

Détermination de la durabilité et de l'imprégnabilité du Pin d'Alep

*Le pin d'Alep constitue le premier résineux en termes de **disponibilité** en région Provence Alpes Côte d'Azur avec un volume récoltable de l'ordre de 300 000 m³ par an. Une valorisation de cette essence apparaît donc envisageable.*

Parmi les valorisations possibles, la production de revêtements intérieurs (lambris) ou extérieurs (bardage, platelage) présente l'avantage de nécessiter des investissements modérés pour les scieurs tout en répondant à des marchés actuels dynamiques.

*La connaissance de la durabilité de cette essence est un préalable indispensable à toute valorisation, pour maîtriser la durée de vie des ouvrages mais aussi les conditions d'emploi de cette essence en rapport avec son exposition à l'eau. La norme NF EN 350-2 positionne la plupart des essences de Pin en classe de durabilité naturelle 4 vis-à-vis du risque fongique, c'est-à-dire peu durable. Le pin d'Alep, *Pinus halepensis*, ne figure quant à lui pas dans cette norme.*

De même, la connaissance de l'imprégnabilité du pin d'Alep est primordiale pour préconiser des technologies de traitement de préservation.

Ces résultats permettront d'identifier les créneaux d'utilisation sur lesquels peuvent se placer cette essence avec ou sans traitement de préservation, et de constituer ainsi la base d'un argumentaire technico-économique pour assurer le développement de leur utilisation.

Méthodes

Echantillonnage

Pour tenir compte de la variabilité naturelle au sein de chaque essence de bois, les éprouvettes de bois utilisées dans cette étude ont été prélevées dans au moins trois arbres.

Imprégnabilité du Pin d'Alep

La caractérisation de l'imprégnabilité du pin d'Alep s'est faite à l'aide d'une méthode de laboratoire pour la détermination de l'imprégnabilité d'essences de bois par des produits de préservation.

Cet essai a été réalisé conformément au protocole décrit dans le rapport technique FD CEN/TR 14734 de Novembre 2005 (« Durabilité du bois et des matériaux dérivés du bois – Détermination de l'imprégnabilité d'essences de bois par des produits



de préservation – méthode de laboratoire »). Cette méthode a consisté à imprégner des éprouvettes avec une solution aqueuse de sulfate de cuivre pentahydraté. L'imprégnation a été réalisée à l'aide de l'autoclave pilote du laboratoire de chimie-

écotoxicologie du FCBA. L'aubier et le duramen du bois ont été testés. Deux essences, l'une imprégnable (aubier de Pin sylvestre), l'autre réfractaire (Epicea), ont été utilisées dans le même temps comme témoins, pour valider l'essai.

Les éprouvettes suivantes ont été testées

- 10 échantillons de pin d'Alep, parties externes, pour étudier le comportement de l'aubier ;
- 5 échantillons de pin d'Alep, parties internes, pour étudier le comportement du duramen.

Les dimensions demandées par le rapport technique FD CEN/TR 14734 (Novembre 2005) étaient de 40 x 40 x 1000 mm par éprouvette. Toutes les éprouvettes sélectionnées étaient saines, de droit fil, et exemptes de noeuds. Leur humidité pour l'essai n'a pas excédée 18 %.

Un produit de colmatage a été déposé sur l'une des deux sections de chaque éprouvette.

Les échantillons ont ensuite placés dans un autoclave. Chaque lot a été soumis à la même série d'imprégnations : vide de $(1,0 \pm 0,5)$ kPa pendant 45 minutes et pression de $(8 \pm 0,5) \times 10^2$ kPa pendant 120 minutes.

Après imprégnation, les éprouvettes ont été découpées dans les sens transversal et longitudinal. Un réactif de chrome azurole S a été appliqué sur les surfaces afin de révéler les zones de bois imprégnées par le sulfate de cuivre pentahydraté.

