

ÉVALUATION DU POTENTIEL D'ÉCHANGE D'IONS DE FIBRES LIGNOCELLULOSIQUES PHOSPHORYLÉES

A. Ratier^{a, b}, D. Belosinschi^a, F. Brouillette^a, R. Zerrouki^b

^aCentre de recherche sur les matériaux lignocellulosiques, Université du Québec à Trois-Rivières, 3351 boul. des Forges, C.P. 500, Trois-Rivières (QC) G9A 5H7

^bLaboratoire de chimie des substances naturelles, Université de Limoges, 123 avenue Albert Thomas 87060 Limoges, France



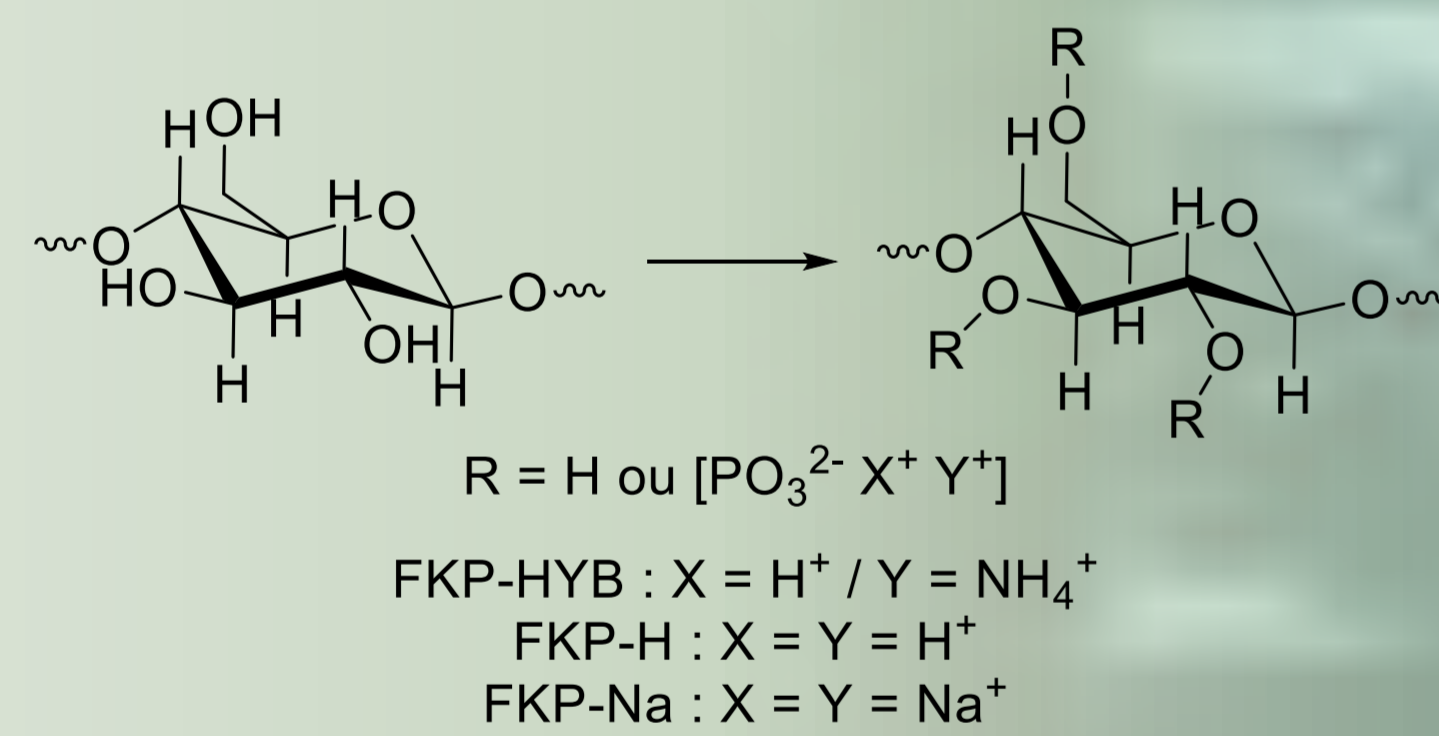
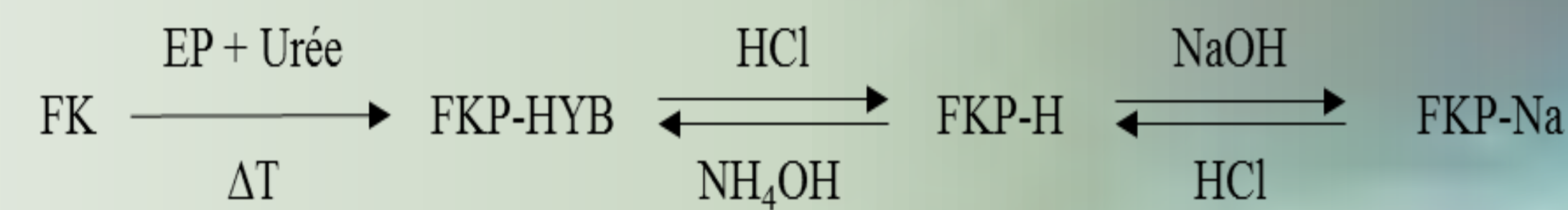
Résumé

Une nouvelle méthode de phosphorylation a été mise au point pour fixer un grand nombre des groupements phosphate sur des fibres lignocellulosiques sans entraîner une dégradation morphologique apparente. Ainsi, la charge anionique de la fibre augmente conférant à celle-ci des propriétés d'échangeur d'ions.

