

**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**

**SIMULATION ET CALCUL DE LA PERFORMANCE DU
SYSTEME DE REFRIGERATION BI-ETAGEE A INJECTION
PARTIELLE PAR LE LOGICIEL EES**

Dirigé par:

Dr. DJEZZAR Souad

Présenté par :

HANNACHI Roumaissa

KIROUANI Nour El Houda

ZIBOUCHE Sara

Année universitaire 2021/2022

Session juin

Table des matières

Table des matières	i
Liste des figures	i
Liste des tableaux	i
Nomenclature.....	i
Introduction générale.....	1
CHAPITRE 1 : Bibliographie sur le froid et les machines de réfrigération.....	2
1.1 Introduction	2
1.2 Historique de froid.....	2
1.3 Applications industrielles du froid	3
1.4 Froid en pharmaceutique	3
1.4.1 Chaîne de froid	3
1.4.2 Conséquences de la rupture de la chaîne de froid.....	3
1.4.3 Transport et stockage.....	4
1.4.4 Température de conservation des médicaments	4
1.5 Mode de production de froid	5
1.6 Machines productrices du froid	6
1.6.1 Système à compression de vapeur à simple effet.....	6
1.6.2 Système à compression de vapeur à double effet	10
1.6.3 Système à absorption	11
1.6.4 Cycle à compression de vapeur à double effet à injection partielle étudié.....	12
1.7 Fluides de réfrigération.....	15
1.7.1 Définition.....	15
1.7.2 Nomenclature et classification.....	15
1.7.3 Critères de choix d'un fluide frigorigène.....	17
1.7.4 Critères liés à l'environnement.....	18
1.7.4.1 Couche d'ozone ODP (Ozone Depletion Potential)	18
1.7.4.2 L'effet de serre GWP (Global Warming Potential).....	19
1.7.5 Fluides utilisés dans cette étude.....	20
1.7.5.1 Le fluide R ₇₁₇	20
1.7.5.2 Le fluide R _{404a}	21
1.8 Conclusion	22

CHAPITRE 2 : Modélisation et optimisation du cycle à compression à double effet	23
2.1 Introduction	23
2.2 Etude énergétique de la machine de base	23
2.2.1 Diagramme de Mollier (P-H)	23
2.2.2 Cycles à compression mécanique de vapeur	24
2.2.2.1 Cycle de Carnot (T-S)	25
2.2.2.2 Cycle réel de réfrigération	26
2.3 Bilans énergétiques du système frigorifique à simple effet.....	27
2.3.1 Bilan sur chaque élément du circuit	28
2.3.1.1 Bilan énergétique sur l'évaporateur	28
2.3.1.2 Bilan énergétique sur le compresseur.....	29
2.3.1.3 Bilan dans le condenseur.....	30
2.3.1.4 Bilan dans le détendeur	30
2.3.2 Bilan global	31
2.4 Bilan énergétique du cycle à compression de vapeur à double effet.....	32
2.5 Description du logiciel EES	34
2.6 Objectifs	34
2.7 Règles du logiciel	35
2.8 Méthode d'utilisation du logiciel.....	35
2.9 Conclusion.....	39
CHAPITRE 3 : Résultats et discussion	40
3.1 Introduction	40
3.2 Étude paramétrique.....	40
3.2.1 Conditions opératoires	40
3.2.2 Etude des cycles mono étagés et bi étagé avec le fluide R ₇₁₇	41
3.2.2.1 Calcul des caractéristiques thermodynamiques et paramètres des cycles mono-étagé et bi-étagé avec le R ₇₁₇	41
3.2.2.2 Influence de la température intermédiaire sur les températures de refoulement du système bi-étagé avec le R ₇₁₇	43
3.2.2.3 Influence de la température d'évaporation sur la performance des cycles mono et bi-étagée	45
3.2.2.4 Influence de la température de condensation sur la performance des cycles mono et bi-étagée	46