L'imprégnabilité de l'essence a été classée selon un système de notation de 1 à 4 (imprégnable à réfractaire), en fonction de mesures (en mm) faites sur les zones imprégnées en sens transversal et longitudinal.

Durabilité naturelle du Pin d'Alep vis-à-vis des champignons basidiomycètes

La durabilité naturelle du pin d'Alep a été évaluée par le biais d'une méthode adaptée de la norme CEN/TS 15083 – 1 (2006) : « Détermination de la durabilité naturelle du bois massif vis-à-vis des champignons lignivores – Méthode d'essai – Partie 1 : Basidiomycètes ».

Les éprouvettes d'essai pour ce test, mesurant 50 x 25 x 15 mm ont été découpées dans des planches issues de quatre arbres différents, à parts égales. Elles ont été sélectionnées dans le duramen des planches exemptes de nœuds ou de résine. Elles ont été conditionnées à 20°C et 65% d'humidité relative puis stérilisées avant la manipulation.

L'évaluation de la durabilité naturelle a été réalisée sur les deux souches de champignons suivantes :

- *Coniophora puteana* (CP)

- *Poria placenta* (PP)

La mise en présence des éprouvettes (30 par champignon testé) avec les champignons s'est faite en bocal, sur des cultures âgées de 4 semaines. Après 16 semaines d'exposition en enceinte climatique, un calcul de la perte de masse occasionnée par le champignon sur le bois a été réalisé. En parallèle, des témoins de virulence, à raison de 10 éprouvettes d'aubier de Pin sylvestre par champignon, ont été réalisés pour assurer la validité de l'essai.

