



HAL
open science

Synthèse d'une résine phénolique biosourcée en vue de la production de revêtement du bois

Youness Senhaji, Fatima Charrier-El Bouhtoury

► **To cite this version:**

Youness Senhaji, Fatima Charrier-El Bouhtoury. Synthèse d'une résine phénolique biosourcée en vue de la production de revêtement du bois. CNRIUT 2025 Bayonne - Pays Basque, IUT de Bayonne Pays Basque, Mar 2025, Bayonne, France. pp.291-293. <hal-05093559>

HAL Id: hal-05093559

<https://hal.science/hal-05093559v1>

Submitted on 2 Jun 2025

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

Synthèse d'une résine phénolique biosourcée en vue de la production de revêtement du bois

SENHAJI Youness^{1,*}
youness.senhaji@univ-pau.fr

CHARRIER-EL BOUHTOURY Fatime^{1,*}
fatima.charrier@univ-pau.fr

¹ IUT de Mont-de-Marsan
Laboratoire IPREM

Thèmes – Chimie

Résumé – *Les résines phénol-formaldéhyde (PF) sont généralement synthétisées à l'aide de produits pétrochimiques tels que le phénol et le formaldéhyde, il existe donc une tendance croissante à substituer ces derniers par des composés moins toxiques et plus respectueux de l'environnement. C'est ainsi que la substitution du formaldéhyde peut être réalisée par l'utilisation d'aldéhydes moins toxiques et aux performances similaires et les composés renouvelables de nature phénolique représentent une alternative de substitution du phénol, parmi ceux-ci, les tanins et les lignines sont les plus utilisés. L'objectif général de cette thèse est de produire des résines phénoliques biosourcées en remplaçant totalement le phénol par des lignines, en ciblant des applications dans les domaines des revêtements et des matériaux poreux. La finalité du projet est d'améliorer les formulations développées en effectuant une dépolymérisation partielle de la lignine et en fonctionnalisant les fragments obtenus. Ceci en vue de produire des résines aux caractéristiques maîtrisées afin de mettre en adéquation leurs propriétés avec les domaines d'applications visés.*

Mots-Clés – *Résine phénolique, revêtement, lignine, Estérification.*

Section(s) CNU pour cet article : CNU 33

Article présenté à l'oral par un(e) doctorant(e) – *NON*

1 Introduction

En raison de contraintes environnementales strictes, il existe une tendance croissante à promouvoir l'utilisation de résines phénoliques biosourcées au niveau industriel et donc à substituer les matières premières toxiques et non renouvelables que sont le phénol et le formaldéhyde par d'autres composés chimiques, d'origine naturelle, renouvelables et plus respectueux de l'environnement tel que la lignine. Cependant, même si ce résidu de l'industrie papetière représente une alternative de substitution du phénol, sa valorisation est relativement difficile. Cette difficulté est principalement due à sa structure complexe et variable, selon l'origine et le procédé d'extraction, ainsi qu'à la difficulté de surmonter plusieurs inconvénients tels que la forte polydispersité, la faible réactivité et la forte teneur en impuretés des échantillons de lignine obtenus. Ainsi, l'extraction, la purification, la caractérisation de la lignine dans le but d'uniformiser ses propriétés constitue un défi à relever.

Dans ce contexte l'objectif des travaux menés, est l'amélioration et l'optimisation d'une résine phénolique biosourcée, à base de lignine, en vue de l'utiliser en tant que revêtement pour la protection du bois contre l'humidité et l'augmentation de sa résistance au feu et de sa durabilité biologique [1]. Il est donc important d'utiliser une lignine aux caractéristiques maîtrisées et ayant une réactivité intéressante. Diverses techniques peuvent aider à surmonter les limitations d'utilisation de la lignine. Premièrement, la dépolymérisation peut faciliter sa fragmentation en composés plus réactifs et homogènes. Ainsi, cette technique peut permettre d'utiliser plus facilement ces composés dans le processus de synthèse. Deuxièmement, la fonctionnalisation chimique en lui incorporant des groupes réactifs additionnels pour améliorer sa réactivité. Enfin, le couplage avec d'autres polymère, par greffage ou mélange, peut enrichir ses propriétés mécaniques et thermiques, ce qui rend cette substance plus appropriée pour l'utilisation dans l'industrie, y compris dans celle des produits de traitement du bois.

