

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة محمد البشير الإبراهيمي - برج بوعريريج

Université de Mohamed El-Bachir El-Ibrahimi - Bordj Bou Arreridj

Faculté des Sciences et de la technologie

Département de ELECTROMICANEQUE

## Mémoire

PRÉSENTÉ POUR L'OBTENTION

### LE DIPLÔME DE MASTER

FILIERE : Électromécanique

Spécialité : Électromécanique

Développement d'un système de climatisation et de refroidissement  
de l'eau potable

❖ Présenter par :

- ✓ Manaa Oussama.
- ✓ Herem Riad.
- ✓ Boukhattala Abd Elhakim.

➤ Soutenus de le : 03 /07 / 2023

☞ Devant le Jury composé de :

Nom & Prénom	Grade	Qualité	Etablissement
Dr. ABDERRAHIM REFFAS	MCA	Président	Univ-BBA.
Dr. BENNIA ABDERAZAK	MCA	Encadreur	Univ-BBA.
Dr. SAKHARA SAADI	MCB	Examineur	Univ-BBA.

Année Universitaire 2022 / 2023

## *Dédicaces*

**Je dédie ce travail aux à mon père et à  
ma mère pour les sacrifices qu'ils ont  
consentis, à mes frères et à ma famille et à  
tous mes amis proches, et je dédie comme  
un hommage particulier à moi-même.**

 **Oussama. Manaa**

## *Dédicaces*

Je dédie ce travail aux deux personnes  
les plus chères au monde qui sont nos  
parents, et à nos frères et sœurs, et à la  
femme de mon frère, et à tous nos amis  
proches et camarades de classe.

***Herem. Riad***

*Dédicaces*

Je dédie ce travail aux deux personnes  
les plus chères au monde qui sont nos  
parents, et à nos frères et sœurs, et à tous  
nos amis proches et camarades de classe.

*Boukhattala Abd Elhakim.*

## Remerciements

*Louange à « Allah », le Tout-Puissant, et prières et salutations sur le prophète Mohamed. Nous tenons à exprimer notre gratitude envers « Allah » qui nous a accordé la force et la capacité nécessaires pour accomplir ce travail, et c'est grâce à Lui que nous avons atteint ce niveau.*

*Nous souhaitons également remercier chaleureusement notre précieux superviseur, le Dr Bennia Abderrazak, pour sa présence continue et ses précieux conseils.*

*Nous aimerions également exprimer notre gratitude à toutes les personnes qui ont contribué directement ou indirectement à la préparation de ce travail, en particulier nos enseignants qui nous ont soutenus et conseillés, Dr SAADI SAKHARA et Dr KHENFER RIAD, nous les remercions pour leur aide et leurs précieux conseils.*

*Nous souhaitons également remercier tous nos amis et collègues du département d'électromécanique, ainsi que tous ceux qui nous ont donné la force d'avancer, nous dédions ce travail à vous tous, nous tenons également à remercier tous les enseignants du département électromécanique de l'Université Mohamed El Bachir El Ibrahimy de Bordj Bou Arreridj, en particulier les membres du jury de travail, nous vous remercions tous.*

## Liste des tableaux

Tableau I.1: Classification des Fluides inorganique pure .....	- 23 -
Tableau I.2: Classification des fluides hydrocarbures .....	- 24 -
Tableau I.3: Fluides Chlorofluorocarbures .....	- 24 -
Tableau I.4: Classification des fluides Hydro chlorofluorocarbures .....	- 25 -
Tableau I.5: Classification des fluides hydrofluorocarbures .....	- 25 -
Tableau I.6: Autres fluides .....	- 26 -
Tableau I.7: Classification des fluides frigorigènes en groupes de sécurité et l'inflammabilité . .....	- 28 -
Tableau I.8: Classification des composés inorganiques en groupes de sécurité et l'inflammabilité .....	- 28 -
Tableau I.9: Classification des composés organiques en groupes de sécurité et l'inflammabilité .....	- 29 -
Tableau I.10: Classification des Hydrocarbures halogènes en groupes de sécurité et l'inflammabilité .....	- 29 -
Tableau II.1: Classification des turbomachines selon la nature de fluide . .....	- 18 -
Tableau III.1 : Caractéristiques des types de compresseur hermétique.....	- 35 -
Tableau III.2 : spécification générale de système de climatisation et refroidissement par l'eau potable.....	- 52 -

## Liste des figures

Figure I.1: Représentation d'un cycle frigorifique .....	- 4 -
Figure I.2 : Schéma du cycle de machine frigorifique . .....	- 5 -
Figure I.3 : Compresseur semi-hermétique à piston .....	- 6 -
Figure I.4 : Schéma Compresseur à vis compresseur scroll (source Copland) . .....	- 7 -
Figure I.5 : Schéma condenseur .....	- 7 -
Figure I.6 : Schéma détenteur .....	- 8 -
Figure I.7 : Schéma évaporateur .....	- 8 -
Figure I.8 : Composant de fluide frigorigène .....	- 13 -
Figure II. 1: Roue d'une turbomachine radiale .....	- 19 -
Figure II. 2: Roue d'une turbomachine axiale .....	- 19 -
Figure II. 3: Roue d'une turbomachine mixte . .....	- 19 -
Figure II. 4: Ventilateur axial et ventilateur centrifuge. ....	- 21 -
Figure II. 5: Ventilateur axial .....	- 21 -
Figure II. 6: Déplacement d'air produit par ventilateur axial .....	- 22 -
Figure II. 7: Système de diffusion par mélange . .....	- 26 -
Figure II. 8: Système de diffusion par déplacement d'air . .....	- 27 -
Figure II. 9: Système de diffusion par déplacement d'air . .....	- 28 -
Figure II. 10: Principe de la convection thermique . .....	- 31 -
Figure II. 11: Schéma du transfert de chaleur conductif . .....	- 34 -
Figure III.9 : Dimensions de compresseur .....	- 36 -
Figure III.10 : Compresseurs hermétiques .....	- 37 -
Figure III.11 : Photo de d'évaporateurs de machinés. ....	- 38 -
Figure III.12 : Condenseur de la machine. ....	- 39 -
Figure III.13 : Filtre de la machine .....	- 40 -
Figure III.14 : Détendeur de machine. ....	- 41 -
Figure III.15 : Valve de compresseur. ....	- 42 -
Figure III.16 : Ventilateur axial. ....	- 43 -
Figure III.17 : Tampon de cellulose de refroidissement par évaporation. ....	- 44 -
Figure III.18 : Thermostat de machine .....	- 45 -
Figure III.19 : Tuyaux de station d'eau de climatiseur. ....	- 45 -
Figure III.20: Pompe centrifuge. ....	- 46 -
Figure III.21 : Petite ventilateur de compresseur. ....	- 47 -
Figure III.22 : Robinet d'eau. ....	- 47 -
Figure III.23. Appareil de commande de machine. ....	- 48 -
Figure III.24 : schéma de commande de machine. ....	- 49 -
Figure III.25 : spécification générale de système .....	- 51 -

## **Abbreviations**

**CVC** : Chauffage Ventilation et Climatisation

**CFC** : Chlorofluorocarbures

**HCFC** : Hydro chlorofluorocarbures

**HFC** : Hydrofluorocarbures

**HVAC** : Heating ,Ventilation and air condition

**ODP** : Ozone Depletion Potential

**GWP** : global warming potential

## ❖ ملخص

الهدف من هذه المذكرة هو تطوير نظام جديد لتكييف الهواء وتبريد مياه الشرب، حيث انه تم انجاز النموذج التجريبي، حسب دراسته بهدف تحسين كفاءته. النظام يستخدم دورة تبريد لتبريد ماء الشرب وكذلك الهواء، مما يوفر راحة حرارية وماء ملائم للشرب بعد خلط الماء باردة وساخنة المنتج من طرف هذا الجهاز. يناسب استخدامه في المنازل والأماكن التجارية والصناعية، وخاصة في المكاتب. تصميمه الحديث والهجين يحسن تدفق الهواء ويسهل توجيهه. يستخدم الماء المبرد بواسطة المبخر في دورة التبريد لتبريد الهواء وهذا بعد تبريد وسائد التبريد الورقية المثبتة في أسفل الجهاز، مما يقلل من انتشار الملوثات والفيروسات لأنه يعتمد على تقنية انتقال الهواء وليس مزجه. كما أنه أكثر هدوءاً من الأنظمة الأخرى ويحتوي على نظام تحكم عن بعد عبر "ريموت". يعتبر هذا النظام فعالاً من حيث استهلاك الطاقة الكهربائية، مما يقلل من تكاليف الكهرباء. ويحترم البيئة كذلك. كما يسهل الوصول إلى مكوناته لتسهيل عملية الصيانة وتنظيف مكوناته وهذا لضمان عمر طويل للنظام وبذلك الحفاظ على كفاءته.

## ❖ Résumé

L'objectif de ce mémorandum est de développer un nouveau système de climatisation et de refroidissement de l'eau potable et le modèle expérimental, selon son étude, a été achevé afin d'améliorer son efficacité. Le système utilise un cycle de refroidissement pour refroidir l'eau potable ainsi que l'air, offrant un confort thermique et une eau potable confortable après le mélange d'eau froide et chaude produite par cet appareil. Il convient à une utilisation dans les maisons, les bâtiments commerciaux et industriels, en particulier dans les bureaux. Son design moderne et hybride améliore la circulation de l'air et est facile à diriger. L'eau refroidie par l'évaporateur est utilisée dans le cycle de refroidissement pour refroidir l'air et c'est après refroidissement des tampons de refroidissement en papier installés au bas de l'appareil, ce qui réduit la propagation des polluants et des virus, car il est basé sur la technologie de transfert d'air, ne le mélangez pas. Il est également plus silencieux que les autres systèmes et dispose d'une télécommande via une "télécommande". Ce système est considéré comme efficace en termes de consommation d'énergie électrique, ce qui réduit les coûts d'électricité. Ils respectent également l'environnement. Il est également facile d'accéder à ses composants pour faciliter la maintenance et le nettoyage de ses composants, afin d'assurer une longue durée de vie du système et ainsi maintenir son efficacité.

