 % (de 150 à 179 cm)

27,48 % (de 180 à 200 cm)

30,22 % (> 200 cm)

des circonférences moyennes des arbres, extrapolées à partir de diverses mesures pendant cette période du peuplement dominant :

Année	Circonférence moyenne (cm)	Âge moyen du peuplement
1974	44	30 ans
1987	61,1	43 ans
1998	84,8	54 ans
2005	96,7	61 ans

Ce qui caractérise l'évolution entre les 3 coupes de bois d'œuvre de 1975, 1982 et 1999, est le glissement progressif, même s'il est modéré, des qualités des chênes exploités. En 1975, 0 % en qualité « A » et 2,7 % en 1999 et inversement la disparition de la qualité « D » (palette) passant de 17,65 % à 0 %. La coupe de 1982 a été « marquée » trop fortement (coupe de 215 chênes de 130 à 149 cm de circonférence, dont 40 % auraient dû être préservés pour leur potentiel d'avenir).

Le « glissement par le haut »

constaté dans la structure des peuplements (répartition entre PB, BM et GB) est confirmé et amplifié par l'amélioration progressive des qualités des chênes exploités. La productivité en volume par hectare est donc sensiblement améliorée, et c'est encore plus vrai de la productivité en valeur.

## La relation valeur du capital sur pied et valeur des produits

La valeur des récoltes (les recettes) s'élève à 65 400 € pour les bois d'œuvre et à 31 100 € pour les autres bois, soit 96 500 € au total. Ces recettes sont donc de 9 270 €/ha et de 126 €/ha/an. Rappel : ces recettes ne peuvent être confondues avec le revenu.

S'il est difficile de remonter le temps, de l'an 2000 à l'an 1974, pour évaluer les volumes initiaux et les répartir en grosseurs et qualités, leur expression en valeur est encore plus complexe, surtout si l'on introduit l'évolution des cours du bois en les ramenant en euros actuels. C'est la raison pour laquelle nous nous limitons pour le moment en rapport entre la valeur du capital sur pied et la valeur globale des recettes évaluée aux cours de l'an

2002 (pour éviter l'effet tempête). Ce rapport est néanmoins intéressant :

Valeur du capital 191 700 €  
----- = ----- = 1,98

Valeur des recettes 96 500 €  
Cela signifie qu'il faut 2 unités de valeur en capital pour obtenir 1 unité en valeur de recettes. Si ce rapport était celui « valeur du capital sur valeur des revenus », l'écart serait bien plus important encore, de l'ordre de 6 à 8.

L'augmentation de la valeur du capital sur pied, sans être accompagnée par celle de la valeur des récoltes, conduit actuellement à une dégradation significative de ce rapport qui définit la productivité du capital forestier.

Cependant, ces calculs concernent une forêt jeune. Avec les années, la valeur unitaire des produits va croître plus que proportionnellement en volume, ce qui améliorera, à prix constant, cette productivité du capital.

En conclusion, il serait hâtif et dangereux de généraliser ces données qui reposent sur une durée trop limitée, une structure des peuplements particulière, et des calculs qui devraient être précisés. Il s'agit donc d'une première contribution sur la productivité économique de la forêt, enjeu déterminant pour la gestion de nos forêts.

## Néanmoins, risquons quelques conclusions

- Une gestion active de la production sylvicole n'entame pas le capital en volume sur pied. Elle s'inscrit donc un « développement durable ».
- Cette gestion active, matérialisée par des coupes d'extraction et d'éclaircie, permet une amélioration significative des peuplements, tant par celle de la structure des peuplements que des qualités potentielles des arbres, déterminante pour l'augmentation de la valeur d'une forêt, à surface égale.
- Dans un contexte concurrentiel difficile, l'attention des sylviculteurs, sans renier l'amélioration des productions bien au contraire, doit se porter sur l'évaluation de la productivité en valeur de nos productions, mesure de leur compétitivité.
- La nécessité d'engager cette évaluation, associant forestiers, experts, coopératives, s'impose car les réflexions actuelles sont trop fragiles et fragmentaires.
- Cette évaluation de la productivité en valeur confirme et justifie les mesures d'ordre public concernant la forêt, qui loin d'être des « avantages », découlent de la gestion même de la forêt. ■