3.2.3	Etude de cycle mono étagée et bi étagée avec le fluide R _{404a}	47
3.2.3.1	Calcul des caractéristiques thermodynamiques et paramètres des cycles mono-étagé et bi-étagée avec le R _{404a}	47
3.2.3.2	Influence de la température d'évaporation sur la performance des cycles mono et bi-étagée	49
3.2.3.3	Influence de la température de condensation sur la performance des cycles mono et bi-étagée	50
3.2.4	Etude comparative des deux fluides circulant dans les deux types de cycles	50
3.2.4.1	Calcul des caractéristiques thermodynamiques et paramètres des deux fluides circulant dans le cycle à simple effet	50
3.2.4.2	Calcul des caractéristiques thermodynamiques et paramètres des deux fluides circulant dans le cycle à double effet.....	51
3.2.4.3	Influence de la température d'évaporation sur la performance des deux fluides circulant dans le cycle à double effet.....	51
3.2.4.4	Influence de la température d'évaporation sur la température de refoulement de l'étage supérieur (T_{4is}) du R _{404a} et du R ₇₁₇	52
3.2.4.5	Influence du taux de compression sur le COP _{is} des fluides R _{404a} et du R ₇₁₇ circulant dans le cycle double effet avec les deux fluides.....	53
3.2.4.6	Influence du rendement effectif sur la puissance effective des fluides R _{404a} et du R ₇₁₇ circulant dans le cycle simple et double effet	54
3.2.4.7	Influence de la température de condensation sur le COP des fluides R _{404a} et du R ₇₁₇ circulant dans les cycles mono et b-étagée	55
3.3	Conclusion.....	56
	Conclusion générale	57

Résumé

Le travail réalisé concerne la simulation de la machine à compression de vapeur à double effet à injection partielle fonctionnant avec le R₇₁₇ par le logiciel EES.

Nous avons mené une étude comparative sur la machine à simple effet et la machine à double effet, fonctionnant avec le R₇₁₇ et le R_{404a}, les résultats obtenus montrent que la machine bi-étagée est plus performante à générer un refroidissement négatif à une température de l'ordre de (-30°C).

La comparaison des fluides R₇₁₇ et R_{404a}, montre que le R₇₁₇ est plus performant dans le cycle mono-étagé, également dans le cycle bi-étagé le R₇₁₇ indique une supériorité de la performance (COP) sur le R_{404a}, cependant ce dernier présente une consommation d'énergie plus faible, par conséquent on recommande l'utilisation du R₇₁₇, avec les deux cycles, surtout qu'il a l'avantage d'être un fluide naturel non nocif pour l'environnement.

Mots clés

Refroidissement négatif, fluide frigorigènes, performance, machine frigorifique.

ملخص

يتعلق العمل الذي تم تنفيذه بمحاكاة آلة ضغط البخار ذات التأثير المزدوج بالحقن الجزئي والتي تعمل مع R₇₁₇ بواسطة برنامج EES.

لقد أجرينا دراسة مقارنة للألة ذات التأثير الفردي والألة ذات التأثير المزدوج، والتي تعمل مع R₇₁₇ و R_{404a}، وأظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن الألة ذات المرحلتين أكثر كفاءة في توليد التبريد السلبي عند درجة حرارة (-30 درجة مئوية).

تُظهر المقارنة بين سائل R₇₁₇ و R_{404a} أن R₇₁₇ أكثر كفاءة في دورة المرحلة الواحدة، وأيضًا في الدورة المكونة من مرحلتين R₇₁₇ إلى أداء متفوق (COP) فوق R_{404a}، ومع ذلك فإن الأخير لديه استهلاك أقل وطاقة أقل، لذلك نحن نوصي باستخدام R₇₁₇ مع كلتا الدورتين، خاصة أنه يتميز بكونه سائلًا طبيعيًا غير ضار بالبيئة.

الكلمات المفتاحية