

Sur le comportement au choc du bois

MAIGRE Hubert¹, CREIGHTON Cian², GRUAZ Luce², LABOUYRIE DUARTE Amaya²

¹Univ Lyon, CNRS, INSA Lyon, LaMCoS, UMR5259, 69621 Villeurbanne, France

²Univ Lyon, INSA Lyon, Dept GM, 69621 Villeurbanne, France

hubert.maigre@insa-lyon.fr

Mots clés : choc ; impact ; épicea ; liège

Contexte et objectifs

Le matériau bois sous toute ses formes (massif, reconstitué, sec, vert, ...) peut se retrouver en situation de subir des chocs à grande vitesse notamment quand il est utilisé comme matériau de protection. Cela peut être des emballages ou même des futaies susceptibles d'arrêter des rochers. L'intérêt de l'utilisation du bois est sa faible densité (gain de poids possible) et son caractère renouvelable.

L'étude qui suit a consisté à examiner deux situations particulières :

- La première est celle de l'utilisation de plaques de liège comme protection pareballe.
- La seconde s'intéresse aux capacités l'absorption de choc dans les sens transverse d'épicéa selon différentes conditions (sec, humide, gelé)

Dispositif expérimental

Le banc d'essai est un tube lanceur de projectile à air comprimé (Fig. 1). Le projectile est une bille de céramique de roulement à bille enchâssée dans un sabot qui est arrêté juste avant l'impact. L'impact est filmé par une caméra ultra rapide cadencée à 50 000 i/s ce qui permet d'obtenir la vitesse incidente de la bille, sa vitesse de rebond ou de perforation.

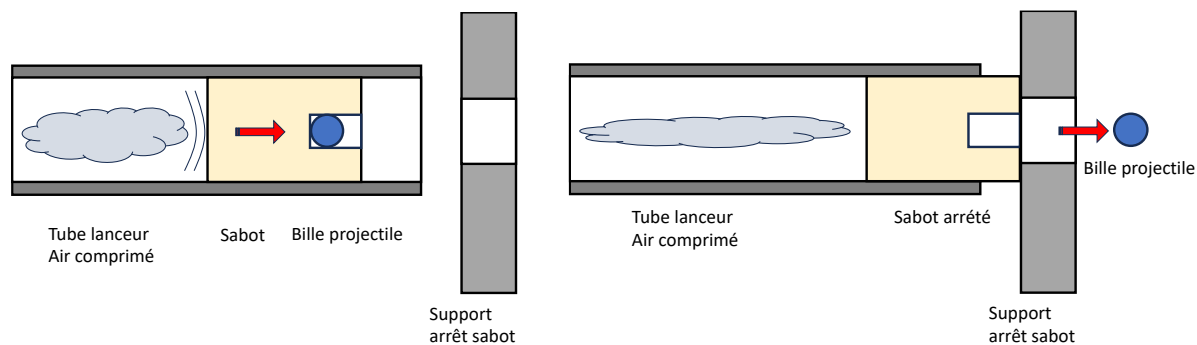


Fig. 1 : Dispositif de lancement, accélération avec le sabot puis arrêt du sabot et vol libre de la bille

Tab. 1 : propriétés mécaniques de la bille projectile

Matériau	Masse [g]	Diamètre [mm]	Vitesse [m/s]
céramique	2,3	11,1	30 à 60

Perforation de liège

Dans ces essais, la cible est une ou plusieurs plaques de liège de 3 mm d'épaisseur maintenues entre deux supports rigides en acier présentant une ouverture de 50 mm de diamètre dans laquelle la bille va pénétrer et traverser le liège (Fig. 2).

