

Etude exploratoire de brulage du bois : vers une industrialisation d'une technique traditionnelle

LEROYER Léo, FLECK Sébastien, CHARRIER Bertrand

Université de Pau et des Pays de l'Adour, E2S UPPA, CNRS, IPREM, Mont de Marsan,
France

leo.leroyer@univ-pau.fr

Mots clés : brûlage du bois ; Yakisugi” ou “Shou Sugi Ban” ; résistance aux champignons ; vieillissement accéléré

Contexte et objectifs

En collaboration avec la scierie Labadie (Arué, 40) nous avons étudié le développement d'une ligne de production de bois brûlé. Le principe était de s'inspirer de techniques traditionnelles, notamment le « Yakisugi » ou « Shou Sugi Ban », originaire du Japon (Ebner 2019). Le but était de produire des planches de bardage en pin maritime présentant un aspect brûlé, avec plusieurs nuances d'effet.

La méthode traditionnelle consiste notamment à former une colonne triangulaire avec des planches de bois, reliées entre-elles avec du fil de fer. Un feu est ensuite allumé à la base de la colonne afin de brûler les faces internes. Un espace est laissé entre chaque planche pour gérer l'appel d'air et donc l'efficacité de la combustion. Celle-ci est contrôlée et dure en moyenne 10 minutes. Il est ensuite nécessaire de séparer rapidement les planches les unes des autres pour éviter une combustion trop importante. Par ailleurs, l'application d'eau de façon abondante est souvent requise pour éteindre des braises formées et retirer d'éventuels résidus.

Le projet a consisté dans un premier temps à élaborer un système de brûlage du bois adapté à un convoyeur horizontal de scierie pour effectuer le brûlage de façon industrielle. Il a ensuite été nécessaire de calibrer le système en fonction des aspects finaux attendus par l'entreprise (profondeur de brûlage, brossage, ...) et d'étudier le vieillissement et la résistance du bois brûlé aux champignons.

Matériel et méthode

Matières premières

La scierie Labadie a mis à disposition pour ce projet des planches de type dosses de pin maritime traitées classe 4, de dimension 1500x150x27mm. Pour les essais de résistance aux champignons, des aubiers planches non traitées ont également été utilisés.

Système de brûlage du bois

Les systèmes de brûleur utilisés ont été fabriqués au laboratoire de la manière suivante :

- Brûleur Version 1 (V1) : 2 rampes à gaz parallèles (longueur 600 mm, longueur utile 400 mm, diamètre 40 mm, 3 rangées de 40 trous de 1,5 mm, 2 déflecteurs de 30 mm), équipées chacune d'un injecteur à gaz (1,0 mm), et espacées de 100 mm.
- Brûleur Version 2 (V2) : idem V1, mais avec des gicleurs gaz de 1,5 mm et ajout d'une alimentation forcée en air (gicleur d'air comprimé de 2,0 mm).
- Brûleur Version 3 (V3) : idem V2 mais avec séparation des deux rampes à gaz.

Un convoyeur à rouleaux sur lequel les systèmes de brûleurs ont pu être installés a été mis à notre disposition par les Ets Labadie.

L'intensité du brûlage a été maîtrisée en réglant la vitesse de passage des planches, et ce via le contrôleur du convoyeur. La vitesse d'avance a été contrôlée à l'aide d'un tachymètre fourni par la scierie.

Résistance aux champignons

La souche de champignon lignivore utilisée a été *Poria Placenta*. Les éprouvettes de bois ont été découpées aux dimensions suivantes : 40 mm x 20 mm x 5 mm. Le brûlage a été réalisé au bec bunsen sur toutes les faces. 16 échantillons ont ensuite été préparés pour chaque condition, comme présenté dans le Tab. 1.

Tab. 1 : Conditions des éprouvettes préparées pour les essais de résistance au champignon.

	Echantillons			Témoins	
	oui	non		oui	non
Traité classe 4	oui	non		oui	non
Brûlé	oui	oui		non	
Brossé	oui	oui	non	non	
nb. échantillons	16	16	16	16	16

La confrontation a duré 5 mois dans des conditions favorables à la croissance des champignons, c'est-à-dire à 25 °C et 70 % d'humidité selon une adaptation de la norme EN 113. La perte de masse a été calculée par différence de pesée des échantillons secs (séchés 48 h à 105 °C) avant et après dégradation.

Vieillessement accéléré

Les essais de vieillissement accéléré ont été réalisés sur des éprouvettes produites en condition industrielle (Tab. 2)

Tab. 2 : Eprouvettes pour les essais de vieillissement.

Vitesse de passage des planches (m.min ⁻¹)	1,5		3,0	
	oui	non	oui	non
Brossé				
Brûlé (nb. échantillons)	4	4	4	4
Brûlé, huilé à l'huile crue (nb. échantillons)	2	2	2	2
Brûlé, huilé à l'huile crue, puis brûlé (nb. échantillons)	2	2	2	2

L'essai a duré 126 jours. Des mesures de brillance et de couleur ont été réalisées à deux endroits distincts de chaque échantillon, chaque jour de la première semaine puis une fois pour les deux dernières semaines. La couleur a été mesurée à l'aide d'un spectrocolorimètre X-Rite Ci62 et la brillance à l'aide d'un brillancemètre BYK Garder, micro-tri-gloss.