Résultats

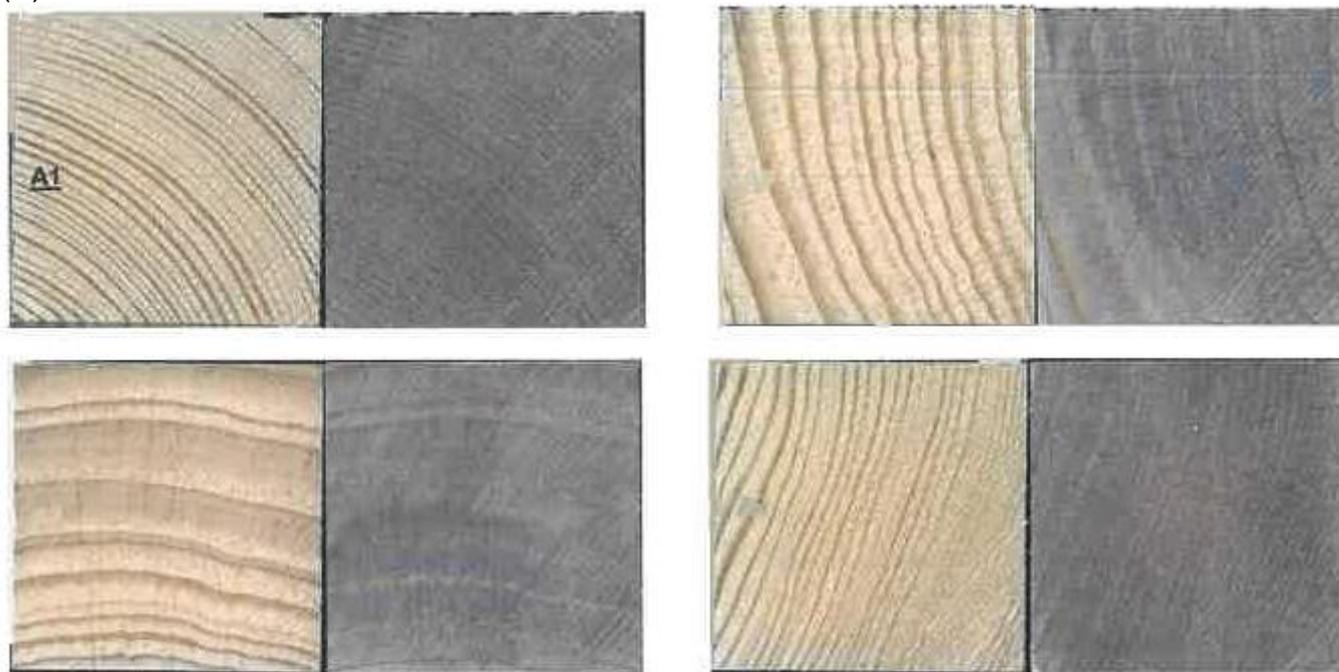
Imprégnabilité

Après imprégnation des différents échantillons à tester et ajout du réactif de chrome azurole S, les zones de bois imprégnées analysées. Les résultats de pénétration radiale sont présentés Figure 1 et les résultats de pénétration axiale sont présentés Figure 2.

Lorsque l'éprouvette est bien sèche, la pénétration latérale minimum est mesurée ainsi que la pénétration latérale moyenne sur 12 points. Si la pénétration n'excède pas 10mm, une moyenne des 12 mesures est réalisée. Si un seul point dépasse 10mm, la pénétration moyenne correspond à la moyenne des 4 points situés sur les 4 faces de l'éprouvette.

La pénétration axiale minimale correspond à la distance pour laquelle la solution d'imprégnation a pénétré sur toute la surface exposée.

(A)



(B)

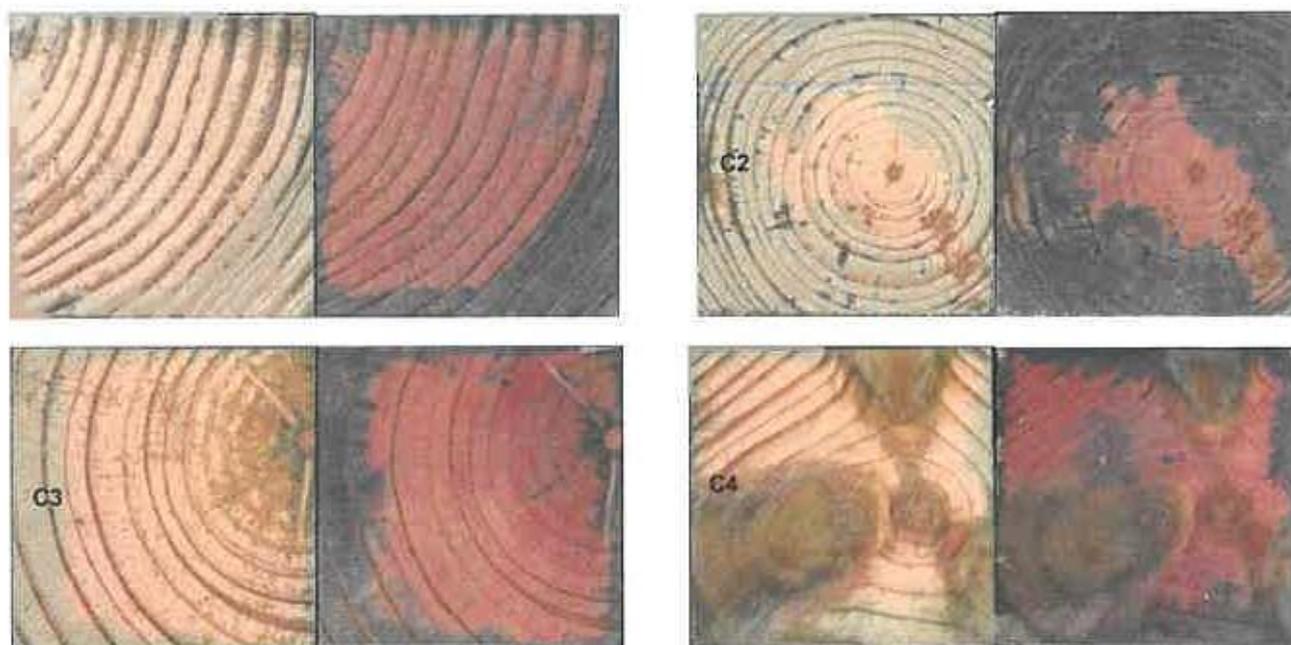


Figure 1 : Eprouvettes de Pin d'Alep après découpe dans le sens latéral avant et après application du réactif de chrome azurol S. (A) : Eprouvettes d'aubier. (B) Eprouvettes de duramen.



