

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITÉ SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



Faculté de GÉNIE DES PROCÉDÉS
Département de GÉNIE CHIMIQUE

N° d'ordre : ...

Série : ...

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés

Spécialité : Génie Chimique

Influence de différents types d'agent d'expansion sur la stabilité des mousses rigides de polyuréthane : expérimentation et modélisation

Dirigé par :

Dr. Zahir Bakiri

MCA

Présenté par :

Ahmed Behalil Chahinez

Mébirouk Salsabila

Année Universitaire 2018/2019

Session juin

Sommaire

Remerciements	I
Dédicaces	II
Sommaire	III
Liste des figures	IV
Liste des tableaux	V
Notations et Acronymes	VI
Introduction générale	01
Chapitre I : Partie bibliographique	
I-1 Introduction	02
I-2 Historique des polyuréthanes	02
I-3 Matières premières	03
I-3-1 Isocyanates	04
I-3-2 Polyols	06
I-3-2-1 Polyéthers	06
I-3-2-2 Polyesters	07
I-4 Adjuvants	07
I-4-1 Catalyseurs	07
I-4-2 Allongeurs de chaîne	08
I-4-3 Agents d'expansion (agents gonflants)	09
I-4-3-1 Génération des gaz chimiques	10
I-4-3-2 Génération des gaz physiques	10
I-5 Domaine d'applications des polyuréthanes	11
I-5-1 Mousse rigide	12
I-5-2 Mousse flexible	12
I-5-3 Procédé RIM	13
I-5-3-1 Equipement du procédé RIM	13
I-5-3-2 Description du procédé RIM	14
I-6 Isolation thermique des PU	14
I-7 Recyclage du polyuréthane	15
I-7-1 Recyclage chimique	15
I-7-2 Recyclage mécanique	15
Références bibliographiques	17
Chapitre II : Moyens expérimentaux et matériels de caractérisation	
Partie 1 : Moyens expérimentaux	18
II-1-1 Introduction	18
II-1-2 Réactifs et produits utilisés	18
II-1-2-1 Isocyanate	18
II-1-2-2 Polyol	19
II-1-2-3 Agents d'expansion (agents gonflants)	20
II-1-3 Appareillage	21
II-1-4 Mode opératoire	22

Sommaire

Partie 2 : Matériels de caractérisation et techniques d'analyse	24
II-2-1 Facteur de rétrécissement (Shrinkage)	24
II-2-2 Spectroscopie Infrarouge (FT-IR)	25
II-2-3 Balayage Différentiel Calorimétrie (DSC)	26
II-2-4 Analyse Thermogravimétrie (ATG)	27
II-2-5 Déflexion de la Force de Compression (CFD)	28
Références bibliographiques	30
Chapitre III : Expérimentation et caractérisation	
Partie 1 : Formulation	31
III-1-1 Effet du ratio sur la réactivité de la réaction	31
III-1-2 Suivi de la température de la réaction	34
III-1-3 Suivi de la hauteur de montée de mousse	35
III-1-4 Suivi de la densité	36
III-1-5 Etude de l'influence du ratio sur la polymérisation	38
III-1-6 Etude de l'influence des régimes du processus de moussage	39
III-1-6-1 Suivi cinétique du polyuréthane en fonction du ratio	39
III-1-6-2 Suivi cinétique du polyuréthane en fonction de la densité	39
Partie 2 : Caractérisation de la mousse polyuréthane	41
III-2-1 Résultats de test de rétrécissement (shrinkage)	41
III-2-2 Résultats Spectroscopie Infrarouge (FT-IR)	44
III-2-3 Résultats de balayage Différentiel Calorimétrie (DSC)	49
III-2-4 Résultats d'Analyse Thermogravimétrie (ATG)	50
III-2-5 Résultats de test mécanique de compression (CFD)	52
Chapitre IV : Modélisation	
IV-1 Introduction	54
IV-2 Cinétique de la réaction polyuréthane	54
IV-2-1 Modèle cinétique	54
IV-2-1-1 Evolution du taux de conversion par rapport au temps	56
IV-2-1-2 Evolution du flux de chaleur en fonction de la température	57
IV-2-1-3 Evolution du taux d'avancement avec le taux de conversion	58
IV-2-2 Modèle auto-catalytique	60
IV-3 Méthodes iso-conventionnelles	60
IV-3-1 Méthode de Friedman	61
IV-3-2 Méthode intégrale	62
IV-3-2-1 Méthode d'Ozawa, Flynn et Wall	62
IV-3-2-2 Méthode de Kissinger, Akahira et Sunose (KAS)	63
IV-4 Etude comparative entre le modèle de Dimier et le modèle de conversion	65
IV-5 Conclusion	67
Références bibliographiques	68
Conclusion générale	69
Résumé	

Résumé

Ce travail est consacré à la synthèse, la caractérisation et la modélisation de polyuréthane rigide. Il a été préparé par une réaction d'addition entre l'isocyanate et le polyol avec l'utilisation des trois agents gonflants physique (C5, n-C5 et n-C6), qui tiennent compte sur les aspects environnementaux et législatifs.

L'objectif principal est d'étudier l'influence des agents gonflants sur la stabilité de la mousse rigide de polyuréthane. Pour ce faire, nous avons opté à une expérimentation qui joue sur certains paramètres influents la dispersion de la mousse polyuréthane tels que : le ratio, la température, la densité et la montée de mousse. Nous avons également effectué plusieurs techniques pour caractériser notre matériau telles que IRFT, DSC, ATG, CFD, et le shrinkage.

Nous avons présenté une comparaison entre les résultats obtenus par le modèle de Dimier qui étudie la cinétique de la polymérisation de polyuréthane avec celles obtenues par le modèle de conversion.

Mots clés : Polyuréthane, agents d'expansion, synthèse, caractérisation, modélisation.

خلاصة

هذا العمل يهدف الى صناعة ودراسة خصائص ونمذجة البولي يورثان، تم تحضيره بواسطة تفاعل بالإضافة بين الإيزوسيانات والبوليول مع استعمال عوامل الانتفاخ الثلاثة والذي يأخذ بعين الاعتبار الرجل والبيئة الهدف الرئيسي هو دراسة تأثير عوامل الانتفاخ على استقرار الرغوة الصلبة للبولي يورثان ومن أجل هذا قمنا باختيار تجربة تلعب على معايير معينة تؤثر على انتشار الرغوة مثل: النسبة، درجة الحرارة، الكثافة وارتفاع الرغوة.

قمنا أيضا بتنفيذ عدة تقنيات من أجل دراسة خصائص مادتنا مثل:

(Shrinkage و CFD، ATG، DSC، IRTF)

قمنا بإجراء نوع من المقارنة بين النتائج التي تم الحصول عليها بواسطة نموذج ديمير الذي يدرس حركية البلمرة للبولي يورثان مع تلك التي تم الحصول عليها بواسطة نموذج التحويل.

مفاتيح البحث: البولي يورثان، عامل التوسعة، التركيب، الخصائص، التصميم