# Sommaire

Introduction générale.....	- 1 -
I.1 Introduction.....	- 3 -
I.2 Fluides frigorigènes .....	- 3 -
I.3 Machines frigorifiques.....	- 4 -
I.3.1 Rôle Machine frigorifique .....	- 4 -
I.3.2 Machine frigorifique par compression mécanique .....	- 5 -
I.3.2.1 Compresseur.....	- 6 -
I.3.2.2 Condenseur :.....	- 7 -
I.3.2.3 Détendeur .....	- 7 -
I.3.2.4. Evaporateur .....	- 8 -
I.4 Types fluides frigorigènes utilisés .....	- 8 -
I.4.1 Fluides inorganiques purs .....	- 9 -
I.4.2 Fluides hydrocarbures.....	- 9 -
I.4.3 Fluides hydrocarbures halogènes.....	- 10 -
I.4.4 Famille des autres fluides .....	- 12 -
I.5 Série des fluides frigorigènes.....	- 12 -
I.5.1 Série R400 .....	- 12 -
I.5.2 Série R500 .....	- 12 -
I.5.3 Série R600 .....	- 13 -
I.5.4 Série R700 .....	- 13 -
I.6 Classification des fluides frigorigènes en groupe de sécurité.....	- 13 -
I.7 Classement de l'inflammabilité des fluides frigorigènes .....	- 14 -
I.7.1 Compose inorganique .....	- 14 -
I.7.2 Compose Organique .....	- 14 -
I.8 Critères de choix d'un fluide frigorigène.....	- 15 -

I.9	Conclusion .....	- 16 -
II.1	Introduction.....	- 17 -
II.2	Définition des turbomachines .....	- 17 -
II.2.1.	Classification des turbomachines .....	- 17 -
II.2.2.	Ventilateur axial .....	- 20 -
II.2.3.	Différents types de ventilateurs.....	- 20 -
II.2.4.	Composants du ventilateur .....	- 21 -
II.2.5.	Principe de fonctionnement d'un ventilateur axial .....	- 22 -
II.2.6.	Utilisations des ventilateurs axiaux.....	- 22 -
II.2.7.	Avantages et inconvénients des ventilateurs axiaux .....	- 23 -
II.2.7.a	Avantages .....	- 23 -
II.2.7.b	Inconvénient .....	- 23 -
II.3	Systèmes de climatisation.....	- 23 -
II.3.1.	Définition .....	- 23 -
II.3.2.	Critères de confort.....	- 24 -
II.3.2.a	Stratification .....	- 24 -
II.3.2.b	Courant d'air .....	- 24 -
II.3.2.c	Niveau sonore.....	- 25 -
II.3.2.d	Qualité d'air .....	- 25 -
II.3.3.	Types de diffusions .....	- 25 -
II.3.3.a	Diffusion par mélange .....	- 25 -
II.3.3.b	Diffusion par déplacement d'air .....	- 26 -
II.4	Système CVC.....	- 28 -
II.4.1	Définition de système CVC .....	- 28 -
II.4.2.	Composants de système CVC .....	- 28 -

II.4.2.a	Echangeur de chaleur .....	- 28 -
II.4.2.b	Thermostat.....	- 29 -
II.4.2.c	Chambre de combustion.....	- 29 -
II.4.2.d	Soufflerie .....	- 29 -
II.4.2.e	Serpentin du condenseur et compresseur .....	- 29 -
II.4.2.f	Serpentin de l'évaporateur.....	- 30 -
II.5	Transfert de chaleur .....	- 30 -
II.5.1.	Définitions.....	- 30 -
II.5.2.	Type des transferts de chaleur.....	- 30 -
II.5.2.a	Conduction .....	- 30 -
II.5.2.b	Convection.....	- 30 -
II.5.3.	Champ de température .....	- 31 -
II.5.4.	Gradient de température .....	- 31 -
II.5.5.	Flux de chaleur .....	- 32 -
II.5.6.	Loi de Fourier :.....	- 32 -
II.5.7.	Loi de Newton.....	- 33 -
II.5.8.	Expressions des flux d'énergie.....	- 33 -
	Conclusion.....	- 34 -
III.1	Introduction.....	- 34 -
III.2	Description de la machine .....	- 34 -
III.1.1	Compresseur hermétiques .....	- 35 -
III.2.1	L'évaporateur .....	- 37 -
III.2.2	Le condenseur .....	- 38 -
III.2.3	Filtre .....	- 39 -
III.2.4	Détendeur " Capillary tube valve " .....	- 40 -
III.2.5	Valve .....	- 41 -

III.2.6	Ventilateur axial .....	- 42 -
III.2.7	Tampon de cellulose de refroidissement par évaporation .....	- 43 -
III.2.8	Thermostat de climatiseur .....	- 44 -
III.2.9	Tuyaux.....	- 45 -
III.2.10	Pompe.....	- 45 -
III.2.11	Petit ventilateur .....	- 46 -
III.2.12	Robinet d'eau .....	- 47 -
III.2.13	Partie commande .....	- 48 -
III.2.14	Schéma de la commande .....	- 49 -
III.3	Avantages de système.....	- 49 -
III.4	Etape de réalisation de système .....	- 50 -
III.5	Spécification générale de climatisation et de refroidissement de l'eau potable .....	- 51 -
III.6	Conclusion .....	- 52 -
	Conclusions générales .....	- 53 -
	Bibliographie.....	- 54 -

## **Introduction générale**

Les systèmes de climatisation et de refroidissement de l'eau potable jouent un rôle essentiel dans notre vie quotidienne, notamment pendant les saisons estivales, que ce soit dans les bâtiments résidentiels ou commerciaux. Ces systèmes sont conçus pour maintenir des conditions de confort thermique en abaissant la température de l'air intérieur et en fournissant de l'eau potable fraîche [1].

La climatisation permet de réguler la température, l'humidité et la qualité de l'air à l'intérieur des espaces habités, offrant ainsi un environnement confortable pour les occupants. Elle contribue à prévenir les effets néfastes de la chaleur excessive, tels que l'inconfort, la déshydratation et les problèmes de santé liés à la chaleur. Les systèmes de climatisation utilisent des techniques de refroidissement, souvent basées sur la compression de gaz réfrigérants, pour abaisser la température de l'air et maintenir des niveaux d'humidité adéquats [1-3].

Parallèlement, les systèmes de refroidissement de l'eau potable garantissent que l'eau destinée à la consommation est maintenue à une température agréable et sûre. Ces systèmes sont largement utilisés dans les hôtels, les restaurants, les installations industrielles et les établissements de soins de santé, ainsi que dans les foyers, pour fournir de l'eau potable fraîche aux occupants. Ils utilisent diverses méthodes de refroidissement, telles que les échangeurs de chaleur ou les systèmes de réfrigération, pour abaisser la température de l'eau et prévenir la croissance de bactéries et de contaminants indésirables [4-5].

Les avantages des systèmes de climatisation et de refroidissement de l'eau potable vont au-delà du simple confort. Ils contribuent également à améliorer la productivité et la qualité de vie des individus, en créant des environnements de travail et de vie plus agréables et sains. De plus, ces systèmes jouent un rôle important dans la préservation des denrées alimentaires et des produits sensibles à la chaleur, en les maintenant à des températures appropriées pour éviter leur détérioration. Il convient de noter que, bien que ces systèmes offrent de nombreux avantages, ils peuvent également avoir des impacts environnementaux et énergétiques significatifs. Il est donc essentiel de concevoir et d'utiliser ces systèmes de manière responsable, en adoptant des pratiques d'efficacité énergétique, en utilisant des technologies respectueuses de l'environnement et en effectuant une maintenance régulière pour optimiser leur fonctionnement [1, 3, 5-7].

L'objectif principal de notre projet est de développer un système de climatisation et de refroidissement de l'eau potable qui joue un rôle essentiel dans notre vie quotidienne. Ce système

visé à maintenir des conditions de confort thermique et à fournir de l'eau potable fraîche. Nous considérons qu'une utilisation judicieuse et responsable de ces systèmes est essentielle pour profiter de leurs avantages tout en minimisant leur impact sur l'environnement.

Notre étude est structurée en trois chapitres :

Le premier chapitre aborde une étude bibliographique sur les machines frigorifiques à compression mécanique et les fluides frigorigènes. Il examine en détail les principes de fonctionnement, les composants clés et les caractéristiques des machines frigorifiques, ainsi que les différents types de fluides frigorigènes utilisés.

Le deuxième chapitre se concentre sur le système de climatisation et de ventilation. Il explore les différentes techniques et technologies utilisées pour assurer le refroidissement, le chauffage, la circulation de l'air et la ventilation dans les environnements intérieurs.

Le troisième chapitre présente les installations électriques et mécaniques associées aux systèmes de climatisation et de ventilation.

Enfin , nous terminons par une conclusion générale.

# **Chapitre I : Généralités et recherches bibliographiques**

## I.1 Introduction

Un fluide frigorigène est un liquide pur ou un mélange de liquides purs, il existe en phase liquide ou gazeuse, selon la température et l'environnement. La principale propriété des fluides frigorigènes est qu'ils s'évaporent instantanément quand basse température inférieure à la pression atmosphérique. Réfrigérant et utilisé des systèmes de production de froid (climatiseurs, congélateurs, réfrigérateurs, etc.) [8].