Figure 2 : Echantillons de Pin d'Alep après découpe dans le sens axial avant et après application du réactif chrome azurol S. (A) Duramen de Pin d'Alep. (B) Aubier de Pin d'Alep. (C) Témoin aubier de Pin sylvestre. (D) Témoin *Epicea*.

Les résultats des mesures après imprégnation sont regroupés dans le Tableau 1. En fonction des résultats obtenus, une classe d'imprégnabilité est définie selon les 4 classes décrites dans le document technique FD CEN/TR 14734 : 2005.

| Essence | Echantillon | Pénétration radiale minimale (mm) | Pénétration radiale moyenne (mm) | Pénétration axiale minimale (mm) | Classe d'imprégnabilité associée |
|---------------|-------------|-----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Pin d'Alep | Duramen 1 | 0 | 3.5 | 0 | 4 |
| Pin d'Alep | Duramen 2 | 0 | 8.2 | 265 | 4 |
| Pin d'Alep | Duramen 3 | 0 | 2.9 | 60 | 4 |
| Pin d'Alep | Duramen 4 | 0 | 2.2 | 40 | 4 |
| Pin d'Alep | Duramen 5 | 0 | 2.3 | 50 | 4 |
| Pin d'Alep | Aubier 1 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 2 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 3 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 4 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 5 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 6 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 7 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 8 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 9 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin d'Alep | Aubier 10 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin sylvestre | Aubier 1 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin sylvestre | Aubier 2 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin sylvestre | Aubier 3 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin sylvestre | Aubier 4 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin sylvestre | Aubier 5 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Pin sylvestre | Aubier 6 | 40 | 40 | 650 | 1 |
| Epicea | 1 | 1.67 | 22.3 | 42 | 3 |
| Epicea | 2 | 1.03 | 2.9 | 88 | 3 |
| Epicea | 3 | 0 | 2.3 | 30 | 4 |
| Epicea | 4 | 1.39 | 4.9 | 90 | 3 |
| Epicea | 5 | 1.83 | 10 | 332 | 3 |
| Epicea | 6 | 1.35 | 12.7 | 19 | 3 |

Tableau 1 : Mesures de pénétration latérale et axiale, et classe d'imprégnabilité correspondante pour le Pin d'Alep et les essences témoins.

Les analyses réalisées sur le Pin sylvestre et l'Épicéa (classe 1 et 3/4 respectivement) permettent de valider l'essai. L'aubier de Pin d'Alep présente une classe d'imprégnabilité de 1, c'est-à-dire qu'il est imprégnable. Le duramen présente quant à lui une classe d'imprégnabilité de 4, c'est-à-dire qu'il est réfractaire. Aucune variabilité n'a été observée entre réplicats.

Durabilité naturelle

Après 16 semaines d'exposition des éprouvettes de bois aux champignons en enceinte climatique, un calcul de la perte de masse occasionnée a été réalisé. Les résultats sont présentés dans les tableaux 2 et 3. Pour chaque champignon d'essai, sont présentées les humidités des éprouvettes de bois en fin d'essai et les pertes de masse occasionnées.