### Résumé

Jean Levêque, sylviculteur en Normandie, a analysé dans le détail les éléments de production, de productivité et de rentabilité de sa forêt, principalement constituée de chênes. L'analyse économique de trois coupes (1975, 1982 et 1999) met en évidence les bénéfices d'une sylviculture dynamique sur l'amélioration en valeur des bois exploités. En 1975 : 0 % en qualité « A » et 17,65 % en qualité « D » (palette) ; passé en 1999 à 2,67 % en qualité « A » et 0 % en qualité « D ».

**Mots-clés :** productivité forestière, rentabilité, compétitivité, sylviculture dynamique.

(1) « La forêt privée » n°268, décembre 2002, p. 48 et 49.

(2) Les valeurs en Francs de l'année 2000 (valeur de l'époque non réactualisée) sont indiquées par « F 2000 » dans le texte.

# Le marché forestier français en 2005

Société forestière CDC



*La Société forestière de la Caisse des dépôts a présenté en juin dernier l'indicateur 2005 du marché forestier français (1), qu'elle établit avec la collaboration de Terres d'Europe-Scafr et la Fédération Nationale des Safer. Cette présentation a également été l'occasion d'évoquer les perspectives de nouveaux revenus pour l'après-2012, notamment celles issues de la séquestration du carbone.*

## Un marché calme en 2005...

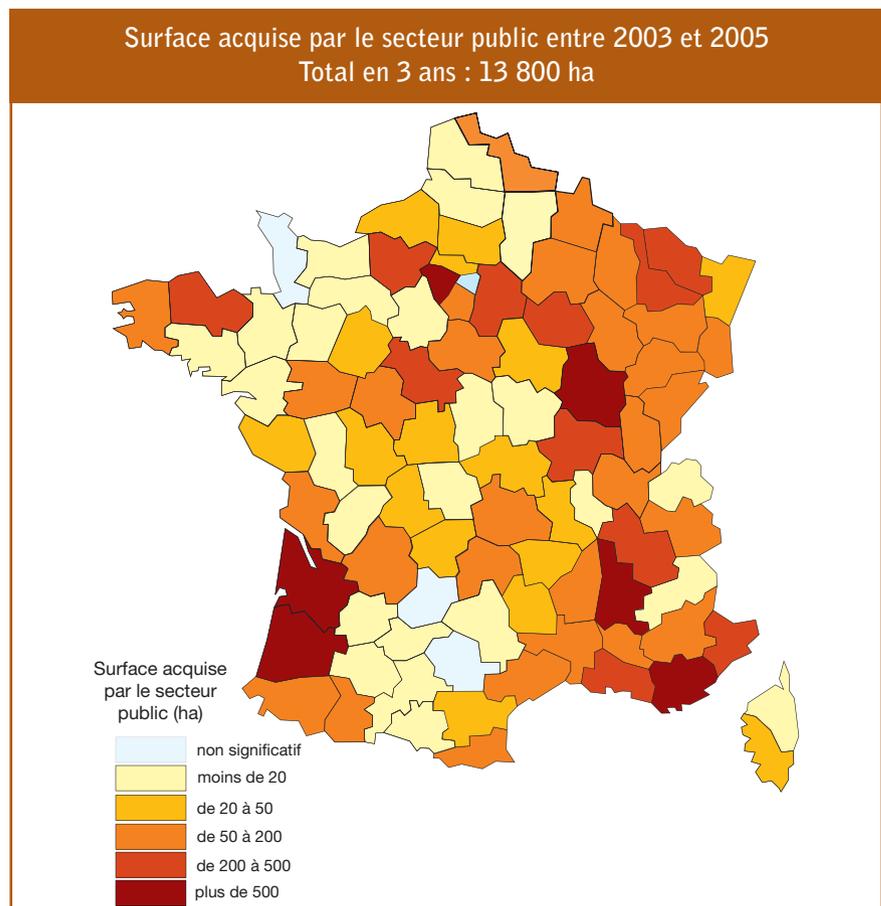
Après huit années de forte croissance, le marché national des forêts a connu une accalmie en 2005 :