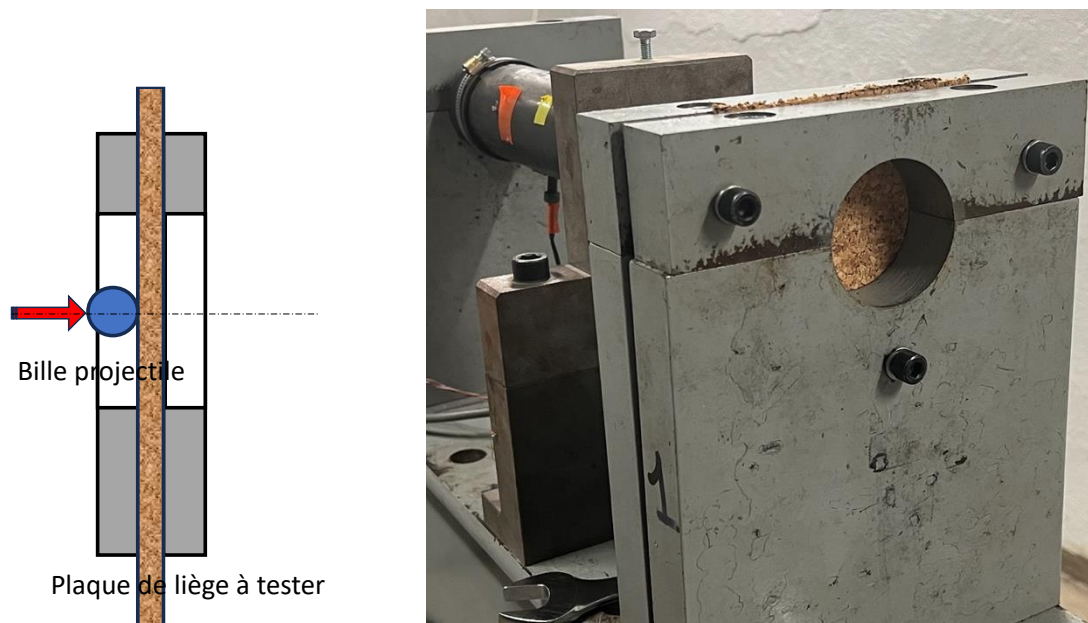


Fig 2.: Schéma et vue arrière des plaques de liège soumises à l'impact de bille

A l'aide de la caméra, on évalue la vitesse incidente puis la vitesse de sortie ce qui permet de définir une énergie dissipée durant la perforation (Fig. 3).

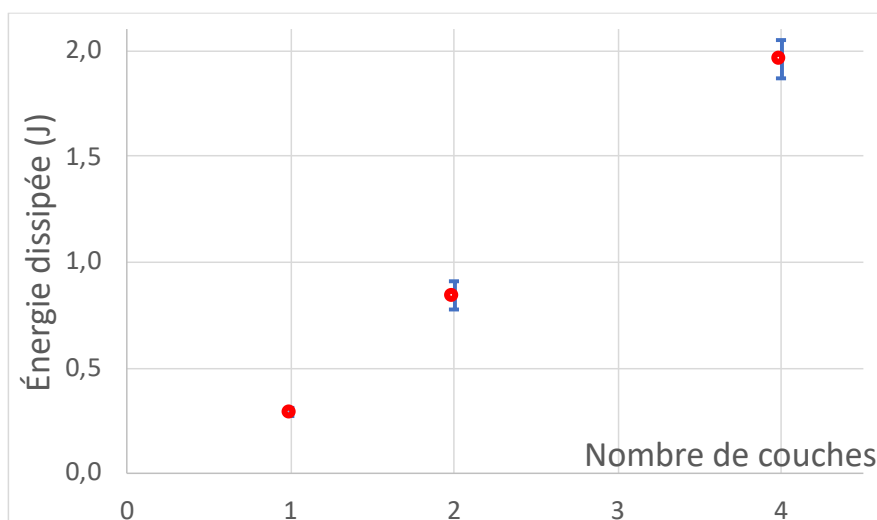


Fig. 3 : Energie dissipée en fonction du nombre de couche

Le nombre d'essais réalisés ayant été très limités (6 au total) ces premiers résultats demandent à être compléter.

Impacts sur épicéa

Cette fois, les échantillons à tester sont des cubes d'épicéa de 35 ± 1 mm de côtés placés en appui sur une barre en aluminium de 50 mm de diamètre instrumentée. Pour tous les échantillons, la direction d'impact est orthogonale à la direction longitudinale du bois (Fig. 4).