Les résultats obtenus pour les éprouvettes témoins de virulence, avec des pertes de masse supérieures à 20%, permettent de valider l'essai.

| Champignon | Grume / Planche | REF | Humidité H (%) | Perte de masse (%) | Perte de masse médiane par planche (%) | Perte de masse médiane (%) |
|---------------------------|-----------------|-----|----------------|--------------------|--|----------------------------|
| <i>Coniophora puteana</i> | F1 | 1 | 50,66 | 30,30 | 33,63 | 27,91 |
| | | 2 | 65,77 | 34,43 | | |
| | | 3 | 52,97 | 35,96 | | |
| | | 4 | 52,72 | 36,58 | | |
| | | 5 | 49,47 | 33,63 | | |
| | | 6 | 49,27 | 28,07 | | |
| | | 7 | 46,85 | 32,69 | | |
| | F2 | 8 | 47,74 | 31,36 | 29,02 | |
| | | 9 | 46,19 | 25,69 | | |
| | | 10 | 46,77 | 28,79 | | |
| | | 11 | 45,07 | 28,10 | | |
| | | 12 | 44,52 | 31,17 | | |
| | | 13 | 49,23 | 27,76 | | |
| | | 14 | 53,49 | 32,42 | | |
| | | 15 | 43,50 | 29,26 | | |
| | G1 | 16 | 40,91 | 24,48 | 25,91 | |
| | | 17 | 44,17 | 25,44 | | |
| | | 18 | 45,13 | 26,37 | | |
| | | 19 | 43,91 | 28,06 | | |
| | | 20 | 40,86 | 21,81 | | |
| | | 21 | 41,13 | 24,69 | | |
| | | 22 | 41,57 | 26,93 | | |
| | | 23 | 45,29 | 28,43 | | |
| | L1 | 24 | 46,44 | 22,24 | 22,74 | |
| | | 25 | 47,75 | 21,10 | | |
| | | 26 | 53,54 | 26,03 | | |
| | | 27 | 42,23 | 22,74 | | |
| | | 28 | 43,11 | 22,11 | | |
| | | 29 | 53,10 | 26,86 | | |
| | | 30 | 54,48 | 26,32 | | |

Tableau 2 : Résultats des pertes de masse occasionnées par le champignon *Coniophora puteana*.

| Champignon | Grume / Planche | REF | Humidité H (%) | Perte de masse (%) | Perte de masse médiane par planche (%) | Perte de masse médiane (%) |
|-----------------------|-----------------|-----|----------------|--------------------|--|----------------------------|
| <i>Poria placenta</i> | F1 | 1 | 59,94 | 27,77 | 30,05 | 29,92 |
| | | 2 | 95,43 | 30,27 | | |
| | | 3 | 68,64 | 25,10 | | |
| | | 4 | 89,32 | 32,73 | | |
| | | 5 | 60,62 | 30,05 | | |
| | | 6 | 75,00 | 35,94 | | |
| | | 7 | 60,44 | 29,48 | | |
| | F2 | 8 | 57,24 | 35,24 | 27,15 | |
| | | 9 | 62,49 | 24,06 | | |
| | | 10 | 85,40 | 35,38 | | |
| | | 11 | 43,02 | 19,58 | | |
| | | 12 | 47,09 | 26,77 | | |
| | | 13 | 47,73 | 22,28 | | |
| | | 14 | 52,67 | 34,51 | | |
| | G1 | 15 | 55,58 | 27,53 | 27,58 | |
| | | 16 | 67,14 | 35,88 | | |
| | | 17 | 53,39 | 31,09 | | |
| | | 18 | 62,75 | 35,58 | | |
| | | 19 | 44,60 | 21,55 | | |
| | | 20 | 58,53 | 27,37 | | |
| | | 21 | 55,99 | 18,03 | | |
| | L1 | 22 | 58,57 | 26,55 | 34,32 | |
| | | 23 | 56,99 | 27,79 | | |
| | | 24 | 72,53 | 36,45 | | |
| | | 25 | 63,55 | 29,42 | | |
| | | 26 | 82,34 | 35,14 | | |
| | | 27 | 56,51 | 29,79 | | |
| | | 28 | 65,81 | 37,92 | | |
| | | 29 | 62,99 | 34,33 | | |
| | | 30 | 81,84 | 34,02 | | |

