FORÊT
•NATURE

OUTILS POUR UNE GESTION
RÉSILIENTE DES ESPACES NATURELS

Tiré à part de la revue **Forêt.Nature**

La reproduction ou la mise en ligne totale ou partielle des textes
et des illustrations est soumise à l'autorisation de la rédaction

foretnature.be

Rédaction : Rue de la Plaine 9, B-6900 Marche. info@foretnature.be. T +32 (0)84 22 35 70

Abonnement à la revue Forêt.Nature :
librairie.foretnature.be

Abonnez-vous gratuitement à Forêt.Mail et Forest.News :
foretnature.be

Retrouvez les anciens articles de la revue
et d'autres ressources : **foretnature.be**

LA RECHERCHE TECHNOLOGIQUE DU BOIS DE SAULE

Le saule offre-t-il une alternative pour l'industrie belge qui traite le peuplier ?

Lieven De Boever

Riet Van De Velde

Joris Van Acker

Marc Stevens

Laboratoire de technologie du bois, Université de Gand

traduit par Lieven De Boever

INTRODUCTION

En Flandre, parler des espèces sylvicoles qui poussent très vite, c'est parler du peuplier.

Avec cette espèce, on peut donner une réponse adéquate à la demande grandissante de bois et ainsi augmenter notre approvisionnement.

La Belgique compte actuellement 34 782 hectares de peupliers qui donnent chaque année une production d'environ 370 000 m³ de bois. De ce volume 44 % sont destinés au marché intérieur et en plus, environ 150 000 m³ sont importés de France, des Pays-Bas et d'Allemagne. Ce bois de peuplier est transformé en placage et les produits dérivés sont destinés au sciage pour l'emballage : palettes et caisses. La recherche de Van de Velde[1] a souligné quelques problèmes inhérents à la populiculture : les populiculteurs craignent une augmentation du dommage par la rouille. L'infection due au champignon *Melampsora* apparaît plus souvent, et surtout chez les cultivars de peuplier qui ont été créés récemment mais qui sont sensibles à cette maladie. Pour ces raisons 35 % des producteurs ont perdu confiance dans la production du peuplier. Aussi le secteur du bois craint à l'avenir un déficit de bois ronds en région flamande.

Ce bref résumé de la situation n'est pas complet mais montre, cependant, qu'il y a des problèmes relatifs à la culture des peupliers. On doit donc rechercher des solutions en différents domaines.

L'Institut de sylviculture et de gestion de la faune sauvage (Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW) à Grammont se propose de continuer à améliorer les peupliers et de créer de nouveaux clones qui seront résistants aux différentes maladies. Cependant, pour répartir les risques d'une infection rapide, avoir recours aux plantations polyclonales est une des solutions possibles, mais implique qu'il y ait en même temps en pépinières différents clones qui se valent. Les recherches relatives au stade d'infection des plantations polyclonales n'aboutissent pas à un jugement unanimement positif. Le stade d'infection des plantations monoclonales et polyclonales n'était pas, de façon significative, différent[2]. De plus, la généralisation des plantations polyclonales demanderait une adaptation de l'industrie. La recherche des caractéristiques et des paramètres de production des feuilles de placage a révélé des différences significatives entre les différents cultivars. Les valeurs obtenues pour les différentes caractéristiques techniques sont cependant dans des limites acceptables et les différences

Plantation des saules de Bree (mono-clonale).

© L. De Boever

peuvent disparaître quand on utilise un mélange de cultivars. Seul le stade du séchage des feuilles pose encore quelques problèmes[1].

Une troisième possibilité réside dans la recherche d'une autre espèce ligneuse qui peut remplacer, jusqu'à un certain point, le peuplier.

Le saule et le peuplier appartiennent tous les deux à la famille des *Salicaceae* et cette parenté entre les deux espèces d'arbre a initié la recherche de possibilités d'utilisation du bois de saule. Tant de points communs entre les deux genres soulèvent la question de savoir si le bois de saule ne conviendrait pas aux utilisations industrielles propres au peuplier.

L'étude des saules a aussi une base plus profonde. Elle concerne un arbre riche d'histoire. Au contraire des cultivars de peuplier lancés aujourd'hui, le saule est une espèce entièrement indigène.

