

La qualité du bois de pin maritime

par Patrick CASTERA

A travers cet article, Patrick Castéra nous présente les principales caractéristiques de la qualité du bois de pin maritime. Bien que les études aient été réalisées sur des pins d'origine landaise, les résultats sont pour l'essentiel transposable au pin mésogéen.

Introduction

Produit par une espèce à croissance rapide du fait de l'amélioration génétique et de pratiques sylvicoles relativement dynamiques, le bois de pin maritime occupe une place à part parmi les résineux français. Il s'agit d'abord d'une essence produite et utilisée pour sa fibre depuis plus d'un demi-siècle, après la disparition de l'industrie gemmière. Les industries de pâte à papier ou de panneaux de fibres absorbent en effet de l'ordre de 60% des volumes exploités en Aquitaine. L'utilisation du pin maritime massif s'est développée à partir des années 1950. Même si la fibre est au cœur de la transformation du pin maritime, l'industrie du sciage joue un rôle économique important : c'est d'abord la seule industrie susceptible de rémunérer correctement les propriétaires forestiers, et par la suite de créer un lien de partenariat entre producteurs et transformateurs. C'est ensuite une industrie génératrice de produits connexes – dosses, copeaux, sciures – qui approvisionne à faible coût les industries des pâtes et panneaux. A titre indicatif, le rendement moyen d'une scierie se situe autour de 50% : 1 m³ de bois rond génère environ 1/2 m³ de sciages et 1/2 m³ de connexes.

Les deux secteurs qui consomment le plus de sciages en pin maritime sont l'emballage et le parquet lambris (48% et 30% des volumes sciés, respectivement). Le secteur de la construction est un marché en devenir, pour lequel les besoins en innovation technologique sont importants.

Bien que n'ayant pas pu participer aux Journées d'étude sur le pin maritime, Patrick Castéra a bien voulu nous fournir cet article, nous l'en remercions, ainsi que Pierre Alazard et le CTBA pour leur contribution sur le sujet au moment des Journées.

Dans ce contexte économique, la notion de qualité du bois de pin maritime est relative, les critères n'étant pas les mêmes pour une lame de parquet, une palette ou une poutre de charpente. On peut néanmoins dégager quelques éléments fondamentaux qui déterminent la qualité de ce bois en comparaison à celle d'autres essences résineuses. L'objet de cet article est de faire une synthèse de ces éléments de qualité, et leur déterminisme biologique.

La forme de l'arbre : une caractéristique essentielle

Le pin maritime se différencie de la plupart des autres espèces résineuses autochtones par la flexuosité de son tronc, liée à des facteurs climatiques – vents dominants d'ouest – et de sol. La présence d'une couche d'aldou à une profondeur relativement faible dans les zones de lande humide limite le développement du pivot central du système racinaire, créant ainsi une instabilité de l'ancrage au sol. Ce facteur, combiné à une hydromorphie temporaire du sol en hiver et des vents dominants, est susceptible de provoquer un basculement de l'arbre (inclinaison), qui réagit par une tentative de redressement (gravitropisme). Les mécanismes physiologiques de redressement ont été étudiés depuis longtemps, et sont aujourd'hui

assez bien connus. Ils conduisent au développement de courbures multiples du tronc, dont la plus importante économiquement est la courbure basale, qui concerne la bille de pied.

On conçoit aisément l'importance économique de ce défaut, qui empêche le sciage en grande longueur des billons de pin maritime, limitant de fait les applications en charpente. Il existe aujourd'hui des solutions technologiques, sur lesquelles je reviendrai.

Il existe un déterminisme génétique des défauts de forme, et notamment un effet « provenance » : ainsi, l'Institut national de la recherche agronomique (INRA) a montré par des tests comparatifs que les provenances d'origine corse avaient un tronc plus droit que les provenances landaises. Cela tient notamment à un développement racinaire plus important dans le jeune âge chez le pin corse, au détriment de la croissance aérienne. En d'autres termes, il existe un antagonisme, à ce niveau de déterminisme, entre production de bois et rectitude du tronc. Les programmes d'amélioration génétique du pin maritime de l'INRA et de l'AFOCEL ont depuis longtemps intégré le critère de rectitude dans les schémas de sélection, et des gains génétiques significatifs ont été obtenus. Dans la pratique, les premières éclaircies permettent d'éliminer les arbres les plus défectueux.

