

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE**

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER

CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES

DEPARTEMENT GENIE CHIMIQUE

N° d'ordre:...

Série :... ..

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie chimique

**OPTIMISATION DE LA SYNTHÈSE D'UN BIOPOLYOL ET
SON UTILISATIONS**

Dirigé par:

Pr. OUTILI Nawel

Présenté par :

BOULAKEHALE Rayhane

SENNOUR Soumeya

SIAH Chaima

Année Universitaire 2023/2024

Session : (juin)

Remercîments.

Liste des tableaux.

Liste des figures.

Liste d'abréviation et nomenclatures.

1	Introduction générale :	1
Chapitre 1 : revue bibliographique.		
1.1.	Introduction	3
1.1.	Généralités sur les huiles végétales	3
1.1.1.	Les huiles végétales	3
1.1.2.	Corps gras	3
1.1.3.	Les huiles usagées	4
1.1.4.	Réactions chimiques de l'huile pendant la friture	4
	A. Réaction d'hydrolyse	4
	B. Réaction d'oxydation	5
	C. Réaction de polymérisation	6
1.1.5.	Valorisation des huiles de friture	6
1.2.	Valorisation en époxyde et polyol	6
1.2.1.	Epoxyde	6
1.2.2.	Réaction d'époxydation :	7
1.2.3.	Réaction d'hydroxylation :	8
1.3.	Génération sur le polyol biosourcé :	9
1.3.1.	Le Polyol :	9
1.3.2.	Polyol biosourcé :	9
1.3.3.	Polyol à base d'huile de cuisson usagée :	9
1.4.	La production de polyol biosourcé:	10
1.5.	L'utilisation des époxydes et polyols dans l'industrie :	11
1.5.1.	Les polyols :	11
1.5.2.	Les époxydes :	12
1.6.	Synthèse des travaux epoxydation et hydroxylations :	12
1.7.	Conclusion :	17
Chapitre 2 : Méthodologies et protocoles expérimentaux.		
2.1	Introduction	18
2.2	Les caractéristiques physico-chimiques	18
2.2.1	Indice d'acidité	18
2.2.2	Indice d'oxirane :	19
2.2.3	L'indice d'iode	20
2.2.4	L'indice de réfraction (RI) :	21
2.2.5	Indice d'hydroxyle	21
2.2.6	Taux de conversion	22
2.2.7	Le pH :	23
2.2.8	Densité :	23
2.2.10	Humidité	24
2.3	Prétraitement de l'huile usagée	24

2.4	Méthodologie expérimentale de la synthèse d'huile époxydée	25
2.5	Méthodologie expérimentale de la synthèse de bio-polyol	26
2.5.1	Méthode 1	26
2.5.2	Méthode 2	27
2.6.	Les Analyses	28
2.7	Plan d'expériences	29
2.7.1	Le plan factoriel	29
2.7.2	Facteurs, intervalle de l'étude et plan d'expérience	29
2.7.3	Les réponses du plan	30
2.8	Chimie verte :	31
2.9	Conclusion	32
Chapitre 3 ; résultats et discussions.		
3.1	Introduction	33
3.2	Caractérisation des huiles de friture usagée avant l'utilisation	33
3.3	Synthèse en deux étapes	34
3.3.1	Synthèse et caractérisation de l'huile de soja époxydée	34
A.	Analyse par infrarouge	36
3.3.2	La synthèse et caractérisations de polyol	36
A.	Analyse par infrarouge	38
3.4.	Synthèse en une seule étape (one pot)	39
3.4.1.	La synthèse et caractérisations de polyol en one pot	39
A.	Essais préliminaires	39
3.5.	Le domaine d'étude du plan factoriel	40
3.5.1.	La réponse du Plan	41
3.5.2.	Modèles du plan factoriel	42
3.5.3.	Etude des effets des facteurs sur la réponse	44
3.6.	Optimisation des Conditions de Production one pot de Biopolyol à l'Aide de MINITAB Optimizer	46
3.6.1.	Les caractéristique de l'optimum	47
3.7.	Le bilan de la chimie verte	48
3.7.1.	Proposition pour l'amélioration du bilan par valorisation des sous-produits	48
3.8.	Exemples d'applications des produits obtenus	49
3.8.1.	En tant que polyuréthane biosourcé	49
3.8.2.	En tant que liquides visqueux	51
3.9.	Conclusion	52
2	Conclusion générale :	53
Rédérences bibliographiques.		
Annexe.		