En théorie, on peut utiliser de l'air ou de l'azote (un liquide courant sur terre...). fluides frigorigènes des liquides est ayant un potentiel de refroidissement, ils sont en réalité bien différents, car ces liquides doivent répondre aux critères suivants :

Les fluides réfrigérants sont sélectionnés principalement pour leur grande propriété d'absorption de chaleur (calories) lorsqu'ils passent de leur phase liquide à leur phase gazeuse (la chaleur absorbée par le fluide lors du changement d'état est appelée : chaleur latente de vaporisation). Les réfrigérants sont utilisés purs ou en mélange dans les métiers du froid et de la climatisation [8].

Ces liquides doivent être respectueux de l'environnement et non toxiques pour les humains et les êtres vivants en raison du risque de fuite dans l'atmosphère [8].

Il est également sélectionné en fonction de la température de fonctionnement deux échangeurs de chaleur (condenseur et évaporateur) dans le circuit de refroidissement en question. De en fait, les liquides utilisés pour atteindre les basses températures ne ressemblent à aucun autre. Par exemple, un climatiseur [8].

## I.2 Fluides frigorigènes

Les compositions chimiques des fluides frigorigènes sont des substances utilisées dans les systèmes de refroidissement (réfrigération et climatisation). Il existe plusieurs catégories de fluides frigorigènes qui diffèrent par leur composition chimique [1].

Les fluides frigorigènes ont la particularité d'avoir sous la pression atmosphérique, une température d'évaporation très faible. Cette propriété thermodynamique permet de produire du froid et du chaud [1].

Les chlorofluorocarbures (CFC), les Hydro chlorofluorocarbures (HCFC) et les Hydrofluorocarbures (HFC) en particulier font l'objet d'une réglementation spécifique [1].

## Définition des fluides frigorigènes

Un fluide frigorigène est une substance qui évolue dans le circuit d'une machine frigorifique et qui grâce à un phénomène endothermique consistant en un changement d'état faisant passer la substance de l'état liquide à l'état gazeux dans un évaporateur, permet de produire du froid par retrait de chaleur, celle-ci étant évacuée hors de la machine par un phénomène exothermique consistant à un changement d'état inverse du précédent, c'est-à-dire faisant passer la substance de l'état gazeux à l'état liquide [1].

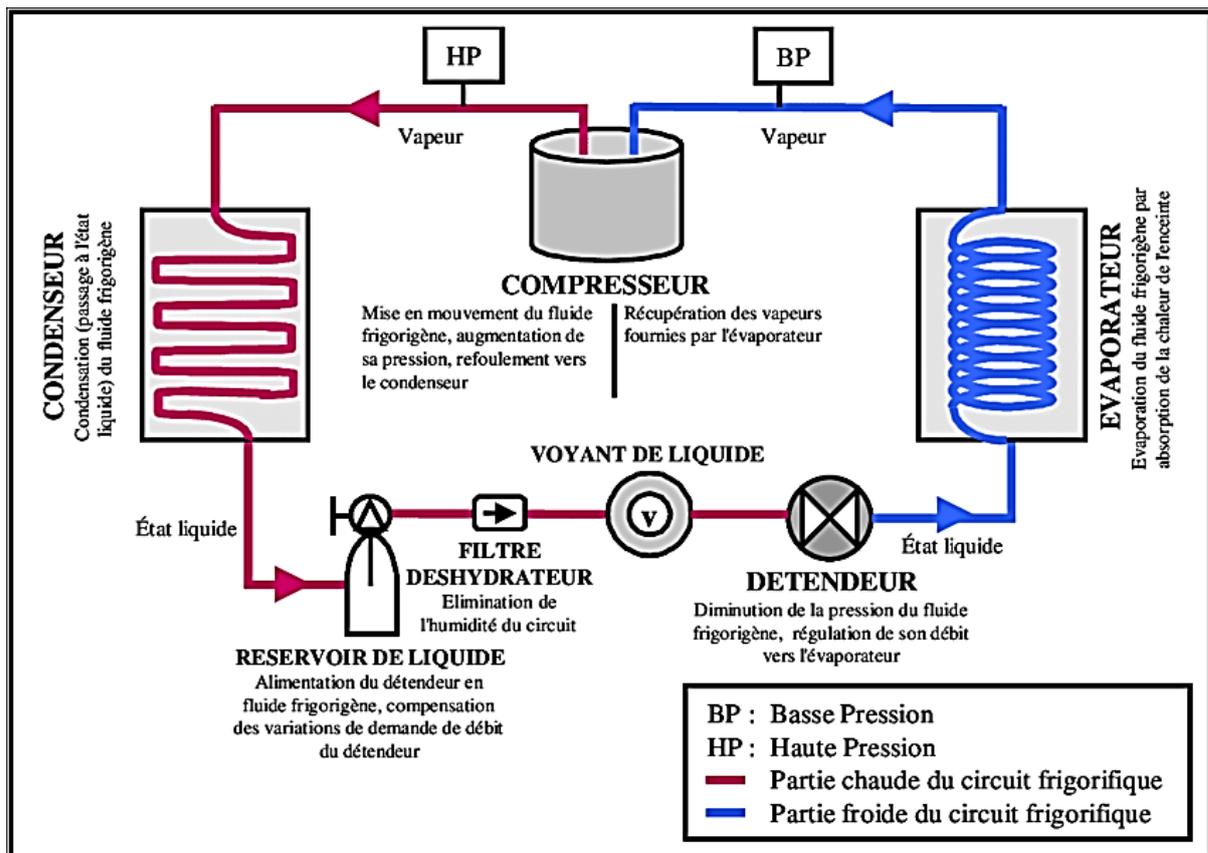


Figure I.1: Représentation d'un cycle frigorifique [16].

## I.3 Machines frigorifiques

### I.3.1 Rôle Machine frigorifique

Le rôle d'une machine frigorifique est d'extraire de la chaleur à une source froide. On utilise pour cela un fluide frigorigène lors de l'évaporation d'un fluide, il y a absorption de chaleur qui correspond à la chaleur latente de vaporisation.

On fait décrire au fluide le cycle suivant composé de deux isobares et deux adiabatiques (voir schéma ci-dessus) [2].

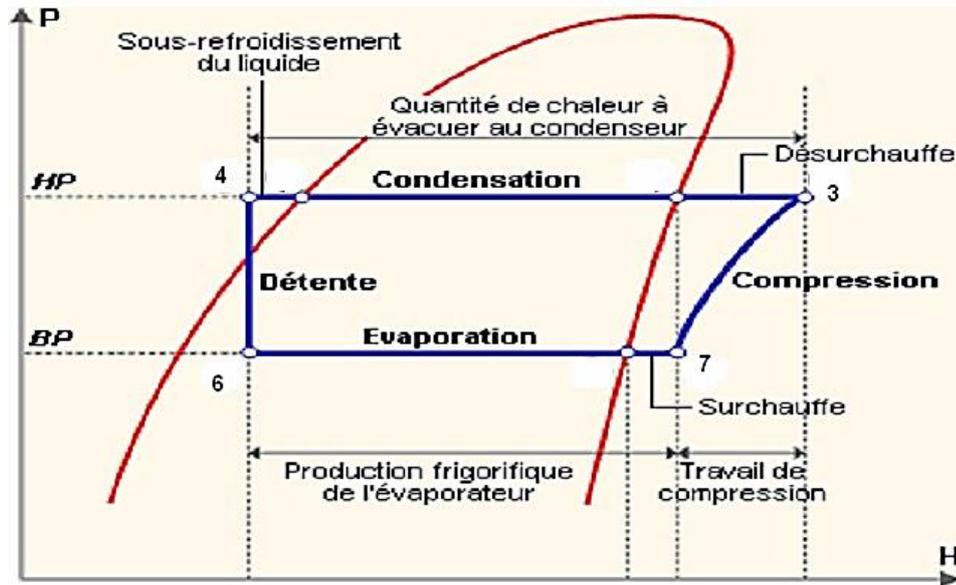


Figure I.2 : Schéma du cycle de machine frigorifique [10].

- Le fluide frigorigène se vaporise à la température  $T_0$  et à la pression  $P_0$  en prélevant la quantité de chaleur  $Q_f$  dans l'évaporateur.
- La vapeur est comprimée et refoulée la pression  $P_1$  par le compresseur.
- Dans un deuxième échangeur de chaleur la vapeur est condensée à la pression  $P_1$  et la température  $T_1$  constantes, en rejetant la chaleur  $Q_c$  dans le condenseur.
- Le liquide est détendu de la pression  $P_1$  à la pression  $P_0$  par une valve de détente.

Il existe plusieurs types de machines frigorifique :

- Machine à absorption.
- Machine à injection de vapeur.
- Machine à adsorption.
- Machine à compression mécanique.

Ces machines sont les plus répandues consommant exclusivement de l'énergie mécanique [10].

### I.3.2 Machine frigorifique par compression mécanique

Pour obtenir une basse température donnée dans l'évaporation, il nécessaire de produire la pression d'évaporation correspondante, cette pression obtenue à l'aide d'un compresseur qui évacue la vapeur qui se dégage lors de l'ébullition du fluide frigorigène [11].

Une installation frigorifique à compression mécanique comporte quatre éléments principaux [12] :

- Compresseur.
- Condenseur.
- Evaporateur.
- Détendeur.

### I.3.2.1 Compresseur

Pour fonction de comprimer le fluide frigorigène d'un niveau de pression d'évaporation faible à un niveau de pression de condensation élevée. Il doit en effet garantir le débit de transport nécessaire (débit massique) pour la puissance frigorifique requise [14].

On distingue 3 principaux types de compresseurs utilisés pour la production de froid ou de chaleur :

- ✓ **Compresseurs à piston** : on utilise un ou plusieurs pistons coulissants de manière étanche dans un cylindre pour comprimer le fluide frigorigène, admis dans le cylindre par l'intermédiaire d'un clapet ou d'une soupape, grâce à l'aspiration provoquée par le recul du piston [15].

