

## Valorisation des co-produits du bois pour le collage des panneaux de bois

RHAZI Naima<sup>1a,2</sup>, OUMAM Mina<sup>1a</sup>, SESBOU Abdessadek<sup>3</sup>, CHARRIER Bertrand<sup>2</sup>,  
HANNACHE Hassan<sup>1a,b</sup>, CHARRIER- ELBOUHTOURY Fatima<sup>2</sup>

<sup>1a</sup>LIMAT-Equipe Thermo-structuraux des Matériaux et polymères. Faculté des sciences Ben M'sik, Université Hassan II de Casablanca, Boulevard Cdt Driss Harti, BP.7955, Ben M'sik, Casablanca, Maroc;

<sup>1b</sup>: Centre des matériaux avancés, EMINES, Université Polytechnique Mohammed VI, Lot 660 Hay Moulay Rachid, 43150, Ben Guerir, Maroc.

<sup>2</sup>CNRS/UPPA PAU & PAYS ADOUR/ E2S UPPA, Institut des Sciences Analytiques et de Physico-chimie pour l'Environnement et les Matériaux (IPREM), IUT des Pays de l'Adour, 371 Rue de Ruisseau, 40004 Mont de Marsan, France.

<sup>3</sup>ENFI-Ecole nationale des ingénieurs forestiers. 511 Salé Tabriquet, BP: 11015, Maroc.  
rhazi\_naima@hotmail.fr

**Mots clés :** Ecorces *Acacia Mollissima* ; Tanins ; Lignine ; Adhésifs écologiques

### Contexte et objectifs

De nos jours, l'élaboration des colles naturelles alternatives est de plus en plus recherchée pour protéger la santé des utilisateurs et de l'environnement. Généralement les colles utilisées pour le collage des panneaux de bois sont : le phénol-formaldéhyde (PF), l'urée formaldéhyde (UF), la résorcine et la mélanine (Chupin et al. 2015, Moubarik et al. 2010). Ces colles d'origine pétrolière sont appliquées pour le collage des panneaux de bois dans des conditions extrêmes d'humidité et de chaleur. Elles présentent certes une bonne résistance à l'eau, mais émettent un taux de formaldéhyde considérable et d'autres gaz à effet de serre (COV...). Ce travail vise la valorisation des co-produits des écorces de bois (tanin et lignine) pour élaborer une colle biosourcée, qui remplace partiellement ou totalement les colles à base de produits pétroliers. Les écorces utilisées dans cette étude sont celles d'*Acacia mollissima* du Maroc. Le but de cette étude est d'élaborer des colles à faible émission de formaldéhyde et ayant des performances mécaniques proches des colles utilisées dans l'industrie de collage du bois.

### Matériel et méthode

Pour chaque coproduit, une étude préliminaire est réalisée pour déterminer les conditions qui permettent d'avoir un meilleur rendement d'extraction du tanin et de la lignine (Rhazi et al. 2015). La quantification des extraits est réalisée par des dosages colorimétriques. L'optimisation des extraits est réalisée selon la méthodologie des plans d'expérience. Pour les formulations de colle, on a remplacé le phénol issu des produits pétroliers par un composant naturel extrait à partir des écorces d'*Acacia Mollissima* du Maroc (les tanins). L'ajout de la lignine dans les formulations de colles phénoliques a pour but d'améliorer les propriétés mécaniques des colles élaborées (Rhazi et al. 2017).

Une application de collage est destinée aux panneaux de contreplaqués. Leur préparation est réalisée conformément aux exigences de la norme européenne EN 314-1 (2004), et les teneurs en solides des adhésifs ont été déterminées selon la norme EN 827 (2006). La qualité de collage des panneaux de contreplaqués préparés dans le laboratoire est évaluée selon des tests normatifs : test de traction, résistance au cisaillement et évaluation de la rupture cohésive apparente de l'adhésif dans le bois. Les propriétés de collage des colles sont évaluées conformément aux normes européennes EN 314-1 (2004) et EN 314-2 (1993). Pour chaque

test, dix panneaux de contreplaqués sont testés. Après détermination des facteurs qui affectent les performances des colles, une évaluation de l'application de ces plaquettes de contreplaqués en milieu sec, humide et extérieur a été réalisée selon les exigences de la norme européenne EN 314-1 (2004).

## Résultats et discussions

### *Rendement d'extraction des tanins condensés*

Plusieurs facteurs ont été étudiés pour améliorer le rendement d'extraction des tanins à partir des écorces d'*Acacia Mollissima* du Maroc, comme l'âge des écorces, le temps d'extraction, la température d'extraction, et aussi la nature du solvant d'extraction. Les résultats d'extraction sont présentés dans Rhazi et al. (2015). La teneur exacte en tanins condensés extraits est évaluée par des dosages colorimétriques spécifiques est exprimée en milligramme équivalent cyanidine par gramme de matière sèche (mg eq Cya/ g MS). Le résultat de cette étude est présenté dans le Tab.1.

