

**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.**

**OPTIMISATION ET ANALYSE EXERGETIQUE DU**  
**SYSTEME DE REFRIGERATION A COMPRESSION DE**  
**VAPEUR PAR LE LOGICIEL EES**

**Dirigé par:**  
**Dr. DJEZZAR Souad**

**Présenté par :**  
**Boucenna Farida**  
**Boudjelal EL Batoul**

**Année Universitaire 2021/2022**

**Session : juin**

TABLE DE MATIER

<b>1</b>	<b>Introduction:</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Historique du froid :</b> .....	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>Application industrielle du froid :</b> .....	<b>4</b>
3.1	Application du froid en industrie pharmaceutique .....	4
3.1.1	Définition de la chaîne du froid .....	4
3.1.2	Lyophilisation .....	5
3.1.3	Emballage .....	6
3.1.4	Le transport et le stockage des médicaments .....	6
3.2	Production du froid.....	7
3.3	Modes de production du froid .....	7
3.4	Machines production du froid .....	8
3.4.1	Système à absorption .....	8
3.4.2	System à compression de vapeur à simple effet .....	9
<b>4</b>	<b>Machine à compression de vapeur à simple effet objectif de cette étude .....</b>	<b>13</b>
<b>5</b>	<b>Fluides frigorigènes .....</b>	<b>14</b>
5.1	Introduction .....	14
5.2	Définition .....	15
5.3	Nomenclature des fluides frigorigènes.....	15
5.4	classification des fluides frigorigène.....	16
5.5	Critère de choix d'un fluide frigorigène.....	17
5.6	Couche de zone .....	18
5.7	Effet de serre .....	19
5.8	Fluide utilisé dans ce travail.....	20
<b>6</b>	<b>Conclusion .....</b>	<b>21</b>
<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>23</b>
<b>2</b>	<b>Analyse thermodynamique .....</b>	<b>23</b>
2.1	Diagramme de Mollier (P-H) .....	23
2.2	Cycle de Carnot : .....	24
2.3	Les cycles frigorifiques .....	24
2.3.1	Cycle théorique .....	25
2.3.2	Cycle parfait.....	25
2.3.3	Cycle réel .....	25

2.4	Bilans énergétiques du système frigorifique à simple effet .....	26
2.4.1	Bilans individuels : .....	27
2.4.2	Bilan global.....	29
2.4.3	Compression réelle : .....	30
<b>3</b>	<b>Analyse exergetique.....</b>	<b>32</b>
3.1	Energie, exergie et anergie :.....	32
3.1.1	Définition : .....	32
3.2	Bilans exergetique d'un système ouvert.....	32
3.3	Bilans exergetique d'un système à compression de vapeur .....	33
3.3.1	Bilans sur les composants du cycle à compression de vapeur .....	34
<b>4</b>	<b>Logiciel Engineering Equation Solver EES Version 9.430 .....</b>	<b>37</b>
4.1	Menu file .....	39
4.2	Menu option .....	39
4.2.1	La fenêtre du système d'unité :.....	40
4.3	Menu tables : .....	40
4.4	Menu plots :.....	41
4.5	Menu Windows : .....	41
4.6	Menu calculate : .....	42
<b>5</b>	<b>Conclusion :.....</b>	<b>42</b>
<b>1</b>	<b>Introduction .....</b>	<b>45</b>
<b>2</b>	<b>Etude paramétrique .....</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>Etude énergétique du cycle compression de vapeur à simple effet avec le R134a.....</b>	<b>45</b>
3.1	Influence des paramétrés sur la performance du cycle à simple effet.....	46
3.2	Influence de rendement effectif sur le COP et Puissance frigorifique consommée par compresseur de R134a .....	47
3.3	Influence de pression d'évaporation sur puissance frigorifique du R134a. ....	48
3.4	Influence de pression d'évaporation sur le COP et l'énergie absorbée par le compresseur.....	49
<b>4</b>	<b>Etude exergetique du cycle à compression de vapeur à simple effet .....</b>	<b>51</b>
4.1	Etude exergetique du cycle à compression de vapeur à simple .....	51
4.1.1	Influence de pression d'évaporation sur l'exergie total de R134a.....	52
4.1.2	Influence de pression de l'évaporation sur le COP et le rendement exergetique de R134a. ....	53
4.1.3	Influence de pression de condensation sur exergie total détruite de R134a .....	54
4.2	Etude exergetique comparative des fluides R <sub>134a</sub> et R <sub>290</sub> circulant dans le cycle à compression de vapeur à simple effet. ....	56

4.2.1	Influence de pression d'évaporation sur l'exergie totale détruite de R134a et R290	57
4.2.2	Influence de la pression d'évaporation sur les performances COP des deux fluides R134a et R290 .....	58
4.2.3	Influence de pression d'évaporation sur le rendement exergetique.....	58
4.2.4	Influence de pression de condensation sur l'exergie totale détruite .....	59
4.2.5	Influence de pression de condensation sur le COP du R134a et du R290.....	60
4.2.6	Influence de pression de condensation sur le rendement exergetique .....	60
<b>5</b>	<b>Conclusion:</b> .....	<b>61</b>
<b>6</b>	<b>Bibliographie</b> .....	<b>65</b>

## Résumé

Le travail effectué est la simulation et l'analyse énergétique et exergetique de la machine frigorifique à compression de vapeur à simple effet fonctionnant avec les fluides R134a et R290 comme réfrigérants.

Une optimisation des paramètres de l'étude comme l'exergie détruite dans chaque composant du système frigorifique et l'exergie totale détruite, est faite. Le coefficient de performance et le rendement exergetique sont déterminés. Une étude comparative entre le R 134 et le R 290 est réalisée, ainsi qu'une comparaison avec des travaux issus de la littérature.

La simulation est faite avec le logiciel EES, basé sur les conditions opératoires choisies, Il faut envisager à l'avenir d'utiliser des fluides purs ou des mélanges de fluides frigorigènes non nocifs pour l'environnement.

Mots clés :

Machine de réfrigération, coefficient de performance, exergie, industrie pharmaceutique.

## الملخص

العمل الذي تم تنفيذه هو المحاكاة و تحليل للطاقة والإجهاد لآلة وحدة التبريد بضغط بخار أحادي التأثير تعمل بالسوائل R134a و R290 كمبردات. سمحت لنا هذه المحاكاة من تحسين معاملات الدراسة مثل الإجهاد الذي تم تدميره في كل مكون من نظام التبريد وإجمالي الطاقة المدمر, معامل الأداء و تحديد كفاءة exergy. كما أجريت دراسة مقارنة بين المبردين R 134 و R 290, وكذلك مقارنة مع دراسات سابقة. يتم إجراء المحاكاة باستخدام برنامج EES, بناءً على الشروط التجريبية المختارة, يجب النظر في المستقبل إلى استخدام السوائل النقية أو مخاليط المبردات غير ضارة بالبيئة.

## الكلمات المفتاحية

آلة التبريد, معامل الأداء, الطاقة, المبردات, صناعة الأدوية