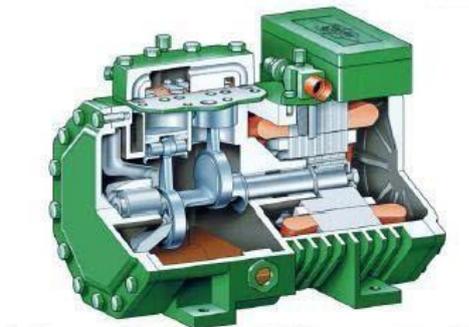


Figure I.3 : Compresseur semi-hermétique à piston [15].

- ✓ **Compresseur à vis** : Une vis sans fin tourne pour comprimer le gaz entre le cylindre et une pièce rotative qu'elle entraîne.
- ✓ **Compresseur scroll** : Un rotor sous forme de spirale comprime le gaz en continu en tournant autour d'une autre spirale fixe [13].

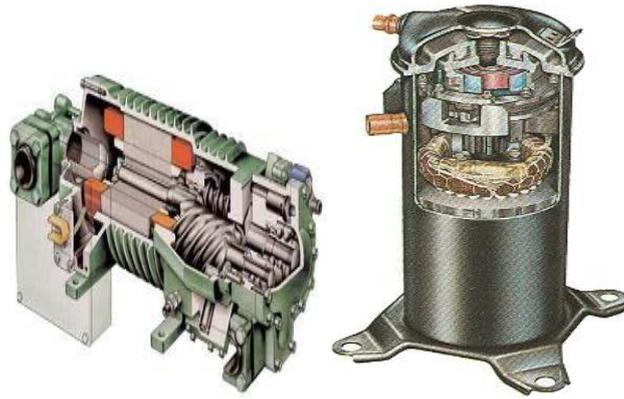


Figure I.4 : Schéma Compresseur à vis compresseur scroll (source Copland) [15].

### I.3.2.2 Condenseur :

Le condenseur sert à transmettre au médium de refroidissement (air et eau) la chaleur contenue dans les vapeurs par le compresseur. La quantité de chaleur à évacuer comprend :

- La chaleur latente de liquidation.
- La chaleur sensible des vapeurs surchauffées.
- La chaleur sensible du liquide jusqu'à une température se rapprochant le plus possible de celle des médiums de refroidissement [15].

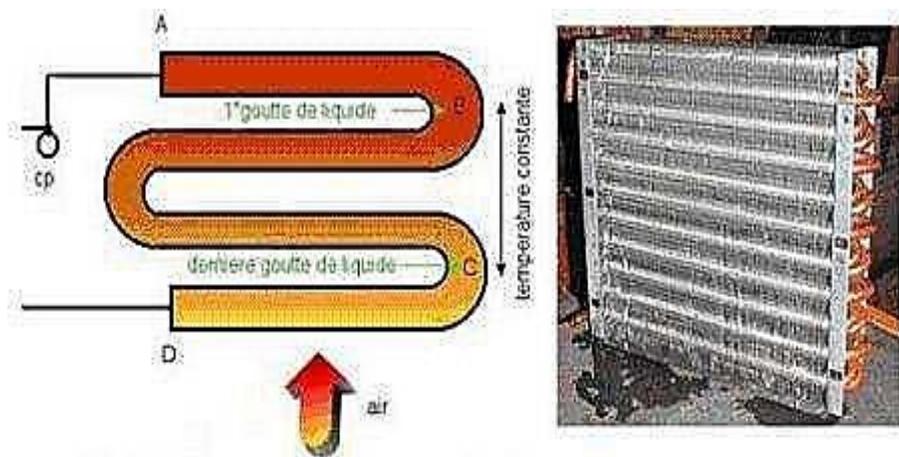


Figure I.5 : Schéma condenseur [10].

### I.3.2.3 Détendeur

Le détendeur est un élément passif du circuit frigorifique mais essentiel pour réaliser le cycle de compression/détente permettant de transférer les calories ou frigories de l'évaporateur au condenseur [16].



Figure I.6 : Schéma détendeur [15].

#### I.3.2.4. Evaporateur

Les évaporateurs sont des échangeurs thermiques au même titre que les condenseurs, ils assurent le passage du flux thermique du milieu à refroidir au fluide frigorigène, ce flux thermique ayant pour effet de vaporiser le frigorigène liquide qui est contenu à l'entretien de l'évaporateur. L'évaporateur se fait à température constante par libération de sa chaleur latente de vaporisation de flux thermique contrairement au condenseur évaporateur [13].

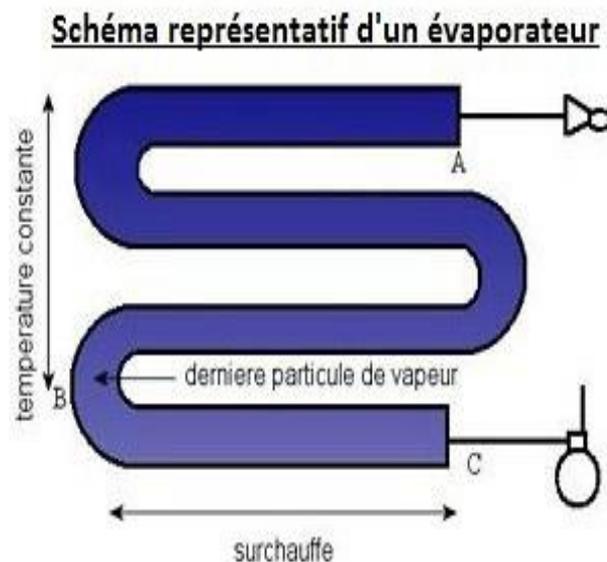


Figure I.7 : Schéma évaporateur [10].

#### I.4 Types fluides frigorigènes utilisés

Les fluides frigorigènes sont des substances ou des mélanges de substances, utilisés dans les circuits de systèmes frigorifiques tels que des chambres froides, des réfrigérateurs, des vitrines réfrigérées. Les fluides frigorigènes ont la particularité d'avoir sous la pression atmosphérique, une température d'évaporation très faible. Cette propriété thermodynamique permet de produire du froid et du chaud [15].

Les fluides peuvent être classés en quatre familles :

#### I.4.1 Fluides inorganiques purs

Les fluides de cette famille sont principalement composés [8] :

➤ **L'eau (H<sub>2</sub>O) ou R718** : ne permet évidemment pas d'atteindre des températures inférieures à 0°C. On l'emploie pour la production de froid par absorption dans le domaine de la climatisation et pour les pompes à chaleur très hautes températures (150 °C et plus) [8].

➤ **L'ammoniac (NH<sub>3</sub>) ou R717** : est un frigorigène d'importance majeure.

Les problèmes d'environnement que posent actuellement les chlorofluorocarbures (CFC), dont certains visaient à remplacer l'ammoniac, accroissent encore son rôle, Malheureusement, les règlements de sécurité sont de plus en plus contraignants vis à vis de ce fluide [8].

➤ **L'autre composé inorganiques**, comme le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) et le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>), qui ont joué dans le passé un grand rôle dans la technique frigorifique, ne sont Plus utilisés aujourd'hui en raison de leurs inconvénients. Certains aimeraient pourtant redonner un certain essor au dioxyde de carbone [8].

Tableau I.1: Classification des Fluides inorganique pure [9].

Réfrigérant	Formule	Mase molaire g/mol	Tb (k)	Tc (k)	Pc (MPa)	ODP	G WP10 0 ans
R-718	H <sub>2</sub> O	18.02	100	374.2	22. 1	0	1 >
R-744	CO <sub>2</sub>	44 .01	-78.4	31.1	7.3 8	0	1
R-717	NH <sub>3</sub>	17.03	-13.3	132.3	11. 3	0	1>

#### I.4.2 Fluides hydrocarbures

Les fluides de cette famille peuvent être composés de [9] :

✓ Butane.

- ✓ Isobutane
- ✓ Propane.
- ✓ Cyclopropane.
- ✓ Propylène.

Tableau I.2: Classification des fluides hydrocarbures [9].

Réfrigérant	Formule	Masse molaire g/mol	Tb (k)	Tc (k)	Pc (MPa)	ODP	GWP100 ans
Rc-270	CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub>	42.08	-33.5	125.2	5.58	0	-----
Rc-290	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	44.10	-42.1	96.7	4.25	0	20
Rc-600	CH <sub>3</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	58.12	-0.5	152	3.80	0	20
Rc-600a	CH(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CH <sub>3</sub>	58.12	-11.6	134.7	3.64	0	20
Rc-170	CH <sub>3</sub> CH <sub>3</sub>	30.07	-88.6	32.2	4.87	0	20
Rc-1270	CH <sub>3</sub> CHCH <sub>2</sub>	42.08	-47.7	92.4	4.57	0	-----

### I.4.3 Fluides hydrocarbures halogènes

Les fluides de cette famille sont très largement utilisés mais font désormais l'objet d'interdictions, notamment pour des raisons de toxicité environnementale. Cette famille de fluides se divise en trois catégories qui sont les CFC, les HCFC et les HFC [9].

Les CFC (Chlorofluorocarbures) : Ce sont les plus connus hydrocarbures halogénés. Complètement substitués par le chlore ou le fluor, ces hydrocarbures ne contiennent plus d'hydrogène. Ils sont dangereux pour la couche d'ozone [9].

Tableau I.3: Fluides Chlorofluorocarbures [9].