Évaluer et conserver la valeur génétique de cet arbre est un des buts de la sélection et de l'amélioration de cette espèce. De plus, les saules peuvent pousser sur des terrains plus mouillés qui ne peuvent convenir au peuplier. Tous ces arguments doivent soutenir la recherche à l'implantation du saule sur le marché. La recherche se limite, dans une première phase, aux caractéristiques technologiques du bois de saule. De plus, quelques applications industrielles nouvelles ont été testées.

Aujourd'hui les échantillons restent limités à quelques plantations expérimentales de l'IBW ou à quelques vieilles plantations en lignes, dispersées dans le paysage. Contrairement au peuplier, il n'y a pas chez nous de plantations massives. Cependant, la grande variabilité génétique des saules permettra une amélioration de la production du bois.

MATÉRIAUX UTILISÉS ET BUT DE LA RECHERCHE

L'étude réalisée visait à l'évaluation de l'aptitude du bois de saule pour différentes applications industrielles.

Les échantillons étaient originaires de deux sites différents. À Bree, huit saules de même clone (*Salix alba*) ont été abattus. Les arbres avaient 27 ans et une circonférence moyenne à hauteur de poitrine de 97 cm. Pour être capable de détecter des différences entre clones, dix autres arbres étaient abattus à Semmerzake. Les arbres avaient 16 ans et une circonférence moyenne à hauteur de poitrine de 92 cm. On y comptait sept clones du saule blanc (*S. alba*) et trois clones d'un hybride entre le saule blanc et le saule fragile (*S. x rubens*). Pour caractériser le bois de saule les critères physiques (humidité, bois de cœur, bois de tension, densité, retrait…) comme les critères mécaniques (module d'élasticité, résistance à la flexion, dureté, tension de compression…) ont été déterminés. Certains troncs étaient réservés à l'évaluation d'applications industrielles : production de placage et possibilité de conservation du bois en vue d'applications extérieures.

TABLEAU 1 – RÉSUMÉ DES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET MÉCANIQUES DU BOIS DE SAULE COMPARÉES À CELLES DU PEUPLIER

CARACTÈRES PHYSIQUES		Saules de Bree	Saules de Semmerzake	Peuplier*
Accroissement annuel de diamètre (mm/an)		11-14,6	17-25	20-28
Bois de cœur (%)		35-50	8-18	20-40
Bois de tension (%)		15-30	30-50	5-10
Densité à 60 % humidité relative (kg/m³)		416-433	394-460	390-450
Humidité en équilibre				
à 90 % humidité relative		-	19,5-22,2	19,0-22,8
à 60 % humidité relative		-	11,9-14,4	11,7-15,5
Retrait				
radial	90-0 % humidité relative	-	1,18-1,93	1,62-2,31
	90-60 % humidité relative	-	0,32-0,66	0,40-0,53
tangentiel	90-0 % humidité relative	-	4,77-5,77	4,35-5,05
	90-60 % humidité relative	-	1,99-2,48	1,23-1,51
volumétrique	90-0 % humidité relative	-	6,87-8,43	6,29-7,72
	90-60 % humidité relative	-	2,57-3,61	1,77-2,06
CARACTÉRISTIQUES MÉCANIQUES				
Module d'élasticité (N/mm³)		6 600-7 100	6 500-8 000	6 200-8 600
Résistance à la flexion (N/mm³)		35-36	55-64	44-65
Dureté de Janka (N)				
axial		-	3 600-4 900	1 500-2 600
radial		-	1 840-2 800	1 500-2 300
Tension de compression (par rapport aux fibres) (Mpa)		-	40-45	29-37

* Moyenne pour des clones de peuplier Hoogvorst, Hazendans et Beaupré de différentes stations.

CARACTÉRISTIQUES DU BOIS DES SAULES

Caractéristiques

Premier point à étudier : la croissance du saule en comparaison avec le peuplier.

L'examen des cernes de croissance nous révèle que le diamètre des saules croit annuellement de 17 à 24 mm, soit, en circonférence, de 5,3 à 7,5 cm contre une moyenne de 6,2 à 8,8 cm pour les nouveaux peupliers. À Bree, on a constaté que pour le même clone, la croissance peut s'élever à 3 mm/an ; en plus, cette analyse a prouvé que l'âge d'exploitabilité optimale se situe entre 20 et 25 ans.