Les résultats de cette étude ont montré que le choix du solvant d'extraction ainsi que de la méthode d'extraction ont une influence significative sur le rendement des tanins extraits. Dans notre étude, l'acétone présente de meilleurs résultats pour l'extraction des tanins condensés dans le cas d'utilisation d'une infusion à haute température, l'éthanol pour la macération à température ambiante et l'eau pour l'extraction assistée par micro-onde. L'étude préliminaire a aussi montré que la progression du temps d'extraction n'améliore pas significativement la teneur en tanins condensés extraits. Les meilleurs résultats sont obtenus au bout de 2h d'extraction.

Tab. 1 : Comparaison de la teneur du tanin extrait selon la nature du solvant utilisé.

Solvant d'extraction	Tanins condensés : test butanol (mg CYA/g MS)		
	Infusion (inf)	Macération (mac)	Micro-onde (MO)
Méthanol	22,88 ± 0,35	27,96 ± 0,30	19,09 ± 0,21
Eau	26,76 ± 0,30	20,29 ± 0,30	47,64 ± 0,45
Ethanol	30,29 ± 0,36	31,89 ± 0,28	18,50 ± 0,06
Acétate d'éthyle	11,20 ± 0,18	6,75 ± 0,14	5,02 ± 0,40
Acétone	46,30 ± 1,63	12,84 ± 0,27	10,15 ± 0,28

### *Evaluation de la réactivité des tanins extraits*

Dans le but d'utiliser les tanins extraits pour élaborer des formulations de colles, une évaluation de leur réactivité avec l'héxamine est réalisée par le test de Stiasny selon le protocole de Yazaki et Collins (1994). Ce nombre détermine la quantité de tanins capables de réagir avec le durcisseur. Il est représenté par le pourcentage de masse du précipité par rapport à la masse sèche de l'échantillon de départ. Les résultats du test de « Stiasny » pour les tanins extraits par différentes méthodes (Tinf; TMac et TMO) sont présentés dans la Fig.1. La réactivité des tanins d'*Acacia Mollissima* du Maroc est également comparée à la réactivité du tanin commercial d'*Acacia (Tcom)*.

Cette étude a montré une bonne réactivité des tanins du Maroc extraits par des méthodes différentes. Toutes les méthodes présentent un nombre de stiasny très proche de 100%. Yazaki et Collins (1994) jugent la qualité des tanins utilisés bonne si le nombre de stiasny est supérieur ou égal à 65%. Donc d'après cette étude, le tanin extrait à partir d'*Acacia Mollissima* du Maroc est très réactif avec le durcisseur et par conséquent peut être utilisé avec succès pour faire des formulations de colles biosourcées.

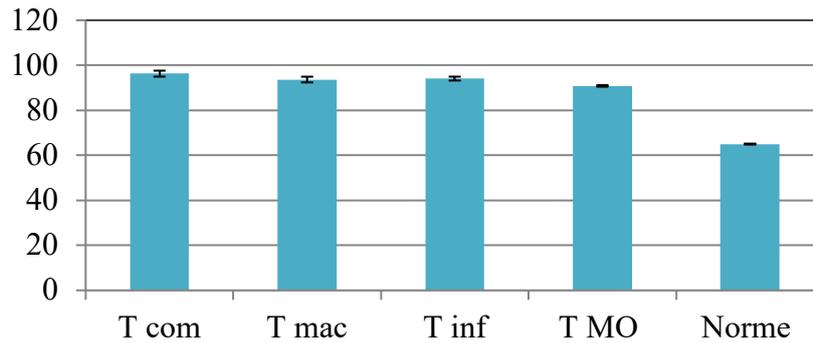


Fig. 1 : Résultats du test de Stiasny pour le tanin extrait d'*Acacia mollissima*.

### Préparation des panneaux de contreplaqué

La formulation des colles biosourcées est représenté dans Rhazi et al. (2017). Le résumé du processus d'élaboration des colles est représenté dans la Fig. 2. Après la préparation des plaquettes de bois, elles sont conditionnées une semaine dans une chambre climatique, réglée à température et humidité selon les exigences de la Norme EN 314-2 (1993).

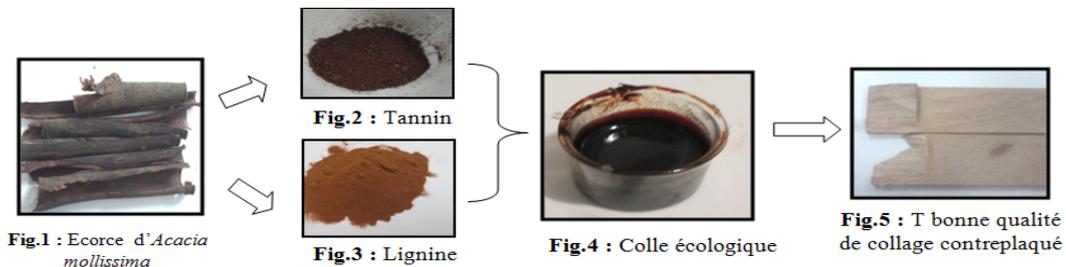


Fig. 2 : Processus de préparation des panneaux de contreplaqués collés avec des colles biosourcées.