CFC				
R11	R12	R113	R115	R502

- **Les HCFC** (Hydro chlore-fluoro-carbures) : Il s'agit de la seconde génération d'hydrocarbures halogénés utilisés en tant que fluides frigorigènes. Ce sont des composants chimiques formés de chlore, de fluor, d'hydrogène et de carbone. Ils

sont dangereux pour l'environnement et feront l'objet d'une interdiction totale vers 2015 [9].

**Tableau I.4: Classification des fluides Hydro chlorofluorocarbures [9].**

Réfrigérant	Formule	Masse molaire g/mol	Tb (k)	Tc (k)	Pc (MPa)	ODP	GWP100 ans
HCFC-123	CHCL <sub>2</sub> CF <sub>3</sub>	152.931	300.84	456.82	3.666	0.014	90
HCFC-124	CHCLFCF <sub>3</sub>	136.476	263.00	395.35	3.615	0.03	470

- **Les HFC (Hydrofluorocarbures) :** Il s'agit de la troisième Génération d'hydrocarbures halogénés utilisés en tant que fluides frigorigènes. Les HFC sont composés de fluor, d'hydrogène et de carbone. Ils ne présentent pas de danger pour la couche d'ozone, mais ils peuvent contribuer à l'effet de serre [9].

**Tableau I.5: Classification des fluides hydrofluorocarbures [9].**

Réfrigérant	Formule	Masse molaire g/mol	Tb (k)	Tc (k)	Pc (MPa)	ODP	GWP100 ans
R-404A	R-125/143a/134a/(44/52/4)	97.6	-46.6	72.1	3.74	0	3266
R-407A	R-32/125/134a/(20/40/40)	90.11	-45.2	81.9	4.49	0	1770
R-407B	R-32/125/134a/(10/70/20)	102.94	-46.8	74.4	4.08	0	2290
R-407C	R-32/125/134a/(23/25/52)	86.20	-43.8	87.3	4.63	0	1530
R-407D	R-32/125/134a/(5/15/80)	90.96	-39.4	91.6	4.48	0	1360
R-407E	R-32/125/134a/(25/15/60)	83.78	-42.8	88.8	4.73	0	1360

R-410A	R-32/125a(50/50)	72.58	-51.6	72.5	4.95	0	1730
R-507A	R-125/143a(50/50)	98.86	-47.1	70.9	3.79	0	3300

#### I.4.4 Famille des autres fluides

Les fluides de cette famille sont utilisés de façon très ponctuelle et rare. Ainsi on pourra trouver :

- ✓ Les éthers oxydent.
- ✓ Les amines aliphatiques.
- ✓ Les alcools, le méthanol et l'éthanol.
- ✓ Les composés tri halogénés, fluorés chlorés et bromés (HBCFC, BCFC) [13].

Tableau I.6: Autres fluides [9].

Autres Fluides			
R630	R631	R12B1	R13B1

#### I.5 Série des fluides frigorigènes

##### I.5.1 Série R400

Les fluides de la série 400 sont des mélanges azéotropiques ayant donc un glissement de température en phase latente. Lorsque le gaz atteint l'ébullition, on parle de point de rosé [13].

##### Exemples de mélanges :

- Le R407A est composé de R32 (20%), R125 (40%), R134a (40%).
- Le R407B est composé de R32 (10%), R125 (70%), R134a (20%).
- Le R422D est composé de R125 (64,1%), de R134a (31,5%) et de R600a (3,4%).

La numérotation est chronologique en fonction de l'acceptation des mélanges par l'ASHRAE. Pour distinguer des mélanges de même corps purs mais dans des proportions différentes, une lettre majuscule (A, B, C, D...) est ajoutée à la fin du code. Ex : R407A, R407B, R407C... La lettre R devant la série signifie réfrigérant. Cela nous indique que c'est un fluide frigorigène [13].

### I.5.2 Série R500

Les fluides de la série 500 sont des mélanges azéotropiques, n'ayant donc pas de glissement de température [13].

**Exemple de mélange :** Le R507 est composé de R125 (50%) et de R143a (50%), On ne parle pas de point de rosé pour les gaz azéotropiques.

Les fluides de la série 500 sont des mélanges de corps purs avec des proportions précises. Ils se comportent comme un nouveau corps pur, sans glissement [13].

### I.5.3 Série R600

Un numéro de la série 600 est attribué aux composés organiques, les hydrocarbures, Les numéros sont attribués de façon successive.

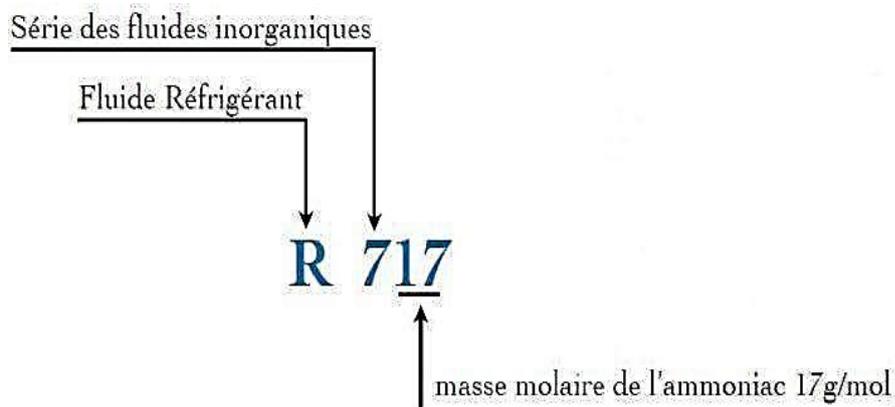
**Exemples :** R600 (Butane), R600a (iso butane), R610 (éthyle éther), R611 (méthyle formate) [10].

### I.5.4 Série R700

Un numéro de la série 700 est attribué aux composés inorganiques : ammoniac, dioxyde de carbone. La série commence par le chiffre 7 et les deux derniers chiffres correspondent à la masse molaire du composé [13].

**Exemple :**

R717 (masse molaire de l'ammoniac 17g/mol), ou encore le fluide R744 (masse molaire du dioxyde de carbone  $\text{CO}_2$ , 44g/mol) [13].



**Figure I.8 :** Composant de fluide frigorigène [13].

### I.6 Classification des fluides frigorigènes en groupe de sécurité

Cette classification est présentée par deux caractères alphanumériques, par exemple A2. La lettre majuscule correspond à la toxicité et le chiffre à l'inflammabilité du fluide [13].

Classement de la toxicité des fluides frigorigènes : On distingue deux groupes A et B :

Le groupe A pour lequel il n'y a pas de preuve de toxicité des fluides frigorigènes pour des concentrations inférieures ou égales à 400 pm.

Le groupe B pour lequel il y a des preuves de toxicité pour des concentrations inférieures à 400 pm.

### I.7 Classement de l'inflammabilité des fluides frigorigènes

☞ On distingue trois groupes 1, 2 et 3 :

. **Groupe 1** : le fluide frigorigène ne permet pas de propagation de la flamme dans l'air à 21°C et 101kPa.

. **Groupe 2** : le fluide frigorigène a une limite inférieure d'inflammabilité supérieure à 0,10kg/m<sup>3</sup> à 21°C et 101kPa et une chaleur de combustion inférieure à 19 kJ/kg.

. **Groupe 3** : le fluide frigorigène est hautement inflammable avec une limite inférieure d'inflammabilité inférieure ou égale à 0,10kg/m<sup>3</sup> à 21°C et 101kPa et une chaleur de combustion supérieure ou égale à 19 kJ/kg [13].

Tableau I.7: Classification des fluides frigorigènes en groupes de sécurité et l'inflammabilité [13].

Faiblement toxique	Fortement toxique	
A3	B3	Hautement inflammable
A2	B2	Inflammable
A1	B1	Non inflammable

#### I.7.1 Composé inorganique

Tableau I.8: Classification des composés inorganiques en groupes de sécurité et l'inflammabilité [13].

R717	Ammoniac	B2
R718	Eau	A1
R744	Dioxyde De Carbone	A1

### I.7.2 Compose Organique

#### ➤ Hydrocarbure :

Tableau I.9: Classification des composés organiques en groupes de sécurité et l'inflammabilité [13].

R170	Ethan	A3
R290	Propane	A3
R600a	Iso butane	A3

#### ➤ Hydrocarbures halogènes :

Tableau I.10: Classification des Hydrocarbures halogènes en groupes de sécurité et l'inflammabilité [13].

R11	CFC	Trichlorofluoromethane	A1
R12	CFC	Dichlorofluoromethane	A1
R22	HCFC	Chlorodifluoromethane	A1
R141b	HCFC	1,1Dichloro-1-Fluoromethane	A2
R142b	HCFC	1-Chloro-1,1Difluoromethane	A2
R32	HFC	Difluoromethane	A2
R125	HFC	pentafluoro methane	A1
R134a	HFC	1,1,1,2 tetrafluoromethane	A1
R143a	HFC	1, 1,1- trifluoro methane	A2
R152a	HFC	1,1- difluoromethane	A2
R502	HFC	mélanges azéotropique	A1
R507	HFC	mélanges azéotropique	A1
R404A	HFC	mélanges azéotropique	A1
R410A	HFC	mélanges azéotropiques	A1

### I.8 Critères de choix d'un fluide frigorigène

Les réfrigérants sont des composés qui se liquéfient facilement et utilisent leur chaleur latente de vaporisation pour produire de l'air froid. En général, un réfrigérant parfait devrait avoir les propriétés suivantes [7] :

- Chaleur latente de vaporisation très élevée.

