

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE  
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



FACULTE de GÉNIE DES PROCÉDÉS

Département de GÉNIE CHIMIQUE

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

Mémoire de Master

Filière : Génie des Procédés

Spécialité : Génie Chimique

**ANALYSE DE L'EFFET DE TRANSFORMATION DE  
POLY(URETHANE/ISOCYANATE)  
THERMODURSSICABLE RENFORCÉ.**

Dirigé par:

**Dr. Zahir BAKIRI**

MCA

Présenté par :

**ABBOU Sana**

**KHEFIF Amira**

Année Universitaire 2021/2022

Session juin

Remerciements	I
Dédicaces	II
Sommaire	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Liste des acronymes et notations	VI
<b>Introduction Générale</b>	<b>01</b>

## **Chapitre 01 : Recherches bibliographiques**

1.1. Introduction	02
1.2. Histoire de polyuréthane	02
1.3. Les principaux types de polyuréthane	03
1.3.1. Les mousses rigides	03
1.3.2. Les mousses flexibles	03
1.3.3. Les élastomères PU	04
1.3.4. Dispersions de polyuréthane à base d'eau	05
1.4. Applications des polyuréthanes	05
1.5. Chimie des polyuréthanes (compositions):	05
1.5.1. Le polyol	06
1.5.1.1. Le polyéther polyol	07
1.5.1.2. Le Polyester polyol	07
1.5.2. L'isocyanate	09
1.5.3. Prépolymères	10
1.5.4. Additives	10
1.5.4.1. Les catalyseurs	10
1.5.4.2. Les allongeurs de chaîne	10
1.5.4.3. Les surfactants (tensioactif)	11
1.5.4.4. Les colorants	11
1.5.4.5. Les agents gonflants	12
1.6. Synthèse des polyuréthanes	12
1.7. Procédé de synthèse de polyuréthane	13
1.7.1. Méthode de synthèse du polyuréthane	13
1.7.2. Processus de synthèse en une étape	13
1.7.3. Processus de synthèse en deux étapes	13

## **Chapitre 02: Moyens expérimentaux**

2.1. Introduction	14
2.2. Les réactifs utilisés	14

2.2.1. Le polyol	14
2.2.2. L'isocyanate	15
2.2.3. L'agent gonflant (le cyclopentane)	16
2.3. Les matériaux et additifs utilisés	17
2.3.1. Le graphite expansé	17
2.3.2. L'extraction de la lignine	19
2.3.3. Le procédé de synthèse du polyuréthane	22
2.4. Autres additives	24
2.5. Tests de rétrécissement (shrinkage)	25

### **Chapitre 03 : Résultats et discussion**

---

3.1. Introduction	27
3.2. Plan expérimental pour la production de la mousse PU rigide	27
3.2.1. Plan d'expériences de la formation de la mousse PU rigide de base	27
3.2.2. Influence du tissu sur la réactivité de la mousse PUR	30
3.2.3. Influence de certains additives sur la rigidité de la mousse PU	32
3.2.3.1. Influence du mélange Bentonite/Graphite/Ca(OH) <sub>2</sub> sur la rigidité de la mousse PU	32
3.2.3.2. Influence du mélange Bentonite/Lignine/Ca(OH) <sub>2</sub> sur la rigidité de la mousse PU	34
3.2.3.3. L'influence du mélanges Bentonite/Lignine/Charbon/Ca(OH) <sub>2</sub> sur la rigidité de la mousse PU	36

### **Chapitre 04 : Modélisation des polyuréthanes**

---

4.1. Introduction	39
4.2. Etude cinétique de PUR	39
4.2.1. Le modèle mathématique de température	40
4.2.2. L'équilibre liquide-vapeur	42
4.3. conclusion	46
Conclusion générale	48
Références bibliographiques	50
Résumé	

## الملخص

عندما نتحدث عن العزل الحراري، كثيرا ما يرتبط بالرغوة العازلة رغوة البولي يوريثان، البولي يوريثان " لديه أفضل قوة عزل بين العوازل المعتادة. لذلك سيكون من المستحسن تحسينه بحيث يكون مقاومًا جدًا للضغط ومناسبًا لبيئة رطبة في نفس الوقت، ولهذا نقوم بإضافة مواد مختلفة مع تفاعل البلمرة الأساسي.

حاولنا في دراستنا تحديد أفضل ظروف لتصنيع البولي يوريثان الصلب من خلال تفاعل البوليول والإيزوسيانات مع وجود عامل النفخ السيكلوبنتان مع إضافة بعض المواد. ولتحقيق ذلك تمت دراسة درجة الحرارة، الارتفاع، نسبة الإيزوسيانات مع البوليول و السيكلوبنتان، تأثير المواد المضافة، اختبار الانكماش، حركية البلمرة. و هذا عن طريق إجراء مجموع من العمليات والأساليب لتحقيق دراستنا.

## الكلمات المفتاحية:

البولي يوريثان، العزل الحراري، البلمرة، الإضافات، الصلوية.

## Résumé

Lorsqu'on parle de l'isolation thermique, il est fréquemment fait mention de l'isolation avec la mousse polyuréthane (PU). Le PU possède le meilleur pouvoir isolant parmi les isolants usuels. Il sera donc très intéressant de l'améliorer pour qu'il soit très résistant à la compression et adapté en milieu humide au même temps, pour cela on mélange des différents additifs avec la réaction de base de polymérisation.

Dans notre étude nous avons essayé de déterminer les meilleures conditions de fabrication des polyuréthanes rigides en faisant réagir le polyol et l'isocyanate avec la présence de l'agent gonflant cyclopentane en ajoutant quelques additifs. Pour parvenir, la température, la hauteur de montée de mousse, le ratio, l'influence des additifs, le test de rétrécissement, la cinétique de polymérisation ont été étudiés. Un ensemble des procédés et des méthodes ont été faite pour la réalisation de notre étude.

## Mots clés :

Polyuréthane, isolation thermique, polymérisation, additifs, rigidité.