En terrains très mouillés, la croissance des saules peut égaler la croissance du peuplier ou parfois la dépasser.

Les bois de cœur du peuplier et du saule sont de moindre qualité à cause de leur couleur rose-brun et d'une moindre densité qui inhibe les caractéristiques mécaniques inférieures. La quantité du bois de cœur est dépendante du site, du clone et de l'âge. Ce dernier argument plaidant pour un âge d'exploitabilité assez court. Le tableau 1 nous indique que, pour certains clones de saules, la quantité de bois de cœur approche celle du peuplier.

Un autre aspect visuel négatif pour le saule et le peuplier, est la formation d'une surface laineuse causée par la présence de bois de tension. Ces fibres

FIGURE 1 – VARIABILITÉ DE LA DENSITÉ (KG/M³) À DIFFÉRENTES HAUTEURS

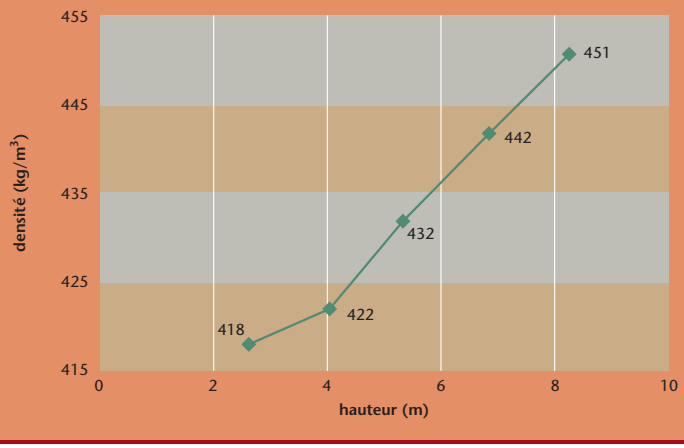
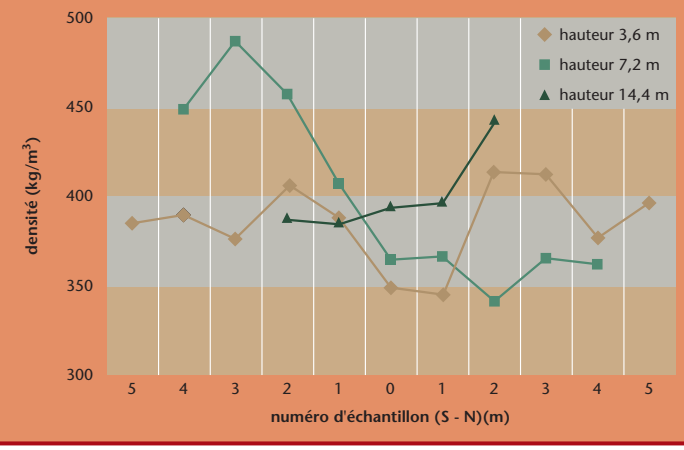


FIGURE 2 – VARIABILITÉ DE LA DENSITÉ (KG/M³) DE BOIS DE CŒUR EN AUBIER À DIFFÉRENTES HAUTEURS



spéciales présentes dans le bois s'effilochent au déroulage ou au sciage. Cette surface laineuse peut aussi causer des problèmes de séchage ou de finition de poutres ou de placage.

Le tableau 1 révèle pour le saule une quantité (15 à 50 %) de bois de tension nettement plus élevée que celle du peuplier (5 à 10 %). La nature de ce bois de tension est aussi très importante. Et le bois de tension du saule est plus diffus ce qui réduira les problèmes de transformation énumérés ci-dessus.

Mais, dans l'amélioration et la sélection des saules, cet aspect restera un critère important.