Les défauts de forme ont un impact direct sur la qualité du bois de pin maritime, car le cambium de l'arbre produit, pour permettre le redressement du tronc, un bois de nature particulière appelé bois de compression. Dans du bois normal, le cambium produit des cellules telles que celles représentées sur la photo 2. Les cellules de bois initial à paroi fine sont suivies de la formation d'une zone relativement étroite de bois final à cellules épaisses. Dans le cas d'un tronc incliné, le bois de compression est produit sur la partie inférieure du tronc, et s'accompagne d'une croissance plus forte dans cette direction (Cf. Photo 3). La moelle de l'arbre s'en trouve ainsi excentrée : on appelle cette particularité « anisotropie de la croissance ». Le bois de compression présente des caractéristiques physico-chimiques, anatomiques et mécaniques particulières : sa teneur en lignine est plus élevée que celle du bois normal de pin, il est donc plus coloré, ce qui permet de le distinguer à l'œil nu. Par ailleurs, ses dimensions dans le sens des fibres varient plus for-

Photo 1 :

La rectitude du tronc est un enjeu majeur de qualité chez le pin maritime. L'amélioration génétique par sélection d'arbres droits permet d'obtenir des gains de rectitude significatifs.



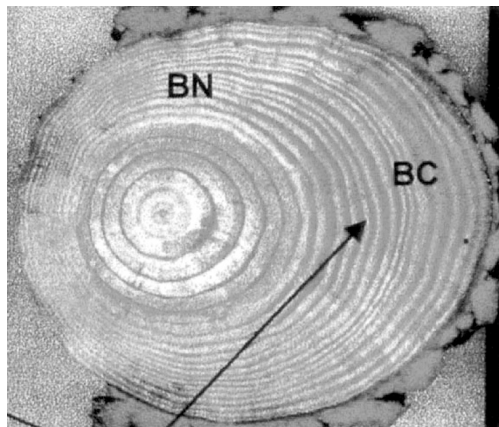
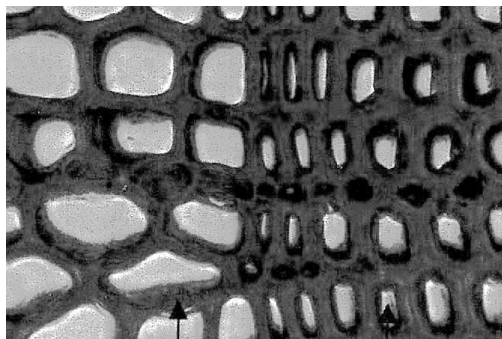


Photo 2 (à gauche) :

Trachéides de bois initial (à gauche de la photo) et de bois final de pin maritime (à droite). Noter les variations importantes des dimensions des parois cellulaires entre les deux types de bois, qui génèrent des différences de propriétés physiques : plus faible densité pour le bois initial, plus faible perméabilité du bois final.

tement avec les variations d'humidité. Le rapport des variations dimensionnelles (retrait ou gonflement) entre bois normal et bois de compression peut atteindre 1/10, ce qui est considérable et génère une instabilité dimensionnelle importante des sciages contenant du bois de compression. Cette instabilité se manifeste dès le séchage du bois, puis lors de sa mise en œuvre, lorsque l'humidité de l'air varie. Enfin, malgré une masse volumique souvent supérieure à celle du bois normal de pin, ses propriétés mécaniques sont significativement plus faibles. C'est le cas de son module d'élasticité, conduisant à une flexibilité plus importante, et limitant les applications en structures porteuses comme les planchers ou les charpentes.

compression. Ce bois se caractérise donc notamment par une instabilité dimensionnelle au séchage plus importante, et des caractéristiques mécaniques plus faibles.

Chez le pin maritime, la limite du bois juvénile se situe entre 12 et 15 cernes depuis la moelle, selon les propriétés mesurées. Selon cette hypothèse, on peut donc considérer qu'un arbre adulte contient de l'ordre de 20 à 30% de bois juvénile à la base de son tronc, selon sa vitesse de croissance et les pratiques sylvicoles, mais cette proportion augmente drastiquement au-delà de 10 mètres.

Les pratiques sylvicoles, et notamment la fertilisation initiale et l'élagage artificiel, ont sans doute un effet sur la proportion de bois juvénile dans l'arbre.