### Evaluation de la qualité de collage des panneaux

Pour améliorer la performance mécanique des colles biosourcées, différents facteurs sont étudiés comme : le ratio tanin-lignine, le temps de pressage des plaquettes, la température du pressage et la force de presse appliquée. Les résultats de cette étude sont présentés dans la Fig.3.

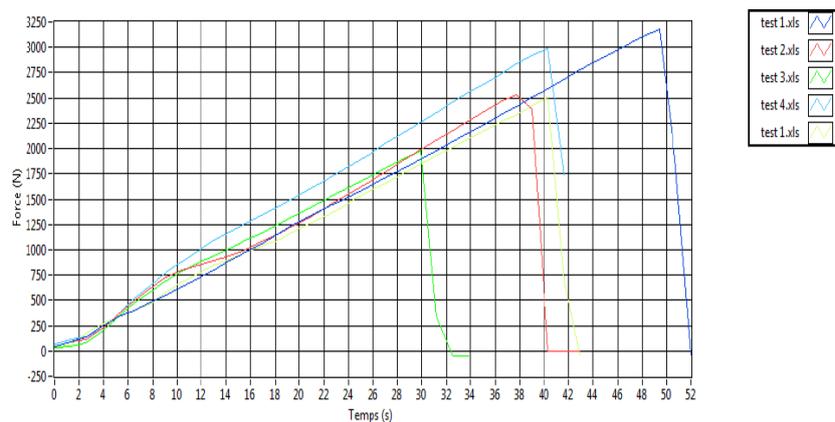


Fig.3 : Test de traction des panneaux de contreplaqués collés avec des colles biosourcées.

Les résultats de cette étude ont montré que les colles biosourcées élaborées à partir de tanin et de lignine présentent de meilleurs performances mécaniques (allant jusqu'à 3000 et 3500 N) et ces résultats dépassent largement les exigences de la norme (Force de rupture > 650 N, EN 314 ; Force de rupture > 1200 N, EN 301 :1992). La meilleure qualité de collage des panneaux

de contreplaqués a été prouvée par différents tests, ce qui encourage leur application dans l'industrie de bois pour des environnements secs.

### Conclusion et perspectives

Cette étude nous a permis de confirmer la possibilité de remplacer des formulations phénoliques issues des déchets pétroliers par une source renouvelable. Les formulations des adhésifs écologiques élaborés à partir des écorces d'*Acacia Mollissima* du Maroc présentent de très bonnes performances mécaniques, comparables aux adhésifs de contreplaqués phénol-formaldéhyde disponibles dans le commerce. Ils n'ont pas d'émission de formaldéhyde. Ces formulations de colles pourraient maintenant être testées à une échelle pilote pour fabriquer des panneaux de contreplaqués utilisables en milieu sec, mais également en milieu humide et extérieur.

### Remerciements

Nous tenons à remercier le gouvernement Français et Marocain pour leurs soutiens financiers. Et plus spécialement campus France pour programme de post doctorale « Boost Ton Doc » qui offre une opportunité aux chercheurs pour mieux avancer leurs travaux. Nous remercions l'entreprise « Tembec-Rayonier Advanced Materials » pour nous avoir fourni la lignine ainsi que Xylomat, la plateforme technologique de l'équipement d'excellence Xyloforest à Mont de Marsan, pour son accueil, son soutien, la sympathie et la disponibilité de son équipe.

### Références

- Chupin L., Charrier B., Pizzi A., Perdomo A., Charrier-El Bouhtoury F. (2015) Study of thermal durability properties of tannin–lignosulfonate adhesives. *J Therm Anal Calorim* (2015) 119:1577–1585.
- EN 301 (1992): Adhesives, phenolic and aminoplastic, for load- bearing timber structure: classification and performance requirements.
- EN 314-1. (2004) Plywood: Bond quality. Part 1: test methods.
- EN 314-2. (1993) Plywood: Bond quality. Part 2: requirements.
- EN 827. (2006) Adhesives: Determination of conventional solids and constant mass solids.
- Moubarik A., Allal A., Pizzi A., Charrier F., Charrier B. (2010) Characterization of a formaldehyde-free cornstarch-tannin wood adhesive for interior plywood. *Eur. J. Wood Prod.* (2010) 68:427–433.
- Rhazi N., Oumam M., Sesbou A., Hannache H., Charrier-El Bouhtoury F. (2017) Physico-mechanical properties of plywood bonded with ecological adhesives from *Acacia mollissima* tannins and lignosulfonates. *Eur. Phys. J. Appl. Phys.* 78: 34813. DOI:10.1051/epjap/2017170067
- Rhazi N., Oumam M., Hannache H., Sesbou A., Charrier B., Pizzi A., Charrier-El Bouhtoury F. (2015) Comparison of the impact of different extraction methods on polyphenols yields and tannins extracted from Moroccan *Acacia mollissima* barks. *Ind. Crops Prod* 70, 245–252.