

Avis de Soutenance

Madame Ibtissem GUENNOUN

Chimie

Soutiendra publiquement ses travaux de thèse intitulés
Etude expérimentale et modélisation thermodynamique des équilibres de phases de molécules issues de la biomasse pour des applications en procédés de séparation

Travaux dirigés par Monsieur Ilham MOKBEL et Madame Latifa NEGADI
Cotutelle avec l'université "" ()

Soutenance prévue le **lundi 15 juin 2026** à 14h30

Lieu : Faculté des Sciences - Salle de Conférences , Nouveau Pôle Universitaire Mansourah (Imama)
Tlemcen Algérie, 13000

Composition du jury proposé

Mme Ilham MOKBEL	Maître de conférences	Université Lyon 1	Directrice de thèse
M. Joseph SAAB	Professeur	Université Saint-Esprit de Kaslik - Jounieh (Liban)	Rapporteur
Mme Latifa NEGADI	Professeure	Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen (Algérie)	Directrice de thèse
Mme Pierrette GUICHARDON	Professeure des universités	Ecole Centrale Méditerranée	Examinatrice
Mme Fouzia AMIRECHE	Professeure	Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumédiène - Alger (Algérie)	Rapporteuse
M. Jacques JOSE	Professeur émérite	Université Lyon 1	Examineur
M. Redouane BACHIR	Professeur	Université Abou Bekr Belkaid - Tlemcen (Algérie)	Examineur

Mots-clés : biomasse lignocellulosique, molécules biosourcées, équilibres liquide-vapeur, équilibres liquide-liquide, modélisation thermodynamique

Résumé :

Cette thèse a eu pour finalité l'acquisition de données fiables d'équilibres de phases et leur utilisation pour l'établissement d'un modèle thermodynamique permettant le dimensionnement et l'optimisation des procédés d'extraction et de purification de deux biomolécules plateforme produites dans les bioraffineries de deuxième génération exploitant la matière lignocellulosique : le furfural et le 5-méthylfurfural. Par ailleurs, quatre autres composés biosourcés ont été étudiés en tant qu'alternatives potentielles aux solvants d'origine fossile : γ -valérolactone, γ -butyrolactone, 2-méthylfurane, 2-méthyltétrahydrofurane. Les procédés de séparation envisagés étant la distillation

ou l'extraction liquide-liquide par solvants, afin de déterminer les paramètres d'interaction binaire du modèle thermodynamique, les travaux expérimentaux ont porté sur la détermination des pressions de vapeur (entre 10°C et 90°C) des constituants purs mis en jeu, de huit binaires miscibles et de quatre binaires partiellement miscibles. L'étude des équilibres liquide-liquide ternaires (eau + molécule plateforme + solvant biosourcé) a également été effectuée entre 10°C et 60°C. Globalement nos résultats sont en bon accord avec les quelques données bibliographiques. Nos données aux pressions très faible, inférieures à quelques centaines de Pascal environ, sont originales. Notre étude a ainsi contribué à enrichir la bibliographie d'un grand nombre de données d'équilibre dans un domaine de pression peu exploré (jusqu'à une dizaine de Pascal dans le cas des binaires avec la γ butyrolactone ou γ -valérolactone) et de composition très faible de l'ordre de 10^{-3} en fraction molaire. L'ensemble des données d'équilibre a permis de développer un modèle thermodynamique décliné en deux variantes, selon la base retenue (NRTL ou UNIQUAC). Ces deux approches offrent une bonne représentation des équilibres liquide-vapeur et liquide-liquide binaires. La confrontation dans le cas des ternaires des solubilités réciproques expérimentales aux valeurs prédites ont montré que les modèles NRTL et UNIQUAC conduisent à une assez bonne prévision comparée au modèle UNIFAC. Les résultats des systèmes ternaires ont principalement montré que les sélectivités d'extraction par rapport à l'eau sont très différentes selon le solvant. Le solvant le plus adapté à l'extraction des biosolutés d'un milieu aqueux est le 2-méthylfurane car son utilisation limitera fortement la coextraction de l'eau. Mots clés : biomasse lignocellulosique, molécules biosourcées, caractérisation : équilibres liquide-vapeur, équilibres liquide-liquide, systèmes binaires, systèmes ternaires, modélisation thermodynamique.

Summary:

The objective of this thesis is to obtain reliable phase equilibrium data and to use them for the development of a thermodynamic model for the design and optimization of extraction and purification processes for two platform biomolecules produced in second-generation biorefineries using lignocellulosic biomass: furfural and 5-methylfurfural. In addition, four other bio-based compounds were investigated as potential alternatives to fossil-based solvents: γ -valerolactone, γ -butyrolactone, 2-methylfuran, and 2-methyltetrahydrofuran. Since the separation processes considered were distillation and solvent-based liquid-liquid extraction, the experimental work focused on determining the vapor pressures (between 10 °C and 90 °C) of the pure components involved, as well as those of eight miscible binary systems. In addition, the liquid-liquid equilibria of four immiscible binary systems were also investigated. These data were used to determine the binary interaction parameters of the thermodynamic models. The study of ternary liquid-liquid equilibria (water + platform molecule + bio-based solvent) was also carried out over a temperature range of 10 °C to 60 °C. The experimental results are in good agreement with the limited data available in the literature. Our data at very low pressures, below a few hundred Pascals, are original. This study has contributed to enriching the literature with a large amount of equilibrium data in a sparsely explored pressure range (down to about ten Pascals in the case of binary systems involving γ -butyrolactone or γ -valerolactone) and at very low compositions, on the order of 10^{-3} in mole fraction. All the equilibrium data enabled the development of a thermodynamic model in two variants, depending on the chosen framework (NRTL or UNIQUAC). Both approaches provide a good representation of binary vapor-liquid and liquid-liquid equilibria. As for the ternary systems, the comparison between experimental mutual solubilities and predicted values showed that the NRTL and UNIQUAC models provide quite good predictions compared to the UNIFAC model. The results obtained for the ternary systems indicate that extraction selectivity with respect to water varies considerably depending on the solvent used. Among the solvents studied, 2-methylfuran appears to be the most suitable for extracting biosolutes from an aqueous medium, as it significantly reduces the co-extraction of water. Keywords: lignocellulosic biomass, bio-based molecules, characterization, vapor-liquid equilibria, liquid-liquid equilibria, binary systems, ternary systems, thermodynamic

modeling.