

Extraction et fractionnement d'hémicelluloses d'*Aucoumea Klaineana* Pierre par explosion à la vapeur et procédés membranaires

MOUGNALA MOUKAGNI Errol¹, SAFOU TCHIAMA Rodrigue², ZIEGLER-DEVIN Isabelle¹, AYMES Arnaud³, KAPEL Romain³, BROSSE Nicolas¹

¹Université de Lorraine, INRAE, LERMAB, F-54000, Nancy, France

²Laboratoire de Recherche et de Valorisation du Matériau Bois (LaReVa Bois), Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET), BP 3989, Libreville, Gabon

³Université de Lorraine, Laboratoire Réactions et Génie des Procédés, CNRS UMR 7274 (LRGP)

errol.mougnala-moukagni@univ-lorraine.fr

Mots clefs : *Aucoumea Klaineana* Pierre ; Explosion à la vapeur ; Hemicelluloses ; Séparation membranaire

Contexte et Objectifs

La biomasse végétale se présente aujourd'hui comme l'alternative la plus rassurante aux ressources fossiles. Cependant l'intégration de cette biomasse dans le circuit de bioraffineries nécessite l'utilisation des procédés de prétraitement écologiques capables de séparer ses différents composés constitutifs. Par ailleurs, l'Okoumé est une essence tropicale à croissance rapide connue dans l'industrie du panneau et pour son aptitude remarquable au déroulage. Depuis plusieurs années, l'industrie du bois Gabonais génère de grandes quantités de coproduits faiblement valorisés. Ces dernières années, plusieurs études se sont concentrées sur la valorisation des co-produits de la transformation industrielle du bois d'Okoumé à la recherche d'utilisations alternatives. Pour cette raison, plusieurs composés d'intérêt ont été analysés, principalement la cellulose, la lignine et les extractibles. Les hémicelluloses quant à elles restent peu connues (Safou-Tchiama 2005 ; Engozogho Anris et al., 2019 ; Obame et al., 2019 ; Mougnala Moukagni et al., 2021). Dans cette étude, nous nous intéressons à la séparation membranaire des saccharides obtenus par explosion à la vapeur du bois d'Okoumé.

Matériel et Méthodes

La biomasse imprégnée à l'eau a été introduite directement dans un réacteur pressurisé à une température de 170 °C pendant un temps de séjour de 10 minutes. La biomasse saturée en vapeur a été libérée par une dépressurisation soudaine. Après prétraitement, l'hydrolysate a été récupéré par filtration sous vide avec un papier filtre. Un système à flux tangentiel Cogentmscale (Millipore, Molsheim, France) a été utilisé pour réaliser les expériences de filtration. La membrane de 10 kDa a été sélectionnée pour une diafiltration (DF) de l'hydrolysate exposé. La diafiltration de type dilution séquentielle a été réalisée jusqu'à 6 volumes de diafiltration (DV). La séparation des hémicelluloses par précipitation à l'éthanol a été effectuée à des fins de comparaison. Les fractions obtenues ont été analysées par HPLC-SEC, HSQC-NMR, FTIR, UV-visible et HPAE-PAD.

Résultats

Les résultats montrent que les hémicelluloses obtenues dans le rétentat après diafiltration et celles récupérées par précipitation à l'éthanol sont constituées d'un mélange de glucuronoxylanes (GX) et de glucomannanes (GM), alors que le perméat de la diafiltration est essentiellement formé d'arabinoxylanes (AX) (Tab 1). Le suivi d'exclusion stérique montre

qu'à mesure que le nombre de diavolume augmente, l'intensité des pics des composés de grand poids moléculaire augmente, tandis que les pics des composés de faible poids moléculaire diminuent. La diafiltration a favorisé l'agrégation des saccharides, et donc une forte augmentation du poids moléculaire des polymères dans le rétentat (Fig 1). De même que la précipitation à l'éthanol, le rétentat a permis de conserver les hémicelluloses acétylées O2 et/ou O3, préservant les fragments acétylés dans une plus grande mesure par rapport au perméat (Tab 1 et Fig. 2). Les extraits du perméat contenaient une forte teneur en lignine résiduelle, témoignant une bonne purification des hémicelluloses du rétentat.

Tab 1. Composition en sucre (% du poids sec) de la solution initiale, du rétentat final, du perméat global et du précipité.