- la hausse du **prix des forêts** a été limitée à **1,6 %** (contre 6,3 % en moyenne annuelle de 1997 à 2004), avec un prix moyen de l'hectare de forêt non bâtie de **4 440 €** ;
- la valeur globale des **transactions (875 millions d'€)** a progressé de **10,1 %**, grâce à la valorisation du bâti ;
- les **surfaces vendues** ont baissé de **8 % (98 400 ha** contre 107 000 ha en 2004), du fait du repli notable des forêts de plus de 50 hectares.

## ...car sous influence fiscale

L'exonération temporaire des droits de mutation appliquée depuis 2000, au titre du soutien de la filière forestière après les tempêtes de 1999, a pris fin au 31 décembre 2004, se traduisant par un **surcoût** en droits de mutation de **4,89 %** pour les acheteurs. Ils ont donc déboursé 6,5 % de plus qu'en 2004. Ce qui correspond à peu de chose près à la hausse moyenne des prix des forêts depuis 1997 : 6,3 %.

On peut aussi penser que ce contexte fiscal a dopé les ventes par anticipation en 2004 entraînant une contraction du marché en 2005. La baisse a été particulièrement nette pour les forêts de plus de 50 ha



(-19 % en surfaces vendues), pour lesquelles le montant des droits de mutation est le plus significatif. Le marché s'est concentré sur les forêts de 1 à 10 ha, qui ont totalisé 87 % des transactions de l'année.

## La fonction résidentielle de plus en plus valorisée

La tendance observée ces dernières années se confirme : la forêt est de

plus en plus valorisée dans ses fonctions non productives (résidentielle, loisirs...). On estime que la présence d'un bâtiment conduit à une **survalueur de 28 %** pour un **bien forestier** et d'environ **40 %** pour un **bien mixte (2)** (par rapport à la valeur cumulée de ses éléments), la diversité étant ici source de plus-value supplémentaire.

Les régions sous pression résidentiel-

le ou touristique sont celles où les évolutions sont les plus marquées. L'échelle de prix entre les régions varie du simple au double. Si la région la plus chère reste l'Ile-de-France, la palme de la croissance revient au pourtour méditerranéen, où la hausse du prix de la forêt atteint 112 % depuis 1997.

Autre fait marquant : le poids significatif du secteur public (État et collectivités locales principalement). Il s'est porté acquéreur de 5 % des surfaces mises en vente en 2005 (Carte).

## Le CO<sub>2</sub>, valeur de la forêt ?

Parmi les marchés d'avenir pour la forêt, la séquestration du CO<sub>2</sub> apparaît comme l'un des plus prometteurs, même si les perspectives demeurent limitées à court terme, les crédits d'origine forestière ayant été exclus du principal marché mondial de CO<sub>2</sub> (*European Trading System*).

Aujourd'hui, une nouvelle proposition émerge pour l'après-2012 : la rémunération du stockage du CO<sub>2</sub> dans les produits à base de bois (bois matériau et bois-énergie).

Cette proposition repose sur l'idée que dans une forêt gérée durablement l'impact de la coupe (en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>) est compensé par la replantation et le stockage qu'elle induit. Il devient donc

possible de prendre en compte la séquestration de CO<sub>2</sub> dans les produits à base de bois, d'autant qu'ils se substituent à des matériaux dont la fabrication est fortement consommatrice d'énergie fossile.