- Le point d'ébullition à pression atmosphérique est suffisamment bas pour les conditions de fonctionnement requises (température d'évaporation).
- Faible taux de compression. Autrement dit, le rapport entre les pressions est faible. Égoutter et passer l'aspirateur.
- Faible masse de vapeur saturée.
- Température critique très élevée.
- Aucun effet sur les lubrifiants utilisés avec le fluide.
- Composition chimique stable dans les conditions de fonctionnement du refroidisseur.
- N'affecte pas les métaux des circuits (par exemple, l'ammoniac attaque le cuivre).
- Ininflammable et non explosif lorsqu'il est mélangé à l'air.
- Les sceaux n'ont aucune action.
- Aucun impact sur la santé du personnel.
- N'affecte pas les aliments stockés.
- Inodore ou sans odeur légèrement désagréable.
- Détecter et localiser visuellement facilement les fuites.
- Aucune affinité avec les composants atmosphériques.
- Peu coûteux et facilement disponible.

### **I.9 Conclusion**

Dans ce premier chapitre, nous avons présenté les informations principales des Machines frigorifiques. En commençant par une définition des fluides frigorigènes. Après, on a donné les différents types fluides frigorigènes. Le chapitre suivant portera sur le système de climatisation et ventilation.

# **Chapitre II :**

# **Systeme de climatisation et**

# **de ventilation**

## II.1 Introduction

Dans ce chapitre, nous parlerons des méthodes de conditionnement et de ses différents types, et nous avons divisé ce chapitre en trois parties :

Dans la première partie, nous avons parlé des ventilateurs, de leurs différents types, avantages et principe de fonctionnement.

La deuxième partie nous a présenté des critères de confort de climatisation avec des types de diffusion.

La troisième partie, sur les généralités de système CVC. La climatisation est le chauffage et l'élévation du degré d'humidité relèvent de techniques élémentaires, réfrigérer et déshumidifier l'air nécessitent des techniques élaborées. En pratique, on parle surtout de climatisation pour ces deux derniers objectifs. La climatisation relève essentiellement de la technique des pompes à chaleur et se trouve de plus en plus associé dans un même appareil, un "climatiseur réversible" (réfrigération l'été, chauffage l'hiver) [16].

## II.2 Définition des turbomachines

Une turbomachine est une machine tournante qui réalise un transfert d'énergie entre son arbre propre, et un fluide en mouvement. Ce transfert peut s'effectuer dans les deux sens :

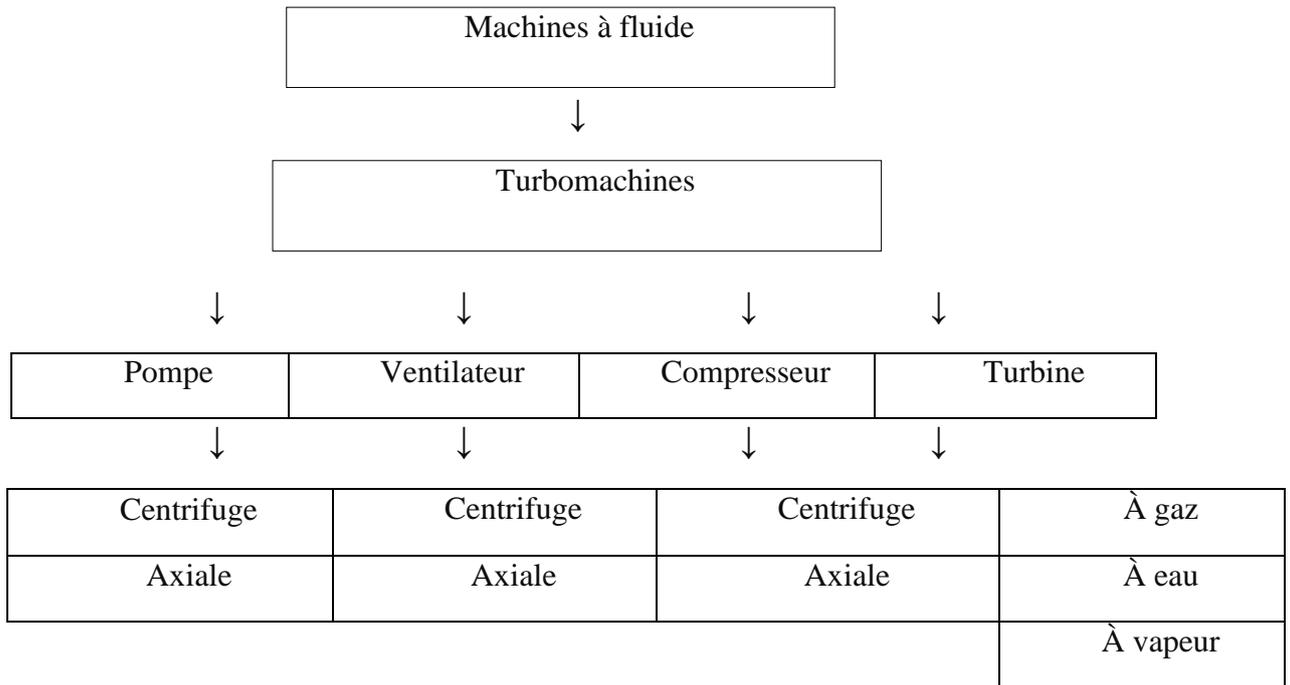
- Une récupération de l'énergie du fluide sur l'arbre de la machine (fonction réalisée par les machines de type turbine)
- Une augmentation de l'énergie du fluide par fourniture d'énergie mécanique sur l'arbre de la machine (fonction réalisée par les machines de type compresseur, ventilateur, pompe [17]).

### II.2.1. Classification des turbomachines

On classe les turbomachines selon les critères suivants :

- Selon la nature de fluide [17] :
  - ☞ Machines à fluide incompressible (les pompes).
  - ☞ Machines à fluide compressibles (les compresseurs, les ventilateurs).

Tableau II.1: Classification des turbomachines selon la nature de fluide [17].



- Selon le sens de transfert de l'énergie :

☞ Machine motrice :

Energie hydraulique (pneumatique) → énergie mécanique.

☞ Machine réceptrice :

Energie mécanique → énergie hydraulique (pneumatique) [17].

- Selon la direction du fluide par rapport à l'axe de rotation

Entrée axiale – (centrifuge) → sortie radiale.

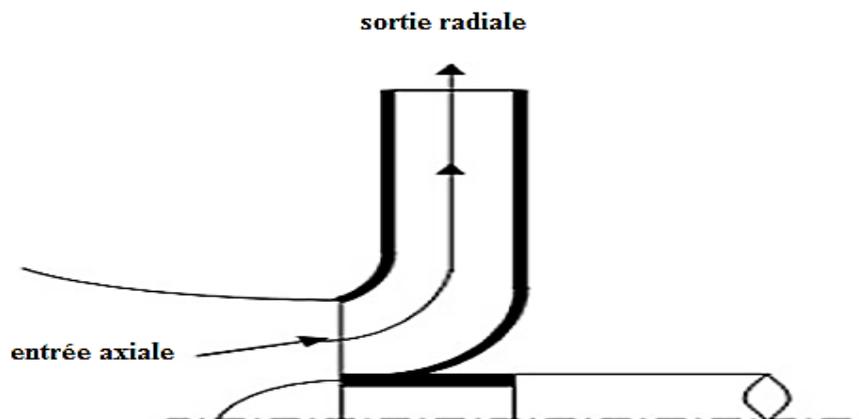


Figure II. 1: Roue d'une turbomachine radiale [18].

Entrée axiale – ( *axiale*) → sortie axiale.

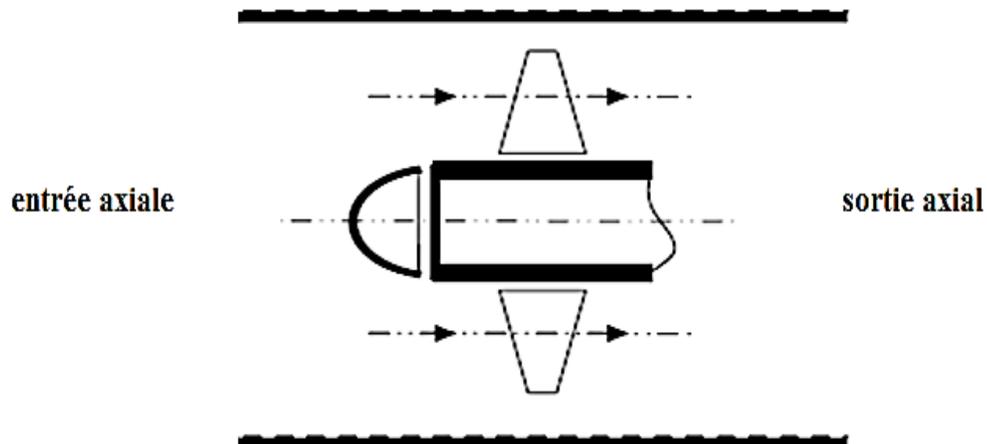


Figure II. 2: Roue d'une turbomachine axiale [18].

Entrée axiale – ( *mixte*) → sortie avec angle.