	Solution initiale	Perméat global	Rétentat Final	Précipité
Fucose	0.7 (0.0)	0.6 (0.0)	0.1 (0.0)	-
Rhamnose	4.0 (0.1)	2.0 (0.0)	2.4 (0.0)	4.6 (0.1)
Arabinose	15.0 (0.1)	13.1 (0.3)	1.2 (0.0)	0.5 (0.0)
Galactose	9.8 (0.1)	5.7 (0.1)	5.4 (0.1)	5.4 (0.2)
Glucose	14.9 (0.1)	4.7 (0.2)	12.5 (0.2)	9.3 (0.3)
Xylose	30.9 (0.2)	12.5 (1.0)	23.6 (0.2)	47.7 (1.7)
Mannose	7.2 (0.3)	3.7 (0.3)	4.02 (0.0)	11.3 (0.8)
Acide Galacturonique	4.7 (0.1)	1.9 (0.1)	3.5 (0.0)	5.4 (0.2)
Acide Glucuronique	0.4 (0.0)	0.2 (0.0)	0.3 (0.0)	9.3 (0.2)
Sucres totaux	87.4 (0.4)	44.5 (2.1)	53.0 (0.1)	93.5 (3.5)
Acide acétique	-	4.5	8.7	8.4
LSA	10.9 (4.5)	32.2 (0.2)	4.4 (0.3)	-
Total	98.3	81.2	66.1	101.9

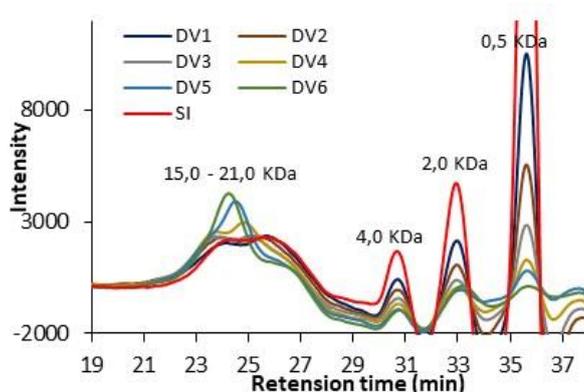


Fig. 1. Suivi d'exclusion stérique de la diafiltration

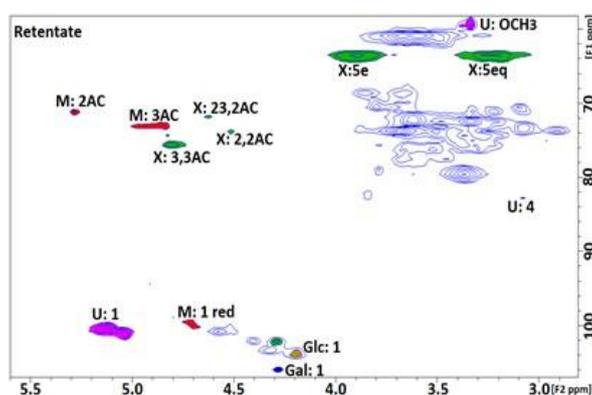


Fig. 2. RMN 2D HSQC des hémicelluloses extraites au DMSO : X : xylose ; M : mannose ; G : glucose ; U : 4-O-méthyle- α -D-glucuronique ; AC : acétyle.

Conclusion et perspectives

Les résultats obtenus révèlent une séparation efficace des hémicelluloses polymériques par un procédé membranaire après un prétraitement par explosion à la vapeur. Les fragments hémicellulosiques obtenus dans le rétentat présentaient un poids moléculaire moyen beaucoup plus élevé que ceux de la solution initiale. En outre, la séparation membranaire a produit des hémicelluloses fortement acétylées. Cette étude pourrait contribuer à une meilleure valorisation des déchets d'Okoumé pour la production de matériaux à base d'hémicelluloses.

Remerciements

Nos remerciements vont à l'endroit de l'Agence Nationale des Bourses du Gabon (ANBG), de l'Université de Lorraine et du LERMAB pour leur soutien financier et matériel.

Références

Engozogho Anris S.P., Bikoro Bi Athomo A., Vidal M., Denaud L., Safou Tchiana R., Charrier Bertrand. (2019) Extraction and Characterization of *Aucoumea klaineana* Pierre (Okoume) Extractives, Tech Science Press. 8, 6, 517-522.

10^{es} journées du GDR 3544 « Sciences du bois » - Montpellier, 17-19 novembre 2021

Mougnala Moukagni, E., Ziegler-Devin, I., Safou-Tchima, R., Brosse, N., 2021. Extraction of acetylated glucuronoxylans and glucomannans from Okoume (*Aucoumea klaineana* Pierre) sapwood and heartwood by steam explosion. *Industrial Crops and Products* 166, 113466.

Obame, S.N., Ziegler-Devin, I., Safou-Tchima, R., Brosse, N., 2019. Homolytic and Heterolytic Cleavage of β -Ether Linkages in Hardwood Lignin by Steam Explosion. *J. Agric. Food Chem.* 67, 5989–5996.

Safou-Tchiama R. (2005) Caractérisation physico-chimique, stabilité supramoléculaire et réactivité chimique de quelques essences tropicales. Thèse de Doctorat No 3095. Université de Bordeaux 1, France.