Sur la base d'une équivalence « m<sup>3</sup> de bois issu d'une forêt gérée durablement et écocertifiée / tonnes de CO<sub>2</sub> », un mécanisme d'attribution de crédits/certificats de carbone, avec vente des crédits sur le marché et rémunération directe des producteurs de bois pourrait être mis en place.

Un tel mécanisme présenterait des avantages non négligeables :

- il favoriserait la substitution de matériaux induisant une forte émission de CO<sub>2</sub> par du bois, matériau

renouvelable,

- il encouragerait la gestion durable et certifiée des forêts,

- enfin, il bénéficierait à l'emploi rural en privilégiant la mobilisation du bois plutôt qu'une séquestration passive. On estime que plusieurs milliers d'emplois pourraient ainsi être créés. Des opérations pilotes sont d'ores et déjà à l'étude afin de valider ce mécanisme et d'en quantifier les bénéfices.

Sur l'hypothèse d'un prix moyen de 15 € la tonne de CO<sub>2</sub>, la rentabilité des forêts pourrait être sensiblement accrue. L'année 2012 pourrait ainsi marquer un tournant décisif pour le marché des forêts et l'investissement forestier. ■

### Recherchons Forêts



**Pour ses clients, la Société Forestière recherche actuellement plusieurs massifs feuillus ou résineux de production et des grands domaines à caractère patrimonial.**

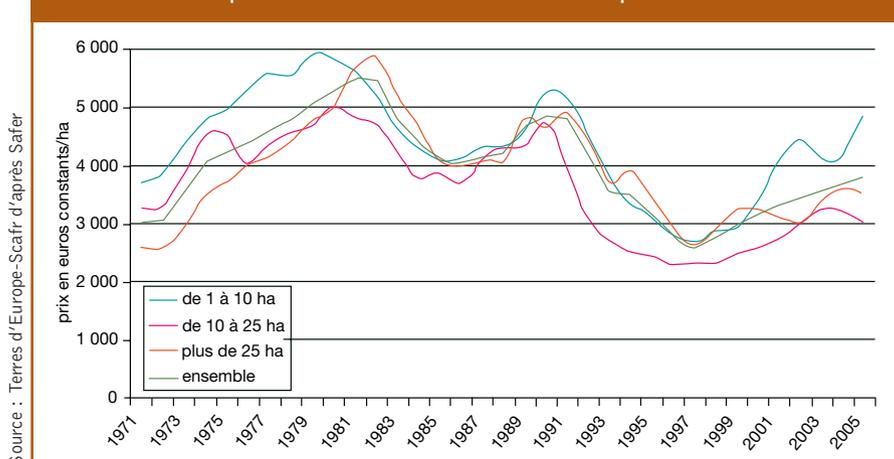
**Contact :** Société Forestière de la Caisse des Dépôts  
**Tél. :** 01 40 39 81 27 - [www.forestiere-cdc.fr](http://www.forestiere-cdc.fr)  
**Email :** [direction.technique@forestiere-cdc.fr](mailto:direction.technique@forestiere-cdc.fr)

**N° 1 des transactions forestières**  
 Plus de 1 000 forêts en gestion - 130 spécialistes, dont 15 experts forestiers, à votre service



« Faire de la nature une valeur sûre »

Évolution du prix de la forêt en euros constants par classe de surface



(1) L'étude « Le marché national des Forêts : Indicateur 2005 et nouveaux enjeux » est disponible auprès de la Société Forestière de la Caisse des Dépôts (102 rue Réaumur, 75002 Paris - Tél. : 01 40 39 81 00 - [www.forestiere-cdc.fr](http://www.forestiere-cdc.fr)) ou de Terres d'Europe Scafr - Tél. : 01 44 69 86 00. Son prix : 60 € TTC port inclus.

(2) Biens forestiers : biens dont la surface est à plus de 80 % constituée de bois et forêts. Biens mixtes : biens incluant des terres agricoles et des terres boisées. Au niveau national, le bien mixte moyen comprend 1/3 de surface boisée et 2/3 de terres agricoles.