

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.