Photo 3 (à droite) :

Le bois de compression est une caractéristique qui affecte la qualité du bois de pin maritime. Ce bois est généralement associé à des défauts de forme du tronc, et présente des caractéristiques défavorables : instabilité au séchage, plus grande flexibilité.

Le bois juvénile de pin maritime

Le bois juvénile est un phénomène observé chez toutes les espèces forestières, qui correspond à un fonctionnement particulier du cambium lors des premières années de croissance. Une théorie couramment admise attribue, chez les bois résineux, ce fonctionnement particulier à la proximité des branches vivantes, donc du houppier, mais c'est par l'anatomie des fibres que l'on caractérise l'extension de cette zone dans l'arbre. Chez les résineux, les trachéides du bois juvénile ont une paroi plus fine et sont plus courtes que dans le bois formé ultérieurement (bois adulte). Malgré une structure anatomique différente, les propriétés physiques et mécaniques du bois juvénile de pin maritime se rapprochent de celles du bois de

Caractéristiques mécaniques du bois de pin maritime

En dehors de la présence de bois juvénile ou de bois de compression, ce sont principalement les nœuds qui affectent la qualité mécanique du bois de pin maritime. Les nœuds n'apparaissent pas de façon totalement aléatoire, mais sont structurés en verticilles, qui correspondent au rythme annuel de croissance de l'arbre. Leur forme dépend de la forme de la branche lorsque elle est incluse dans le tronc, et du mode de débit (orientation du sciage dans le billon). Selon l'état de la branche, vivante ou morte, le nœud peut être sain et adhérent, ou mort et non adhérent. Les nœuds sains se trouvent dans la partie centrale de l'arbre, c'est-à-dire le bois juvénile. Ils sont évidemment prédo-

minants dans les bois d’éclaircies ou les billons proches du houppier.

Il existe probablement un effet de la sylviculture, de même qu’il existe un effet génétique, sur les caractéristiques de nodosité du pin maritime. Ainsi, un effet de provenance a pu être montré sur l’angle de branchaison, qui influence la dimension du nœud sur la planche : les provenances marocaines présentent des branches plus horizontales que les provenances landaises, produisant des nœuds moins étendus dans l’axe des fibres.

La présence de nœuds dans les sciages affecte plus la résistance mécanique en flexion (MOR) que la flexibilité (MOE). Ces deux caractéristiques sont mesurées par des essais de flexion. Plusieurs campagnes expérimentales ont été menées par le Centre

technique du bois et de l’ameublement (CTBA) et le Laboratoire de rhéologie du bois de Bordeaux (LRBB), totalisant plus de 3000 pièces testées. Ces études ont été réalisées sur cinq provenances landaises, et n’ont montré aucune différence significative de qualité entre ces provenances. En revanche, il existe un effet de hauteur dans l’arbre important, qui se traduit par une diminution importante du module d’élasticité et de la résistance. La raison principale en est l’augmentation de la nodosité avec la hauteur, qui s’accompagne d’une augmentation de la proportion de bois juvénile. Un effet similaire est observé lorsque les arbres sont coupés plus jeunes. C’est le cas des sylvicultures intensives, qui permettent de réduire l’âge de la coupe rase.

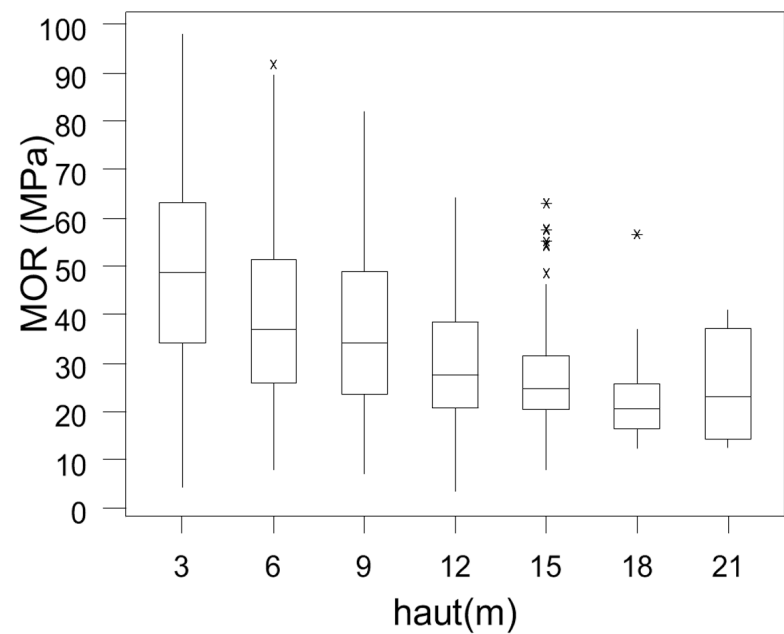
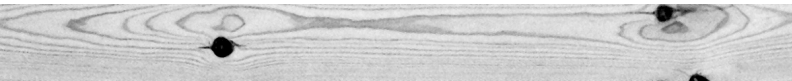
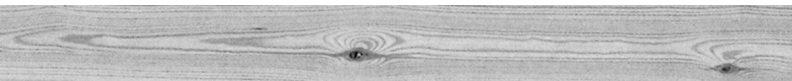