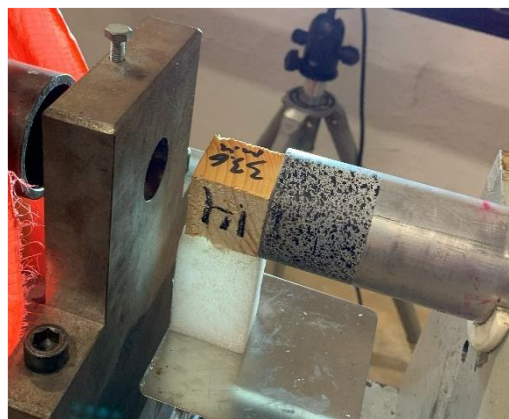
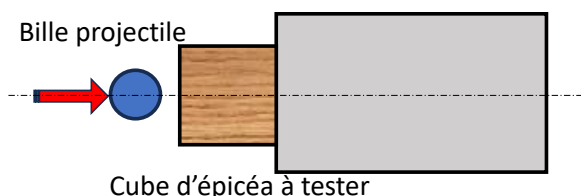


Fig. 4 : Mise en place d'un cube d'épicéa avant impact par la bille.

Dans ces essais il s'agit alors de mesurer la vitesse de rebond pour la comparer à la vitesse incidente (Fig. 5). On notera aussi après les essais la dimension et la profondeur des marques laissées par la bille. Il était aussi prévu de mesurer l'effort d'impact transmis par l'échantillon d'épicéa à la barre d'appui, malheureusement cet effort est trop faible pour être extrait des bruits de mesure.

Les échantillons (18 au total) sont répartis en 3 lots :

- Echantillons naturellement secs à température ambiante
- Echantillons saturés d'eau par trempage à température ambiante
- Echantillons saturés d'eau à température ambiante puis placés dans un congélateur à -15°C et testés sitôt sortis du congélateur.

L'intérêt de geler des échantillons est de pouvoir refléter ce qui se passe pour des emballages de protection de colis à très basse température. L'autre intérêt est d'examiner l'effet de l'eau dans les cellules de bois soit à l'état liquide soit à l'état solide.

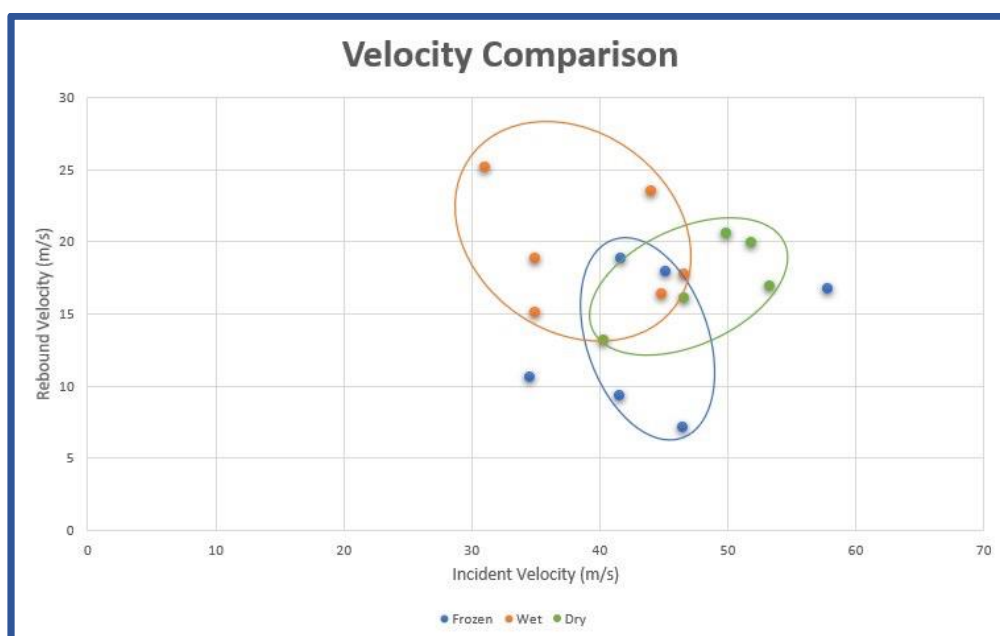


Fig. 5 : Relation entre vitesse incidente et vitesse de rebond selon les conditions hydriques

Ces premiers résultats montrent déjà une grande dispersion. Celle-ci est due en partie par l'incidence de la bille qui n'impacte pas systématiquement le bois dans l'axe. Cela est peut-être aussi dû à la direction transverse impactée qui n'est pas identifiée (radiale ou tangentielle).