L'objectif de cette étude est de déterminer l'affinité des fibres lignocellulosiques phosphorylées pour des ions métalliques qui peuvent polluer les eaux naturelles ou industrielles.

Introduction

- Phosphorylation de fibres Kraft (FK) à l'aide d'urée et d'ester de phosphate (EP) à 150 °C.
- Greffage de nombreux groupements phosphates.
- Augmentation de la charge anionique de la fibre.
- Possibilité d'obtenir trois formes de fibres par différents traitements.



- Capacité d'échange d'ion à déterminer pour Ni, Cu, Cd et Pb.

Approche expérimentale

- 0,2 g (m_F) de substrat phosphorylé
- 100 mL (V_{sol}) de solution de cation
- 30 min sous agitation à 20 °C (T)
- Filtration
- Dosage colorimétrique de la solution avant (C₀) et après (C_e) adsorption par de l'EDTA
- Variation de la concentration initiale en cation
- Détermination de la capacité d'échange (q_e)

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V_{sol}}{m_F}$$

- Application des modèles de Langmuir et Dubinin-Radushkevich
- Détermination de la capacité d'échange maximale (q_{max}), de l'énergie de liaison (E) et de la variation de l'énergie de Gibbs (ΔG)

Approche théorique

- Isotherme de Langmuir

$$q_e = \frac{q_{max} K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

- Modèle de Dubinin-Radushkevich

$$q_e = q_{max} \cdot e^{(-K_{DR} \cdot [R.T \cdot \ln(1 + \frac{1}{C_{eq}})]^2)}$$

- Energie de liaison

$$E = \sqrt{\frac{1}{2 \cdot K_{DR}}}$$

- Variation de l'énergie de Gibbs

$$\Delta G = -R \cdot T \cdot \ln(K_L)$$

Résultats et discussions

- Meilleur modèle : Langmuir
 - Adsorption monocouche
 - Sites d'adsorption équivalents et répartis de manière uniforme à la surface
 - L'adsorption sur un site est indépendante de l'état d'adsorption d'un site voisin
 - L'adsorption sur un site suit toujours le même mécanisme
- Forte adsorption (du niveau des résines commerciales)
- FKP-Na > FKP-HYB > FKP-H → accessibilité des groupements phosphates
- Peu de sélectivité pour une même forme en fonction du métal
- E > 8 kJ/mol → chimisorption
- ΔG aux alentours de -20 kJ/mol → spontanéité de l'adsorption

	FKP-HYB		FKP-H		FKP-Na		Dowex 50WX2-400	Dowex Marathon C
	q _{max} (mmol g ⁻¹)	E (kJ mol ⁻¹)	q _{max} (mmol g ⁻¹)	E (kJ mol ⁻¹)	q _{max} (mmol g ⁻¹)	E (kJ mol ⁻¹)	q _e * (mmol g ⁻¹)	q _e * (mmol g ⁻¹)
Ni	2,4	18,7	1,9	14,1	2,8	29,6	2,4	2,5
Cu	2,5	19,2	2,0	15,4	2,8	37,0	2,4	2,5
Cd	2,3	21,0	1,7	16,3	2,7	34,3	2,5	2,5
Pb	2,7	25,5	2,5	19,7	2,9	37,2	2,5	2,6

Conclusions

- Fort potentiel des fibres phosphorylées pour adsorber des cations métalliques, égalant les résines commerciales
- La fibre sous la forme FKP-HYB est la plus intéressante : aucun lavage après phosphorylation et adsorption équivalente aux résines
- Adsorption spontanée et forte → Chimisorption
- Nombreux avantages :
 - Compétitif (économique)
 - Naturelles et abondantes
 - Biodégradables
 - Filtration simplifiée
 - Forme modulable
 - Rapide

Références

- Shi, Y., Belosinschi, D., Brouillette, F., Belfkira, A., Chabot, B. (2014). Phosphorylation of Kraft fibers with phosphate esters. Carbohydrate Polymers, 106, 121-127.
- Shi, Y., Belosinschi, D., Brouillette, F., Belfkira, A., Chabot, B. (2015). The properties of phosphorylated Kraft Fibers. BioRessources, 10(3), 4375-4390.
- Foo, K.Y., Hameed, B.H. (2010). Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. Chemical Engineering Journal, 156(1), 2-10.



CENTRE DE RECHERCHE
SUR LES MATÉRIAUX
RENOUVELABLES



Fonds de recherche
Nature et
technologies