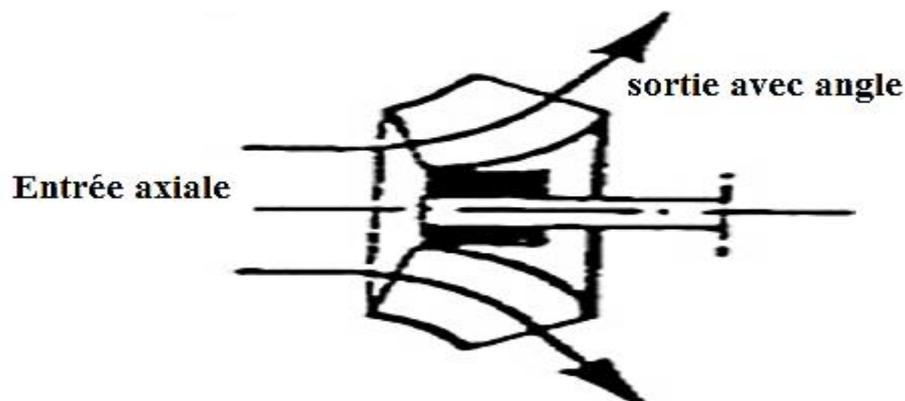
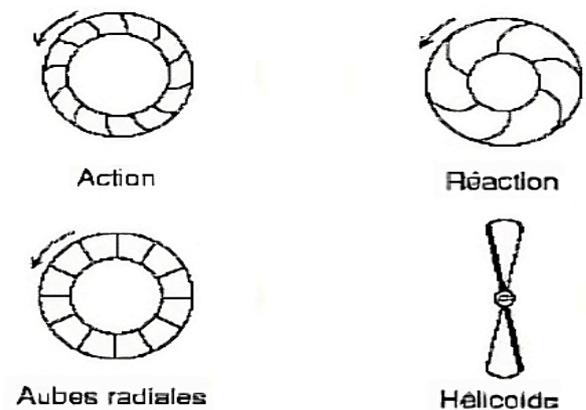


Figure II. 3: Roue d'une turbomachine mixte [18].

### II.2.2. Ventilateur axial

Les ventilateurs sont des turbomachines transférant à l'air qui les traverse l'énergie nécessaire afin de véhiculer l'air au travers d'une paroi (ventilateur de paroi), dans un ou plusieurs conduits ou bien permettant de balayer un espace (local) assurant ainsi une homogénéisation de l'air (ventilateur plafonnier). Parmi les nombreux types de ventilateurs couramment employés dans les installations de ventilation et de conditionnement d'air, on rencontre 4 principaux types de roues qui se distinguent les unes des autres en fonction de la forme des aubes. Ils sont ainsi dénommés [19] :

- Ventilateur centrifuge à aubes inclinés vers l'arrière ou ventilateur à réaction.
- Ventilateur centrifuge à aubes inclinés  
Vers l'avant ou ventilateur à action.
- Ventilateurs à aubes radiales.
- Ventilateurs Hélicoïde [17].



### II.2.3. Différents types de ventilateurs

En fonction de la direction de l'air pulsé :

- **Les ventilateurs axiaux ou hélicoïdes** : l'air est aspiré et propulsé parallèlement à l'axe de rotation du ventilateur.
- **Les ventilateurs radiaux ou centrifuges** : l'air est aspiré parallèlement à l'axe de rotation et propulsé par force centrifuge perpendiculairement à ce même axe.

Il existe des ventilateurs à aubes recourbées vers l'avant (à aubages avant), à aubes recourbées vers l'arrière (à aubages arrière) ou à aubes radiales.

Il existe aussi des ventilateurs centrifuges à deux ouïes d'aspiration. Ces roues plus larges, parfois composées de deux roues simple ouïe accolées, aspirent l'air de chaque côté de la roue.

- **Les ventilateurs tangentiels** : l'air est aspiré et refoulé perpendiculairement à l'axe de rotation [17].

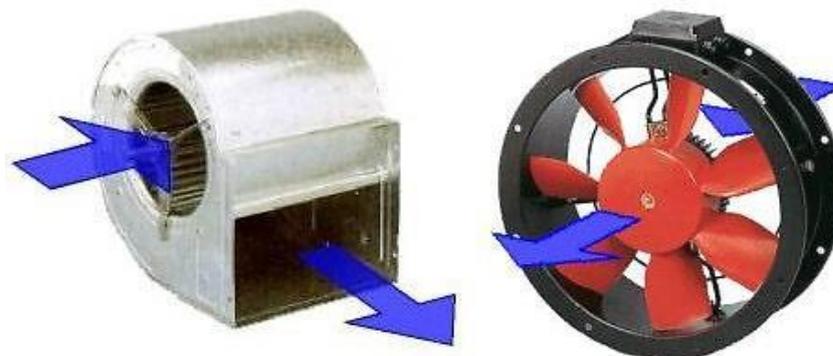


Figure II. 4: Ventilateur axial et ventilateur centrifuge [17].

Les ventilateurs axiaux, à l'instar des soufflantes et des compresseurs, sont des turbomachines destinées à mettre en mouvement des fluides compressibles. Dans ce type de ventilateur, l'air est aspiré et refoulé axialement. Physiquement parlant, ces appareils transfèrent de l'énergie mécanique aux fluides qui les traversent, tels que l'air, afin d'en augmenter la pression et la vitesse en fonction du domaine d'application. Comparés aux soufflantes et aux compresseurs, les ventilateurs industriels possèdent un faible taux de compression, usuellement inférieur à 1,2 pour l'air aux conditions ambiantes. De même, les vitesses des fluides les traversant sont faibles et les surpressions produites sont faibles à modérées, variant de 1 500 à 10 000 Pa. Ces ventilateurs peuvent atteindre des rendements élevés (85 %). Ils sont plus sensibles que les ventilateurs centrifuges aux conditions d'alimentation en air [17].



Figure II. 5: Ventilateur axial [19].

#### II.2.4. Composants du ventilateur

Le ventilateur axial se compose de [17] :

- Une roue : pour diriger les pales.
- Un carter : pour diriger le débit d'air.
- Les pales.

#### II.2.5. Principe de fonctionnement d'un ventilateur axial

Le principe de fonctionnement d'un ventilateur axial est basé sur la rotation des pales autour d'un axe central pour générer un flux d'air axial. Le moteur entraîne les pales à tourner, créant une différence de pression qui aspire l'air dans l'entrée du ventilateur et le fait circuler dans la direction de la sortie [20].

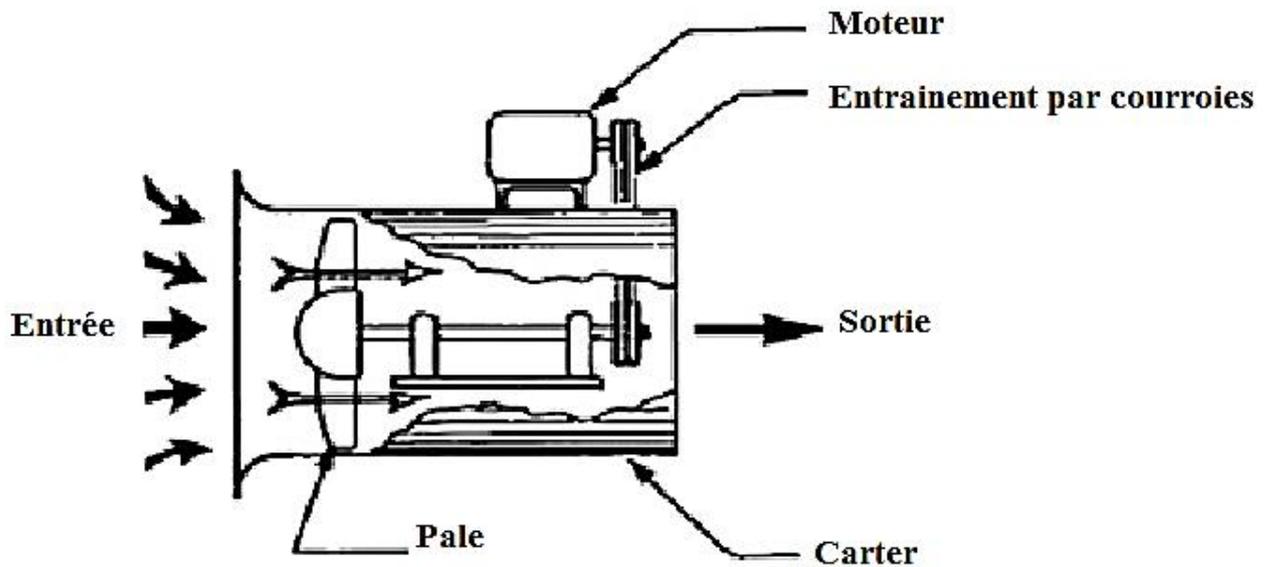


Figure II. 6: Déplacement d'air produit par ventilateur axial [19].

### II.2.6. Utilisations des ventilateurs axiaux

Les ventilateurs sont disponibles pour tous les fluides compressibles et ils sont utilisés dans un grand nombre d'applications [17] :

- ✓ Ventilation (tunnels, parkings, souterrains, installations industrielles).
- ✓ Désenfumage.
- ✓ Refroidir.
- ✓ Sec.
- ✓ Soufflerie.
- ✓ Purification de l'air.
- ✓ Climatiseur.
- ✓ Fabrication à froid.

### II.2.7. Avantages et inconvénients des ventilateurs axiaux

#### II.2.7.a Avantages [17]

- ☞ Refroidissement rapide. Facile à transporter.

- ☞ Laisser refroidir.
- ☞ Large plage de débit.
- ☞ Réglage du débit est pratique.
- ☞ Haut rendement ( $\eta > 85\%$  avec redresseur).

### II.2.7.b Inconvénient

- ☞ Modèles de puissance très forte. Généralement équipé de peu de fonctions.
- ☞ La pression est inférieure à celle de la centrifugeuse à jet.
- ☞ Les performances sont sensibles aux conditions d'alimentation en gaz. Le risque de pompage est plus élevé.
- ☞ Le niveau de bruit est supérieur à celui d'une centrifugeuse à des fréquences intermédiaires [17].