La densité est le critère le plus utilisé pour caractériser une espèce de bois et la recherche montre que la qualité mécanique est étroitement liée à la densité. La densité moyenne pour le tronc entier de saule se situe entre 400 et 460 kg/m³, alors que pour le peuplier elle varie de 390 à 450 kg/m³ (tableau 1). La différence de densité des arbres du même lot et de même clone n'est que de 15 kg/m³ et n'est donc pas significative. Mais, on a constaté dans l'arbre lui-même des variations de densité. En hauteur la densité augmente, ce qui signifie que le bois le plus fort et le plus lourd se trouve en haut du tronc. La figure 1 montre cette tendance pour les saules de Bree. La densité varie aussi en fonction du diamètre de l'arbre. Comme mentionné ci-avant, le bois de cœur est plus léger que l'aubier et entre les deux il existe une zone de transition qui révèle une densité plus élevée. Cette tendance est représentée en figure 2 pour trois niveaux de hauteur. Le graphique montre aussi que cette tendance s'estompe en hauteur. Observation confirmée chez le peuplier[3]. En règle générale, la densité et sa variation sont semblables à celles du peuplier.

Le tableau 1 révèle aussi différentes valeurs de retrait. Pour les applications extérieures, la variation de l'humidité relative de 90 à 60 % est la plus importante : elle concerne directement des applications comme la menuiserie extérieure. Dans les constructions en bois, on considère aussi l'indéformabilité qui trahit la proportion du retrait tangentiel et du retrait radial (à une certaine humidité relative). Pour les saules de Semmerzake, on a trouvé des valeurs situées entre 2,8 et 4,4 tandis que pour le peuplier la littérature mentionne des valeurs situées entre 2,5 et 3.

Caractéristiques mécaniques

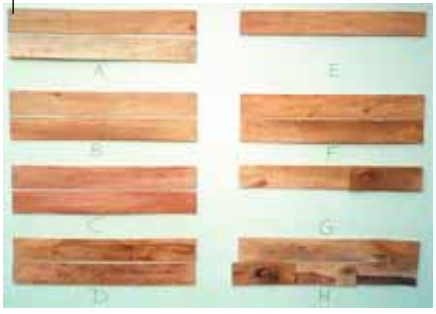
Nous avons déterminé diverses caractéristiques mécaniques pour décrire la raideur et la résistance du bois. Le module d'élasticité, la résistance à la flexion et la dureté ont été déterminés par une machine commandée par ordinateur. En utilisant un rapport d'expérimentation entre dureté et tension de compression, nous avons déterminé une valeur approximative de cette dernière.

En règle générale, les caractéristiques mécaniques sont plutôt importantes pour l'industrie du sciage. Le tableau 1 résume toutes les valeurs pour les saules et les peupliers ainsi que toutes leurs caractéristiques. La résistance et la tension de compression dérivée sont un peu plus élevées pour le saule. Mais, on doit poursuivre la sélection de cultivars car, par exemple, les clones de Bree ont nettement des valeurs très basses pour la résistance à la flexion.

L'UTILISATION DU SAULE AU DÉROULAGE

Quand le bois de saule répondra aux critères sévères de l'industrie du déroulage, on pourra l'utiliser pour toutes les applications industrielles.

Classement des placages concernant la couleur : blanche (A), rose clair uni (B), rose foncé uni (C) et placage tacheté (D) ; et concernant les défauts : sans nœuds (E), petits nœuds (F), grands nœuds (G) et grands défauts comme écorce ou nœuds tombés (H).



Les feuilles de placage

Les culées de base des saules de Bree ont été déroulées en vue de la production de feuilles de placage. L'écorçage se déroulait très difficilement, de longs morceaux d'écorce bloquaient les machines et les troncs devaient être écorcés manuellement.

Le problème de l'écorçage difficile fera l'objet de recherches. D'autre part, la flexuosité des troncs provoque inévitablement des réductions de rendement au déroulage et au sciage.

Enfin, le défilement des troncs est important. Ce défilement s'exprime en centimètres par mètre de tronc (cm/m). Le défilement des saules de Bree variait de 0,4 à 2,6 cm/m. Comme tous les arbres mesurés appartenaient au même clone, la question se pose si une autre gestion sylvicole pourrait apporter une solution à ce problème. Le déroulage n'a pas posé de problèmes particuliers mais les saules, ayant un cœur plus humide, compliquent le processus de séchage. Tous les placages obtenus étaient de teinte blanc-jaunâtre passant au rose après le séchage. La qualité du placage (feuilles déroulées) diminuait encore suite à la présence massive de nœuds résultant d'une mauvaise gestion sylvicole de l'échantillon traité, voire de sa taille. Des éclaircies régulières augmenteraient certainement la qualité. On pourrait utiliser les feuilles de second choix (nœuds tombés, écorce, trous) au cœur des feuilles de placage.