Comme point de départ, nous avons choisi de suivre deux démarches, pour améliorer les propriétés de la lignine. La première est la fonctionnalisation de la lignine pour la rendre plus réactive chimiquement. Les composés choisis pour ce faire sont à base de silicium et ils sont également susceptibles d'améliorer sa résistance au feu, puisqu'ils sont connus pour leur résistance au feu. La seconde consiste à réaliser le couplage de la lignine avec d'autres polymères apolaires, tels que la subérine, en visant le fait que la résine finale puisse apporter une résistance à l'humidité au bois qui serait traité.

2 Matériel et méthodes

Fonctionnalisation de la lignine Kraft

Nous avons utilisé de la lignine Kraft, fournie par l'entreprise UPM biochemicals (UPM Biopiva™), que nous avons fonctionnalisée en nous servant et testant trois types de composés à base de silicium :

- 3-aminopropyl (triéthoxysilane) (APTÉS)
- Tetraéthyl orthosilicate (TEOS)
- 1-hexaméthylsiloxane (1-HMDS)

Ces additifs inorganiques vont permettre d'apporter une résistance au feu à la résine.

Extraction de subérine à partir de liège

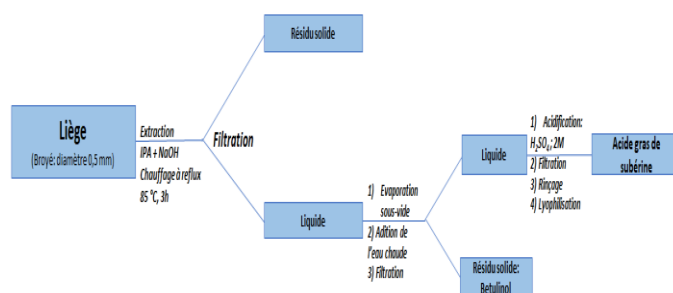


FIGURE 1 - PROTOCOLE D'EXTRACTION DE SUBÉRINE A PARTIR DE LIÈGE [2]

N.B : Le liège que nous avons utilisé a été fourni par l'entreprise Agglo Lux (liège de Landes)

Caractérisation par spectroscopie infrarouge (IR)

Le suivi des modifications a été effectué au moyen de la spectrométrie infrarouge, réalisée à l'aide d'un spectromètre infrarouge Jasco FT/IR-4700. Les mesures ont été effectuées en mode absorbance avec 64 balayages et une résolution de 4 cm⁻¹ de 4000 à 400 cm⁻¹. Cette modification peut être prouvée par l'apparition dans le spectre infrarouge de nouvelles bandes caractéristiques des liaisons entre l'agent modifiant et la lignine. Cette technique a également été utilisée pour aider à caractériser les extraits de subérine.

Formulation de la résine à base de la lignine fonctionnalisée et la subérine

Différentes formulations de résines ont été élaborées et le Tab.1 indique la composition de ces dernières.

Tableau 1 - Composition chimique des quatre résines

Résine	Lignine	Subérine	APTÉS	TEOS	HMDSO
1	+	+			
2	+	+	+		
3	+	+		+	
4	+	+			+

3 Résultats et discussions

Les résultats de la Fig. 2 représentent l'analyse IR de la lignine kraft fournie par UPM biochemicals. Sur le graphe

A on observe un large pic vers 3300 cm^{-1} , ce pic représente la vibration de groupe hydroxyle (OH), un autre pic à 2900 cm^{-1} correspond à la vibration de liaison C-H, le pic à 1700 cm^{-1} correspond au groupement carbonyle (C=O). Les autres graphes représentent l'analyse IR de lignine kraft silanisée par l'APTES, TEOS et HMDSO (graphes B, C et D successivement). D'après ces graphes, on peut voir clairement que l'intensité du pic qui correspond au groupe hydroxyle est diminuée, cette diminution est peut-être expliquée par la réaction de groupe OH de lignine avec le groupe silane, l'intensité du pic qui correspond à la vibration de liaison C-H est augmentée en raison de l'introduction de nouvelle liaison C-H, ces changements d'intensité confirment la réussite de silanisation de la lignine.