Cependant on remarque que les échantillons gelés sont ceux pour lesquels le rebond est le plus faible mais cette information seule ne suffit pas à qualifier la bonne absorption du choc.

Un autre indicateur intéressant est la taille de la marque laissée après impact (Fig. 6).

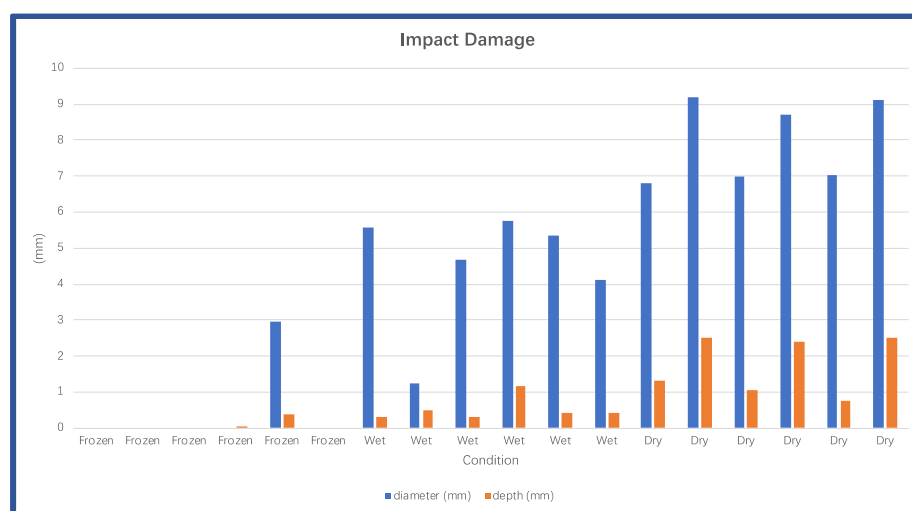


Fig. 6 : Marques laissées après impact (diamètre et profondeur)

Il apparaît clairement que les échantillons saturés d'eau subissent moins de dommages macroscopiques et encore moins lorsqu'ils sont gelés. Cela s'explique sûrement par le remplissage des cellules du bois par l'eau ce qui limite leur effondrement lors d'un impact transverse. Il est néanmoins difficile de savoir si ces phénomènes sont dus à la présence supplémentaire de matière (l'eau à l'état liquide ou solide en l'occurrence) ou aux changements de propriétés mécaniques du bois avec l'humidité et la température.

Conclusions et perspectives

Nous avons montré que l'on pouvait caractériser le bois et ses dérivés vis-à-vis de son comportement à l'impact. Cette caractérisation doit être adaptée aux spécificités du bois comme son anisotropie et sa sensibilité importante à l'humidité. Afin d'affiner les résultats déjà obtenus il est important de réaliser plus d'essais avec une plus large gamme d'impact et en distinguant plus précisément la direction radiale de la direction circonférentielle. De plus une modification du banc d'essai est prévue pour pouvoir mesurer les efforts transmis pas les échantillons impactés afin de mieux quantifier les effets d'absorption - dispersion (étalement du choc dans le temps) du bois vis-à-vis du choc.

Références

- Gupta Y.M., Shukla, A. (2012) Split Hopkinson (Kolsky) bar: Design, testing, and applications, *Exp. Tech.*, 36, 19–28
- Baumann G., Brandner R., Müller U., Stadlmann A., Feist F. (2021) A comparative study on the temperature effect of solid birch wood and solid beech wood under impact, *Loading. Materials*, 14, 7616. <https://doi.org/10.3390/ma14247616>
- Tippner J., Milch J., Sebera V., Brabec M. (2022) Elasto-plastic material model of oak at two moisture content levels, *Holzforschung*, 76, 886–896.
- Müller U., Jost T., Kurzböck C. et al. (2020) Crash simulation of wood and composite wood for future automotive engineering, *Wood Mater. Sci. Eng.*, 15, 312–324.