Le tableau 2 nous révèle un rendement final au déroulage de 39 % pour le clone de Bree. Les données relatives au peuplier sont des moyennes de clones récents. Pour le peuplier, on déroule normalement à plus faible épaisseur que dans notre essai (3,3 mm).

Le placage pour la production de caisses

Cette expérience était réalisée sur les troncs de saules de Semmerzake, ce qui nous permettait d'évaluer les différences interclonales du placage obtenu. Les placages pour la fabrication de caisses (pour fruits ou légumes) doivent être sans nœuds ou n'avoir que des petits nœuds. En outre, on exige que la couleur soit blanche unie pour que les placages soient imprimables.

Les placages obtenus étaient évalués sur base de trois critères : pour le critère « couleur » on distinguait blanc uni, rose foncé uni, rose clair uni et placage tacheté. Le deuxième critère était l'évaluation des défauts. On distinguait les placages sans nœuds, avec petits nœuds (< 20 mm), avec grands nœuds (> 20 mm) et enfin les placages à grands défauts (nœuds tombés, écorce). Le troisième critère était la présence d'une surface laineuse, révélatrice de la présence de bois de tension. Sur base de ces trois critères on a pu définir deux rendements. Le premier concerne la proportion de placages blancs ou roses clair uni qui n'avaient pas des grands défauts. C'est un rendement qui concerne la caisserie pour fruits ou légumes.

Le deuxième rendement est la proportion de placages sans grands défauts et concerne l'industrie du déroulage. Ce dernier rendement est surestimé parce qu'on ne considère pas la division spatiale de ces petits placages. Pour les saules de Semmerzake on obtient ainsi des rendements de 65 à 80 %. C'est remarquable de trouver des placages blancs chez ces clones de saules, dus probablement au procédé de séchage différent.

L'évaluation des rendements pour la fabrication de caisses montre des différences significatives entre les clones et certains obtiennent des valeurs acceptables. Il faudra tenir compte de ces éléments dans nos prochaines recherches.

© L. De Boever

Plantation à ligne dans la région de Lokeren.

TABLEAU 2 – RÉSUMÉ COMPARÉ DE L'ADAPTATION DU BOIS DE SAULE ET DU BOIS DE PEUPLIER AU DÉROULAGE ET À LA POSSIBILITÉ DE CONSERVATION EN VUE D'UTILISATION EXTÉRIEURE

DÉROULAGE (rendement)	**Bois de saule**	**Bois de peuplier**
Pour feuilles de placages (%)*	39	50-60
Pour caisses (%)**	7,5-48,7	-
CONSERVATION		
Durabilité naturelle[4]	division V	division V
Corrosion par insectes[4]		
Lyctus	non	non
Anobium	oui	oui
Possibilité d'imprégnation*	laisser passer jusqu'à un peu de résistance	laisser passer jusqu'à un peu de résistance
Absorbtion (CCA)*		
kg/m³ solution salée	103-189	285
kg/m³ saule sec	3,1-5,7	8,6

* Expérience sur les saules de Bree (différences entre le même clone)
** Expérience sur les saules de Semmerzake (différences entre différents clones)

CONSERVATION DU BOIS ET UTILISATION EXTÉRIEURE

Le bois de saule est équivalent à celui du peuplier le moins durable : des poteaux au contact du sol perdent leur qualité après 5 ans. Pour pouvoir l'utiliser à l'extérieur, un traitement de conservation s'impose. Nous avons utilisé une solution acide de métaux CCA (Cuivre-Chrome-Arsenic) par le procédé Lowry : les sels de métaux se fixent aux membranes de la cellule et sont toxiques pour les moisissures et les insectes.

Comme le peuplier, le saule a une zone difficile à imprégner. Cette zone

se situe à hauteur de la transition cœur-aubier. Par contre, contrairement au peuplier le bois de cœur du saule n'absorbe pas assez de solution. Le tableau 2 nous donne une idée de l'absorption de la solution salée comparée au peuplier. Avec un procédé d'imprégnation adapté, il sera possible de protéger suffisamment le bois.