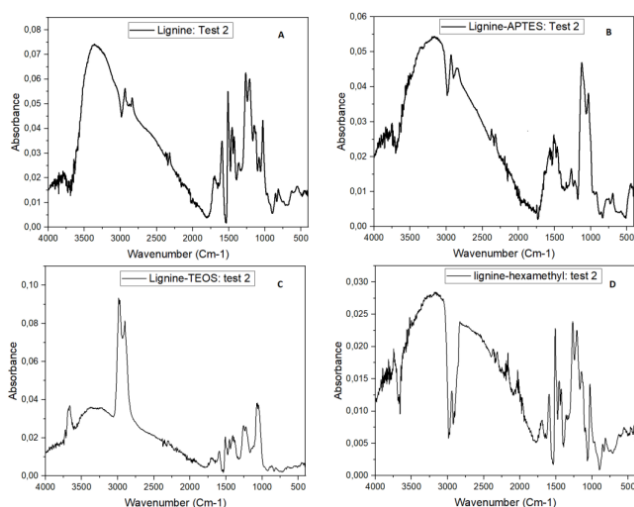


FIGURE 2 - RESULTAT D'ANALYSE INFRAROUGE. A- LIGNIN SEUL, B- LIGNINE + APTES, C- LIGNINE + TEOS, D- LIGNINE + HMDSO

Caractérisation de la subérine

L'analyse par spectroscopie infrarouge (IR) des acides gras de la subérine permet d'identifier les différentes liaisons chimiques présentes dans la structure moléculaire de ces composés. D'après le graphe (Fig.3) les pics caractéristiques sont :

- La bande autour de 3300 cm^{-1} indiquant la présence de groupes hydroxyles, souvent en liaison hydrogène.
- Les deux bandes fortes près de 2918 cm^{-1} et 2850 cm^{-1} sont typiques des élongations C-H des méthylènes (CH₂) dans les chaînes aliphatiques longues.
- Une bande distincte près de 1735 cm^{-1} est indicative des liaisons ester C=O, ce qui est cohérent avec les esters formés dans la structure polymérique de la subérine.
- Une bande autour de 1460 cm^{-1} , est due à la déformation de la liaison C-H dans les groupes méthylène et méthyle.

Ce résultat est conforme à celui obtenu par plusieurs travaux dont celui de Rui Ferreira et al. (2012) [3].

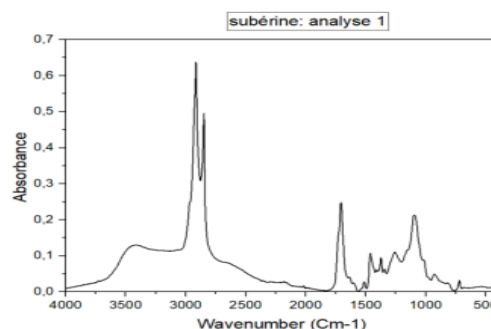


FIGURE 3 - ANALYSE IR DU PRODUIT EXTRAIT A PARTIE DE LIEGE

4 Conclusion et perspectives

Ce travail a permis d'obtenir une lignine fonctionnalisée, de réaliser une extraction réussie de la subérine et d'élaborer des résines. Ces dernières ont été appliquées sur le bois en utilisant la technique du deep-coating et les tests de résistances sont en cours et font partie des travaux futurs à mener (Fig. 4).

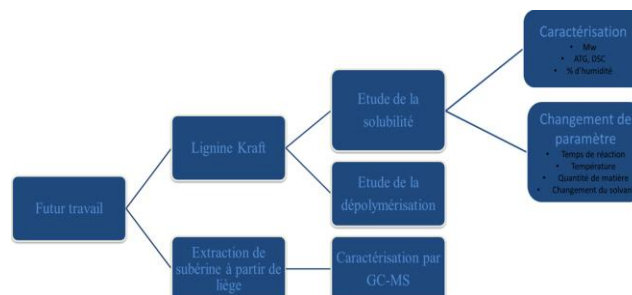


FIGURE 4 - PLAN DU PROCHAIN TRAVAIL

Références

- [1] De Hoyos-Martínez P.L, Issaoui H, Herrera R, Labidi J, Charrier-El Bouhtoury F (2021) Wood Fireproofing Coatings Based on Biobased Phenolic Resins, ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 9 (4), 1729–1740.
- [2] Anuj K, Risto K, Veikko M, Erkki V (2022), Suberin Fatty Acid Hydrolysates from Outer Birch Bark for Hydrophobic Coating on Aspen Wood Surface, polymers, 14 (4): 832.
- [3] Ferreira R, Garcia H, Andreia F, Carmen F, Armando.S, Luís Pa, Silva P.C(2013), Isolation of suberin from birch outer bark and cork using ionic liquids: A new source of macromonomers, Industrial Crops & Products, 44: 520-527.