Tableau 3 : Résultats des pertes de masse occasionnées par le champignon *Poria placenta*.

| Champignon testé | Classe de durabilité et perte de masse associée (%m/m) | Classe 1 (≤ 5%) | Classe 2 (> 5 et ≤ 10%) | Classe 3 (> 10 et ≤ 15%) | Classe 4 (> 15 et ≤ 30%) | Classe 5 (> 30%) | Total |
|---------------------------|--|-----------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------|-------|
| <i>Coniophora puteana</i> | Distribution des valeurs individuelles | 0 | 0 | 0 | 21 | 9 | 30 |
| | Pourcentage des valeurs individuelles | 0% | 0% | 0% | 70% | 30% | 100% |
| <i>Poria placenta</i> | Distribution des valeurs individuelles | 0 | 0 | 0 | 15 | 15 | 30 |
| | Pourcentage des valeurs individuelles | 0% | 0% | 0% | 50% | 50% | 100% |

Tableau 4 : Distribution des données individuelles de pertes de masse. .

Les pertes de masse médiane obtenues sont de 27.91% et de 29.92% respectivement pour *Coniophora puteana* et *Poria placenta*.

Selon les critères de la norme EN 350-1, la résistance du bois aux champignons basidiomycètes est basée sur la perte de masse médiane déterminée pour les échantillons exposés au champignon accusant les plus fortes pertes de masse, soit ici *Poria lacenta*. La classe de durabilité naturelle déterminée pour le Pin d'Alep est donc "classe 4 – peu durable".

Cependant, une forte variabilité, en termes de pertes de masse, entre les éprouvettes testées a été observée avec les deux champignons. Les pertes de masse individuelles sont distribuées comme indiqué dans le tableau 4.

La distribution des valeurs individuelles pour *Poria placenta* démontre que 50% des valeurs obtenues classent le Pin d'Alep en classe de durabilité 4 (peu durable) et 50% en classe de durabilité 5 (non durable). Etant donné la variabilité de l'essence, la classification « 4-5 » est recommandée, sur la base des éléments d'analyse définis dans la nouvelle version de la norme EN 350 (actuellement en enquête CEN). Ces résultats sont cohérents avec les données déjà obtenues pour d'autres espèces de Pin et répertoriés dans la norme EN 350-2. Ainsi, le Pin maritime présente une classe de durabilité de 3 – 4 et le Pin Laricio de Corse présente une classe de durabilité de 4 avec un niveau de variabilité important.

Conclusion

Les résultats obtenus au cours de ce projet démontrent que le Pin d'Alep est une essence dont la durabilité naturelle est insuffisante vis-à-vis des champignons lignivores.

Cependant, la bonne imprégnabilité de l'aubier permet à cette essence d'être utilisée à condition de la protéger avec un traitement biocide (durabilité conférée).

Bibliographie

- CEN/TR 14734: 2003. Durability of wood and wood-based products – Determination of treatability of timber species to be impregnated with wood preservatives – Laboratory method.
- CEN/TS 15083-1:2005-11. Durability of wood and wood-based products. Determination of the natural durability of solid wood against wood-destroying fungi, test methods. Part 1: Basidiomycetes.
- EN 350-1 : 1994. Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood –Part 1: Guide to the principles of testing and classification of the natural durability of wood.
- EN 350-2: 1994. Durability of wood and wood-based products – Natural durability of solid wood – Part 2: Guide to natural durability and treatability of selected wood species of importance in Europe.
- EN599-1:2009. Durability of wood and wood-based products – Efficacy of preventive wood preservatives as determined by biological tests – Part 1: Specification according to use class.

Contact :

Mathilde Montibus

Ingénieur Durabilité et Protection des bois

Tél. 05 56 43 63 67

mathilde.montibus@fcba.fr

FCBA – Pôle des Laboratoires Bois

Laboratoire de Biologie

Allée de Boutaut – BP 227

33028 Bordeaux Cedex



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

Etude réalisée avec le soutien de