CONCLUSIONS

L'âge optimum d'exploitabilité du saule se situe à 25 ans (contre 16 à 20 ans pour le peuplier).

La croissance des saules est capable d'égaler voire de dépasser celle du peuplier sur terrains très humides.

L'amélioration et la sélection du saule devront tenir compte d'un pourcentage important de bois de tension. La densité reste un critère important d'appréciation de la valeur du bois car les caractéristiques mécaniques d'un bois y sont intimement liées. La densité du bois de saule se situe entre 400 et 460 kg/m^3. Les caractéristiques mécaniques du bois de saule et du bois de peuplier sont presque identiques mais le bois de saule « se déjette » plus que celui du peuplier.

En matière d'utilisation industrielle du saule, le rendement au déroulage est nettement moins élevé que celui du peuplier, dû surtout aux troncs plus branchus et plus défilés mais les caractéristiques pourraient être corrigées par une gestion forestière adéquate. En caisseries, le rendement de certains cultivars de saule est très élevé. L'imprégnation du saule est plus difficile que celle du peuplier et exige la mise au point d'un procédé adapté.

En région flamande, il reste assez de sols convenant au saule que pour soutenir une production suffisante de cette espèce impliquant des recherches dans plusieurs secteurs (amélioration et sélection, phytotechnie du saule, amélioration des qualités techniques du bois).

La diversité génétique de cette espèce, sa valeur historique et paysagère, militent en faveur d'une extension de sa production en terrains mouillés où il surpasse souvent le peuplier.

Remerciement

Cette recherche a été réalisée en collaboration et avec l'aide financière de l'Institut de sylviculture et de gestion de la faune sauvage (Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer, IBW) à Grammont sous l'égide du ministre de l'environnement et de l'agriculture de la Région flamande.

Bibliographie

[1] Van De Velde R. (1999, 2001). *Eindver-slagen.* Onderzoeks-opdracht « Houtkwaliteit – Houttechnologie » ter onder-steuning van de onderzoeksactiviteiten van het Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer (IBW).

[2] Miot S., Frey P., Pinon J. (1999). Varietal mixture of poplar clones : effects on onfection by *Melampsora larici-populina* and on plant growth. *European Joumal of forest pathology*, **29**, 411-423.

[3] Steenackers J., Steenackers V., Stevens M. (1993). Houttechnologisch populierenonderzoek Helpt industrie en wetenschap in het streven naar een kwalitatief hoogwaardigprodukt. *Silva Belgica*, **100**, n° 5, 25-33.

[4] Anonyme (1996). *Houtvademecum*, Stichting Centrum Hout, Almere, p. 97. ISBN 90-201-2906-6.

Contacts

Ir. Lieven De Boever
Université de Gand
Laboratoire de technologie du bois
Coupure Links, 653
B-9000 Gent

SUPER BUCHERON
Parachoc
Confort et sécurité
cousu norvégien, conforme à la norme EN345 (chaussure de sécurité)

Présent tous les vendredis au Marché de CINEY et à la Foire de LIBRAMONT (Allée E)

VIERZON
la botte "tout confort" doublée en jersey ou néoprène (hiver) avec soufflet pour plus d'aisance

LE CHAMEAU

SUPER ROBUSTE : l'imbattable !

La bottine avec ou sans bout acier. Cousu norvégien sur première gravurée. La bottine du garde particulier aux qualités imbattables.

Pointures : du 39 au 50
Avec supplément de prix pour les pointures 48 à 50

Idéale pour la randonnée...

Toujours premier à la montagne comme en Ardenne !

Semelle caoutchouc grand confort, larges crampons pour une surface portante optimale

BON DE COMMANDE ET DE DOCUMENTATION

❑ *Vierzon* ❑ *Super Bûcheron* ❑ *Bottines Super Robuste* ❑ *Bottines de randonnée*

Nom .....
Adresse .....
Tél..... Pointure ..... Date ..... Signature .....

Forêt Wallonne - Juillet 2003

CULOT
Le Chausseur Ardennais

CULOT - Rue Fr. Roosevelt 24 - NEUFCHÂTEAU - Tél. 061 27 80 27