

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

UNIVERSITE SALAH BOUBNIDER CONSTANTINE 3



FACULTE DE GENIE DES PROCÉDES

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
CO₂ SUPERCRITIQUE**

Dirigé par:

Mme HALOUI Ismahane

Présenté par :

KHALFALLAH Nesrine

KHENFOUSSI Farah

FAATIT Maroua

Année Universitaire 2019/2020.

Session : (septembre)

| | |
|------------------------------------|----------|
| Introduction générale | 1 |
|------------------------------------|----------|

Chapitre I : Recherche bibliographique

| | |
|--|----------|
| Partie 1 : les fluides supercritiques | 3 |
|--|----------|

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

| | |
|--|-----------|
| Partie 2 : l'huile de tournesol et sa composition | 10 |
|--|-----------|

| | |
|---|----|
| 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 |
| Conclusion générale | 45 |
| Annexe..... | 47 |

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 ₂ 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 ₂ 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 ₂ 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

(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 (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