Fig. 1 :
Effet de la hauteur de prélèvement des planches sur la résistance mécanique en flexion du bois de pin maritime. La résistance moyenne en dessous de 3 mètres est de l’ordre de 50 MPa, elle n’excède pas 30 MPa au-delà de 15 mètres, soit une réduction de 40%. Les barres verticales indiquent la variabilité observée. On constate que c’est à la base du tronc qu’elle est la plus marquée, ce qui est logique : présence simultanée de bois juvénile et de bois adulte, bois sain (sans nœuds) ou noueux... et souvent également du bois de compression du fait de la courbure basale du tronc.



Sciage de qualité O2

Variation de résistance mécanique



Sciage de qualité O1

Variation de résistance mécanique

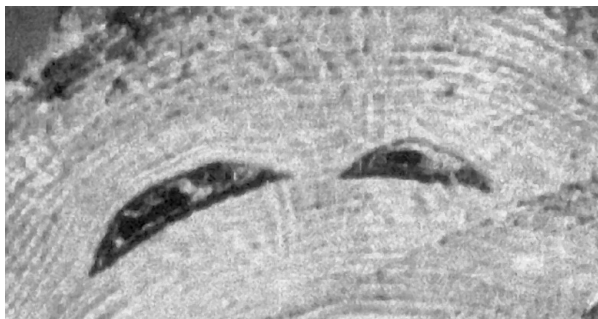
Les valeurs de module d'élasticité comme de résistance montrent que cette essence peut aisément être utilisée en charpente traditionnelle (qualité C18 selon les standards européens). Cependant, si l'on réalise un classement préalable efficace, une proportion non négligeable des bois sciés peut être utilisée en charpente industrielle ou en lamellé collé. De plus, avec les technologies actuelles d'aboutage, on peut réaliser de grandes longueurs sur des sections structurales, ce qui résout le problème de la flexuosité.

Autres paramètres pouvant affecter la qualité du bois de pin maritime

Les poches de résine : les poches de résine constituent un défaut visuel qui décline le bois de pin maritime. Dans certains cas, elles peuvent également affecter ses propriétés mécaniques. Certaines poches, d'origine traumatique, résultent de la cicatrisation du tronc consécutivement à une blessure. Ce sont généralement les plus pénalisantes d'un point de vue esthétique, car elles peuvent toucher plusieurs cernes d'accroissement. Les poches les plus courantes ne sont pas celles-ci, ce sont des poches ressemblant à des roulures et remplies de résine (Cf. Photo 4). On n'en connaît pas l'origine, et il est donc difficile de prévoir leur présence à l'intérieur du tronc.

L'angle du fil biologique : sur les arbres jeunes, il peut arriver que les fibres soient inclinées par rapport à l'axe du tronc, comme si la croissance se faisait en hélice. Ce paramètre est évidemment un facteur d'instabilité dimensionnelle du bois, et pénalise fortement la qualité mécanique. Des travaux réalisés à l'INRA ont montré qu'il y avait un fort déterminisme génétique sur ce caractère. On peut donc partiellement le corriger par la sélection.

Le bleu du pin maritime : le bleuissement du pin maritime résulte du développement de champignons (*Aurebasidium pullulans* et *Sclerophoma pythiophila*) qui se nourrissent des réserves nutritives de l'aubier. Ces champignons n'altèrent donc pas les qualités esthétiques du bois, et ne modifient en rien ses qualités mécaniques. Le meilleur moyen de se prévenir de ce pro-



blème est de sécher le bois rapidement, mais il existe des traitements anti-bleu que l'on applique aux grumes en bord de route ou sur parc de stockage.

