

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

**UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3**



**FACULTE DE GENIE DES PROCEDES**

**DEPARTEMENT DE GENIE PHARMACEUTIQUE**

N° d'ordre :... ..

Série :... ..

**Mémoire de Master**

**Filière : Génie des procédés**

**Spécialité : Génie Pharmaceutique**

**MODELISATION DE LA SOLUBILITE DE  
L'HUILE DE TOURNESOLE DANS LE  
CO<sub>2</sub> SUPERCRITIQUE**

Dirigé par:

**Mme HALOUI Ismahane**

Présenté par :

**KHALFALLAH Nesrine**

**KHENFOUSSI Farah**

**FAATIT Maroua**

Année Universitaire 2019/2020.

Session : (septembre)

<b>Introduction générale .....</b>	<b>1</b>
------------------------------------	----------

## **Chapitre I : Recherche bibliographique**

<b>Partie 1 : les fluides supercritiques .....</b>	<b>3</b>
----------------------------------------------------	----------

Introduction.....	3
Définition des fluides supercritiques .....	3
Propriétés des fluides supercritique .....	4
Le CO <sub>2</sub> supercritique .....	5
Application des fluides supercritiques.....	6
Extraction par fluide supercritique.....	7
Principe d'extraction.....	9

<b>Partie 2 : l'huile de tournesol et sa composition .....</b>	<b>10</b>
----------------------------------------------------------------	-----------

Définition de l'huile de tournesol.....	10
Utilisation.....	10
Composition.....	11
Conclusion .....	14
Bibliographies .....	15

## **Chapitre II: Modélisation Thermodynamique.**

Introduction.....	17
Equilibre de phase solide-liquide .....	17
Solubilité dans les fluides supercritiques.....	18
Les équations d'Etat.....	19
Les règles de Mélange.....	22
Paramètre d'interaction binaire $K_{ij}$ .....	23
Le coefficient de fugacité .....	23
Estimation des propriétés thermodynamique.....	23
Méthode de Joback et Reid pour l'estimation des propriétés critiques .....	23
Estimation du facteur acentrique (méthode de Lee Kesler).....	24
Détermination du volume molaire à saturation (méthode Rackett).....	26
Détermination de la pression à saturation (méthode de Riedel).....	27
Conclusion .....	28
Bibliographies .....	29

## **Chapitre III : Résultats et discussions**

Introduction.....	32
III.1 Calcul de pression critique, température critique et le facteur acentrique .....	32
III .2 Exemple de calcul des propriétés physiques du l'acide linoléique .....	33
Calcul de la pression et température critiques ( $P_c$ , $T_c$ ).....	33

Calcul du facteur acentrique.....	35
Calcul du volume molaire à la saturation .....	35
Calcul de la pression à saturation .....	37
III.3 Modélisation de la solubilité .....	38
Conclusion .....	43
Bibliographies .....	44
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>45</b>
<b>Annexe.....</b>	<b>47</b>

## Liste des Tableaux

Tableau 1.1 Propriétés de différents corps pur à l'état supercritiques utilisé en l'industrie .....	6
Tableau 1.2 : Comparaison des propriétés des fluides supercritiques, des liquides et des gaz...	6
Tableau 1.3 : Domaine d'applications du CO <sub>2</sub> supercritique.....	8
Tableau 1.4 : composition d'huile et propriétés physiques .....	13
Tableau 2.5 : Paramètres des équations d'état utilisées .....	22
Tableau 3.1 : Sommations des contributions des groupes.....	31
Tableau 3.2 : Propriétés critiques des acides gras constituant l'huile de Tournesol .....	32
Tableau 3.3 : Calcul du facteur acentrique des Acides gras.....	33
Tableau 3.4 : Tableau 3.4: Calcul du volume molaire à la saturation des Acides gras .....	34
Tableau 3.5 : Calcul les paramètres de la pression à saturation. ....	35
Tableau 3.6 : Calcul de la pression à saturation des Acides gras .....	36
Tableau 3.7 : Les valeurs des kij .....	39
Tableau 3.8 : Les valeurs de facteur de compressibilité Z.....	39
Tableau 3.9 : Calcul des solubilités de l'huile de Tournesol dans le CO <sub>2</sub> Supercritique .....	40
Tableau 3.10 : Déviations en pourcentage entre les résultats expérimentaux et prédit .....	41

## Liste des figures

Figure 1.1 : Diagramme de phases d'un corps pur .....	5
Figure 1.2 : Diagramme schématique de l'extracteur de fluide supercritique .....	10
Figure 2.3 : Variation de la masse volumique du CO <sub>2</sub> en fonction de la pression et de la température .....	20
Figure 3.1 : Organigramme de calcul de la solubilité dans un fluide supercritique .....	35

## ملخص :

تهدف هذه الأطروحة إلى نمذجة قابلية ذوبان زيت عباد الشمس في حقل الضغط العالي بواسطة سائل فوق الحرج

( $\text{CO}_2$  فوق الحرج)

الذي يصف مبدأ الاستخراج فوق الحرج ، لتحديد قابلية الذوبان المستخدمة لإحدى المعادلات دالة التكميلية الكثر. استخدمنا نموذجاً يتطلب تطبيق هذه المعادلات لتحديد Vander-Wals والتي تم دمجها مع قواعد الخلط الخاصة بـ Peng-Robinson حالة الخصائص

الديناميكية الحرارية والتوازن بين المراحل (الصلابة-السائلة). تم تسجيل الحسابات في برنامج لغة نورنران ومقارنتها

بالقيم التجريبية ، والتي قدمت نتائج مرضية ومقبولة

الكلمات المفتاحية: الضغط العالي، الذوبانية، قواعد المزج، خصائص الديناميكية الحرارية، سائل فوق حرج

## Résumé :

Ce mémoire vise à modéliser la solubilité de huile de tournesol dans le domaine à haute pression par un fluide supercritique (  $\text{CO}_2$  supercritique ) , pour la détermination on a utilisé une équations d'état cubique celle de Peng-Robinson combinée avec la règle de mélange de Vander-Wals. l'application de ces équation nécessite de déterminé les propriétés thermodynamique et l'équilibre entre les phases (solide-liquide) .ces calculs ont été enregistrés dans un programme en langue de Fortran et comparé à des valeur expérimentale, ce qui a fourni des résultats satisfaisants et acceptable.

Mots clés : haute pression, solubilité, règles de mélange, propriétés thermodynamiques, fluide supercritique