Résumé

Cette étude explore la production de biopolyols à partir d'huile de friture usagée en utilisant deux méthodes : l'époxydation suivie de l'hydroxylation, et l'hydroxylation directe en une seule étape (one-pot). Un plan d'expérience factoriel a été mis en place pour optimiser les conditions de production, ce qui a permis de synthétiser et d'évaluer plusieurs types de biopolyols. Parmi les expériences réalisées, la 8ème expérience, avec tous les facteurs au niveau maximal, a été identifiée comme l'optimum avec un rendement de 79,5 % et les caractéristiques physico-chimiques suivantes : IOH= 231,010 mg de KOH/g, II = 5,2525 g d'I2/100 g, IR = 1,4783,

D = 0,9609 g/cm³, et pH = 6. La structure et la composition des biopolyols ont été confirmées par spectroscopie infrarouge à transformée de Fourier (FTIR). En plus, un bilan environnemental de 72 % a été obtenu, soulignant notre engagement envers la chimie verte. Les biopolyols produits (toute la gamme) avec des indices hydroxyl différents peuvent être utilisés pour fabriquer des mousses de polyuréthane à différentes propriétés et utilisations ainsi que des produits de nettoyage et de traitement de surface, démontrant leur potentiel à remplacer les produits conventionnels d'origine fossile et contribuant ainsi à une industrie chimique plus durable.

Mots clés

, huile époxydée , bio-polyol, one pot , époxydation ,hydroxylation , huile de soja usées Plan factoriel

ملخص

تهدف هذه الدراسة الى إنتاج البوليول من زيت القلي المستعمل باستخدام طريقتين: تفاعل الأوكسيد متبوعة بتفاعل الهيدروكسيل، والهيدروكسيلة المباشرة في خطوة واحدة (one-pot). تم وضع خطة تجربة لتحسين ظروف الإنتاج، مما أتاح تصنيع وتقييم عدة أنواع من البوليول. من بين التجارب التي أُجريت، تم تحديد التجربة الثامنة كتجربة مثالية، مع جميع العوامل عند المستوى الأقصى، حيث بلغ العائد 79.5% وكانت الخصائص الفيزيائية والكيميائية كما يلي IOH = 231.010 مج من KOH/جم، II = 5.2525 جم من I2/100 جم، IR = 1.4783، D = 0.9609 جم/سم³، و pH = 6. تم تأكيد تركيب وتكوين البوليول بواسطة مطيافية الأشعة تحت الحمراء بتحويل فورييه (FTIR) بالإضافة إلى ذلك، تم تحقيق تقييم بيئي بنسبة 72%، مما يؤكد التزامنا بالكيمياء الخضراء. يمكن استخدام البوليول المنتجة (بجميع أنواعها) ذات مؤشرات الهيدروكسيل المختلفة في تصنيع رغويات البولي يوريثان ذات خصائص واستخدامات متنوعة، بالإضافة إلى منتجات التنظيف ومعالجة الأسطح، مما يظهر إمكاناتها في استبدال المنتجات التقليدية ذات الأصل الأحفوري، وبالتالي المساهمة في صناعة كيميائية أكثر استدامة

الكلمات المفتاحية:

تحسين، زيت إيبوكسي، بيو-بوليول، خطوة واحدة، إيبوكسيدية، هيدروكسيلية، زيت فول الصويا المستعمل

Abstract

This study explores the production of biopolyols from used cooking oil using two methods: epoxidation followed by hydroxylation, and direct one-pot hydroxylation. A factorial experimental design was set up to optimize production conditions, enabling several types of biopolyols to be synthesized and evaluated. Among the experiments carried out, the 8th experiment, with all factors at maximum level, was identified as the optimum with a yield of 79.5% and the following physico-chemical characteristics: IOH= 231.010 mg KOH/g, II = 5.2525 g I2/100 g, IR = 1.4783, D = 0.9609 g/cm³, and pH = 6. The structure and composition of the biopolyols were confirmed by Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR). In addition, an environmental balance of 72% was achieved, underlining our commitment to green chemistry. The biopolyols produced (the whole range) with different hydroxyl numbers can be used to manufacture polyurethane foams with different properties and uses, as well as cleaning and surface treatment products, demonstrating their potential to replace conventional products of fossil origin and thus contributing to a more sustainable chemical industry.

Key words

, epoxidized oil, bio-polyol, one pot , epoxidation ,hydroxylation , used soybean oil Factorial design