Conclusion

Le pin maritime est une essence dont la sylviculture est bien maîtrisée, et qui est apte à de nombreuses utilisations. Je n'ai pas parlé ici des panneaux contreplaqués, des panneaux de particules ou de fibres, qui constituent une autre forme de valorisation de cette essence. Malgré un contrôle par la génétique et la sylviculture des conditions de croissance, c'est un bois qui reste très hétérogène et variable, ce qui nécessite un classement efficace.

On peut dans une certaine mesure améliorer la qualité du bois par sélection génétique : la densité du bois, comme la longueur des fibres, sont sous contrôle génétique. On a vu que la forme de l'arbre l'était aussi. Néanmoins, la technologie, le séchage, le classement, le collage, restent déterminants pour proposer des produits de qualité.

P.C.

Références

- Avale M. et Kauman W.G., 1984, Détermination des caractéristiques physiques et mécaniques du pin maritime, Rapport CTBA R383.
- Castéra P., Faye C. and El Ouadrani A., 1996, Prevision of the bending strength of

Photo 4 :

Deux poches de "type 1" observées sur un billon de pin maritime. Ces poches sont des formes de fentes tangentielles remplies de résine. Leur origine est indéterminée, mais elle est probablement liée à un stress.

Patrick CASTERA
Laboratoire
de rhéologie du bois
de Bordeaux - LRBB
(CNRS / INRA /
Université
Bordeaux 1)
69, route d'Arcachon
33612 Cestas cedex

- timber with a multivariate statistical approach, Ann. Sci. For 53, 885-898.
- Dumail J.F., Castéra P. and Morlier P., 1998, Hardness and basic density variation in the juvenile wood of maritime Pine, Ann. Sci. For. 55, 911-923.
- Keller M., 1973, Caractéristiques du bois de pin maritime. Variabilité et transmission héréditaire. Ann.Sci. For. 30(1), 63-81.
- Marpeau A. et Castéra P., 1999, Occurrence naturelle et induction artificielle de poches de résine chez *Pinus pinaster*, in Actes du V^e colloque ARBORA, 61-75.
- Polge H., Illy G., 1967, Observations sur l'anisotropie du pin maritime des Landes, Ann. Sci. For. 24, 205-231.
- Polge H., 1969b, Influence de la fertilisation sur la qualité du bois de pin maritime, Ann. Sci. For. 26, 45-64.
- Radi M. et Castéra P., 1991, Qualification de la forme de deux pins maritimes en liaison avec la structure de leur bois, Ann. Sci. For 49, 185-200.
- Stokes A., Marpeau A. et Salin F., 1999, Formation et structure du pin maritime, in Actes du V^e colloque ARBORA, 41-59.

En projet : une monographie sur le pin maritime

L'Institut national de la recherche agronomique (INRA - Station de recherches forestières de Pierroton de Bordeaux – Cestas) a mis en chantier une monographie internationale sur le pin maritime, concrétisant ainsi un vieux projet de synthèse des connaissances acquises sur cette espèce depuis une trentaine d'années.

Cet ouvrage comportera deux tomes.

– Le premier tome portera sur la biologie, l'écologie, l'écophysiologie, la génétique, la répartition géographique. Il traitera aussi des risques biotiques et abiotiques, de la croissance (y compris sa modélisation), de la sylviculture et de ses usages non-bois.

– Le second tome traitera du bois du pin maritime (mécanique, formation, qualités, conservation, transformations), de l'amélioration de sa qualité et des produits que l'on en tire.

C'est Jean Timbal qui est le coordonnateur général de l'ouvrage. Il est assisté par Patrick Castéra (Directeur du Laboratoire de rhéologie du bois de Bordeaux) pour le tome 2, et par un certain nombre de personnes responsables de tel ou tel chapitre.

De nombreux spécialistes français et étrangers, en particulier d'Espagne et du Portugal, collaborent à cet ouvrage qui se veut résolument européen.

En plus de l'édition française faite par l'INRA, il est prévu une édition anglaise sponsorisée par l'IEFC (Institut européen de la forêt cultivée) et probablement des versions espagnoles et portugaises.

Actuellement, un certain nombre de contributions sont déjà disponibles, et beaucoup d'autres en cours de réalisation. On peut espérer que l'ensemble des textes sera disponible à l'automne 2005, et que la réalisation du livre sera faite en 2006.