Résultats et discussion

Calibration du brûlage

Les premiers essais ont été réalisés à l'aide du système de brûleur V1 installé entre deux rouleaux du convoyeur. La vitesse minimale était d'environ 2,5 m.min⁻¹, soit 45 s par planche. Dans ces conditions, l'effet brûlé n'était suffisamment marqué et il était nécessaire de les faire passer plusieurs fois (2 ou 3 fois). Avec le système de brûlage V2, tout en réduisant la vitesse de passage à 1,5 m.min⁻¹, il est devenu possible d'obtenir un effet brûlé en profondeur et en un

seul passage (Fig. 1 et 2). Enfin, avec la configuration V3, c'est-à-dire en séparant les deux rampes à gaz pour supprimer les interférences de flammes a permis d'améliorer davantage le brûlage.



Fig. 1 : Brûleur V2 implanté sur le convoyeur



Fig. 2 : Essais de brûlage à l'aide du brûleur V2 implanté sur le convoyeur

Une première calibration de l'effet brûlé en fonction de la vitesse d'avance du convoyeur a été entreprise avec les brûleurs V3. Les résultats sont donnés dans le Tab. 3.

Tab. 3 : Première calibration de l'effet brûlé en fonction de la vitesse d'avance du convoyeur muni du système de brûleurs V3

Vitesse (m.min ⁻¹)	1,5	3	5
Résultat			

Résistance aux champignons

Les pertes de masses après attaques par *Poria Placenta* sont présentées dans la Fig. 3.

Les pertes de masse des éprouvettes témoin ont montré que la souche de *Poria Placenta* s'est montrée suffisamment virulente pour dégrader $41,0 \pm 10,1$ % des témoins.

Les témoins en présence de bois traité (dans la même boîte de Pétri) ont été très peu dégradés, tandis que ceux en l'absence de bois traité l'ont été fortement. Une explication pourrait être un problème de manipulation ou bien une diffusion de composés de traitement dans le milieu.

Comme attendu, le bois traité est faiblement attaqué par le champignon ($6,0 \pm 0,4$ %). Le brûlage ne semble pas avoir d'influence sur ces valeurs. Cela signifie que le brûlage ne détériore pas les produits de traitement.

Le bois brut brûlé présente également une meilleure résistance au champignon, comparativement au témoin ($13,6 \pm 4,5$ % de perte de masse contre $41,0 \pm 10,1$ %). Par ailleurs, le brossage après brûlage ne semble pas influencer la dégradation par le champignon.

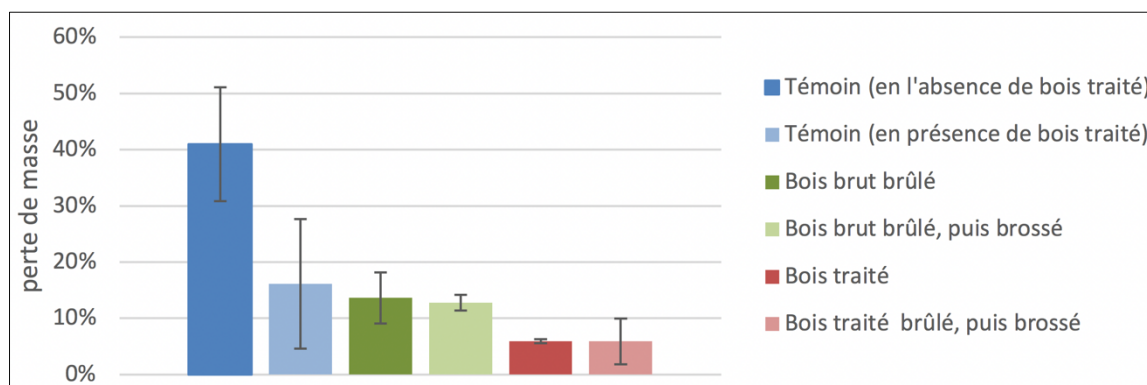


Fig. 3 : Perte de masse après attaque par Poria Placenta

Vieillissement accéléré

Les différents essais de vieillissement accéléré ont montré que la couleur évoluait peu au cours du temps, en particulier lorsque le bois brûlé n'est pas brossé. L'application d'huile de lin conduit à un noir plus profond plutôt stable, mais aussi à une brillance qui a tendance à s'estomper progressivement. Le brûlage de l'huile de lin n'apporte aucune amélioration à la qualité de la surface des planches.

Conclusion et perspectives

Ce projet a montré la faisabilité d'un système de brûlage du bois adapté à une chaîne de production industrielle. Les premiers essais de calibration ont permis d'obtenir des finitions satisfaisantes.

D'après les essais de résistance au champignon Poria Placenta, il est apparu que le brûlage seul du bois peut apporter une meilleure résistance. Il devient intéressant de déterminer la classe d'emploi d'un tel produit. Celle-ci devrait se situer aux alentours de la classe d'emploi 3a selon la norme EN 335.

Enfin, les essais de vieillissement accéléré ont montré que la couleur noire du bois brûlé est stable au cours du temps face aux intempéries (eau et UV).

Remerciements

Nous remercions les établissements Labadie, pour la mise à disposition des échantillons et des espaces pour la réalisation des essais.

Ce travail a bénéficié d'une aide du gouvernement français au titre du Programme d'Investissement d'Avenir – I-site E2S UPPA.

Références

Ebner D., Stelzer R., Barbu M.C. (2019) Study of wooden surface carbonization using the traditional Japanese Yakisugi technique, Pro Ligno, Vol. 15, N° 4, p. 278-283.

EN 335 Mai 2013 Durabilité du bois et des matériaux à base de bois - Classes d'emploi : définitions, application au bois massif et aux matériaux à base de bois

EN 113 Décembre 1996 - Produits de préservation du bois - Méthode d'essai pour déterminer l'efficacité protectrice vis-à-vis des champignons basidiomycètes lignivores - Détermination du seuil d'efficacité.