## II.3 Systèmes de climatisation

### II.3.1. Définition

Un système de climatisation est défini comme un dispositif d'équipement qui permet de traiter l'ambiance d'un local toute l'année afin de procurer le bien-être et le confort des occupants. Au sein d'un bâtiment un système de climatisation assure plusieurs fonctions que l'on peut regrouper sous l'appellation "maîtrise de la qualité des ambiances" celle-ci comprend la qualité hygrothermique, la qualité sonore et la qualité de l'air. La maîtrise hygrothermique regroupe le chauffage, le rafraîchissement et le contrôle de l'humidité de l'air. La maîtrise acoustique permet de supprimer les nuisances extérieures par la fermeture des ouvrants tout en respectant la nouvelle réglementation acoustique pour offrir à l'intérieur des locaux un niveau sonore plus faible que celui des autres appareils (ordinateur dans un bureau par exemple). Enfin, la qualité de l'air sera obtenue grâce à la filtration de l'air (propriété de l'air) au renouvellement de l'air (évacuation des polluants et assainissements) et au contrôle de la circulation de l'air dans l'espace (homogénéisation de la qualité de l'air dans le local) [21].

### II.3.2. Critères de confort

Le confort est aussi lié à la perception des occupants, aux ressentis nés de l'ambiance et de l'environnement dans lesquels ils vivent. Suivant ces définitions, on peut lui attribuer quatre critères [22] :

- Absence de stratification.
- Absence de courant d'air.
- Un bon niveau sonore.
- Une bonne qualité d'air.

#### II.3.2.a Stratification

Lorsque l'air n'est plus en mouvement et qu'il n'est pas suffisamment brassé, des couches d'air à différentes températures se forment sur toute la hauteur d'un local (de plus en plus chaud en fonction de la hauteur). Il apparaît donc une forte sensation d'inconfort (Difficulté de respiration) et c'est un risque important sur l'hygiène car l'air neuf n'est plus mélangé [22].

#### II.3.2.b Courant d'air

C'est l'inconfort le plus connu. La vitesse résiduelle dans la zone d'occupation est trop élevée. L'échange thermique avec l'occupant augmente et celui-ci ressent vite une sensation de froid. Il peut être provoqué par des phénomènes de « douches froides » et par des phénomènes dus à la rencontre de la veine d'air soufflée mal maîtrisée avec la convection naturelle des parois [22].

#### II.3.2.c Niveau sonore

C'est le niveau de bruit des équipements entendu par l'auditeur. Celui-ci est défini par des recommandations et des réglementations en fonction des locaux. La diffusion choisie ne devra pas régénérer plus de bruit que les équipements et être inférieure aux exigences [22].

#### II.3.2.d Qualité d'air

C'est l'intérieur d'un local affecte la santé humaine et par conséquent elle affecte son travail et son efficacité, la diffusion d'air contribue à une meilleure qualité d'air dans les locaux par son efficacité de brassage. La qualité d'air intérieur est néanmoins régie par une norme européenne EN

13779 qui s'attache à imposer un environnement intérieur confortable et sain en utilisant des systèmes de diffusion d'air très efficaces qui permettent de contribuer à une meilleure qualité d'air dans les locaux par son efficacité et de réduire la pollution à la place des personnes [23].

### II.3.3. Types de diffusions

Les types de diffusion les plus importants sont :

- La diffusion par mélange.
- La diffusion par déplacement d'air.

#### II.3.3.a Diffusion par mélange

La diffusion d'air par mélange est le type de diffusion utilisé le plus couramment. L'air est introduit à une vitesse suffisante dans le local pour se mélanger avec l'air ambiant et atteindre la zone d'occupation, avec une vitesse résiduelle et un niveau sonore confortable. Avec cette méthode, la température et la concentration des polluants sont uniformes dans le local. Un effet de déplacement est obtenu lorsque les unités de soufflage et d'extraction sont situées à l'opposé. Les charges thermiques ont une grande influence sur la circulation d'air et il faut donc choisir l'emplacement et le type d'UTD (unité terminale de diffusion) en conséquence [24].

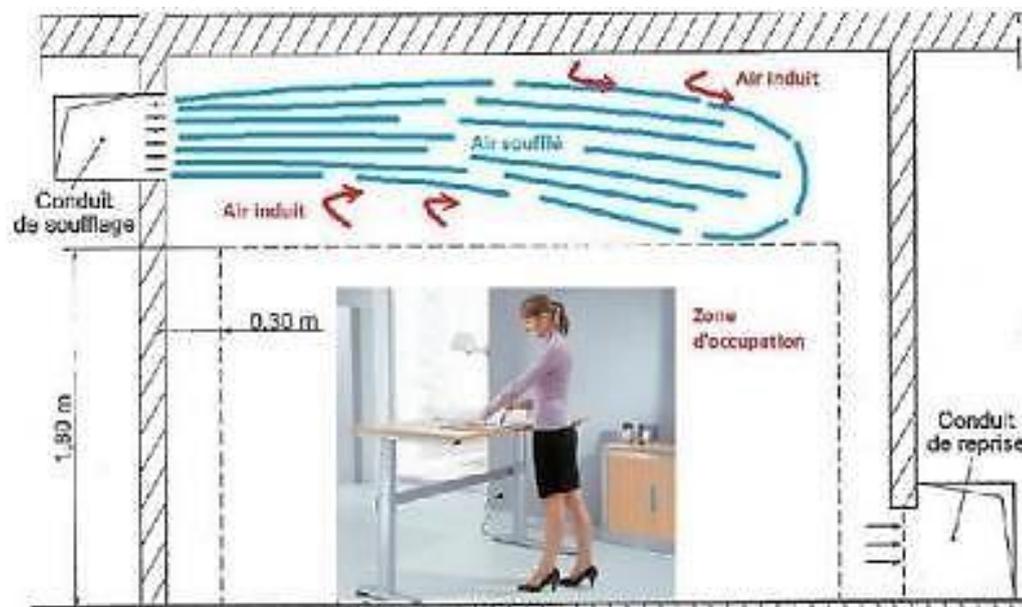


Figure II. 7: Système de diffusion par mélange [24].

### II.3.3.b Diffusion par déplacement d'air

Le système de diffusion par déplacement d'air repose sur la loi suivante (simple) : "l'air chaud, plus léger que l'air froid (ou ambiant) a tendance à s'élever". L'air frais (ou rafraîchi) est diffusé à hauteur du sol, dans la zone d'occupation. Au contact de sources chaudes (personnes, machines), il se réchauffe et monte en partie haute du local. La diffusion d'air est effectuée directement dans la zone à traiter à faible vitesse (0,2 à 0,4 m/s), à une température légèrement inférieure à la température ambiante.

Seuls les apports thermiques dans la zone d'occupation (0 à 2 m) sont traités, ce qui permet de réduire le débit et la puissance froide à mettre en œuvre pour la climatisation d'un local par rapport à une solution traditionnelle. Il est possible également d'utiliser le froid libre. [25].

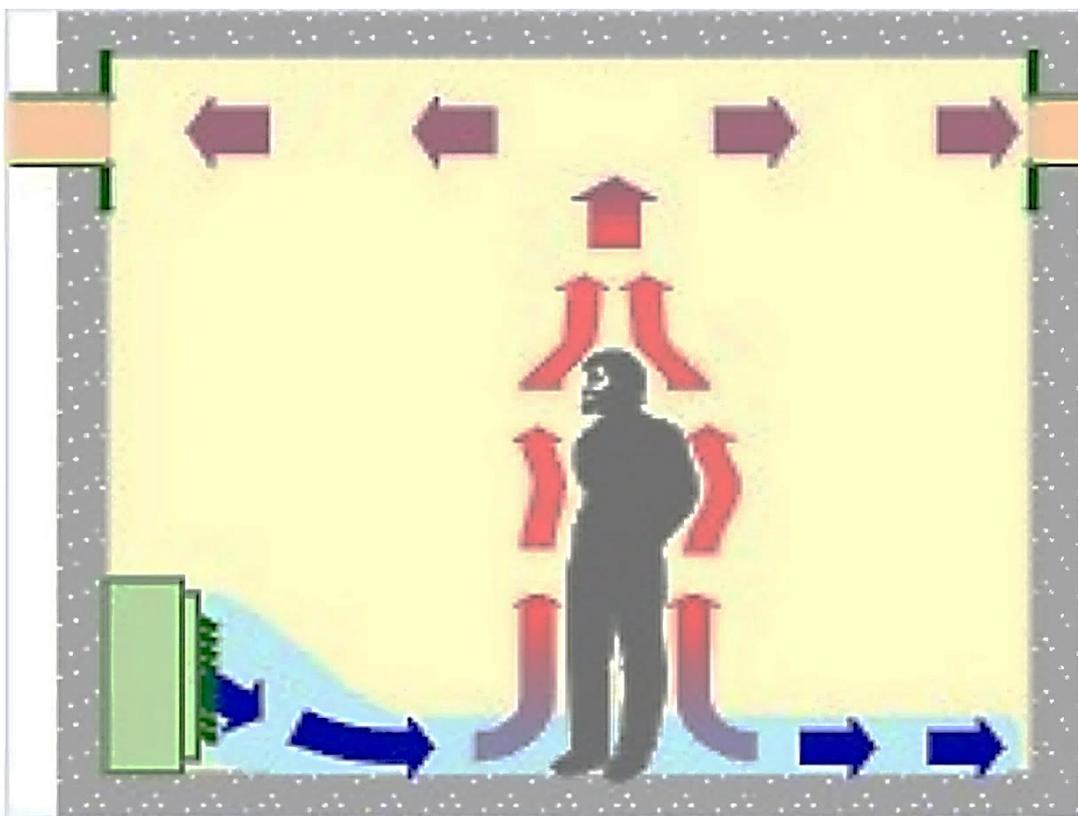


Figure II. 8: Système de diffusion par déplacement d'air [24].

Le confort de ce système est très important : la faible vitesse de sortie d'air permet d'obtenir une faible vitesse d'air résiduelle et un faible niveau acoustique dans la zone d'occupation. D'autre part, la diffusion par déplacement d'air permet d'obtenir une meilleure qualité d'air et de dépolluer plus facilement une zone que par une méthode traditionnelle. Les polluants sont évacués

en partie haute du local et ne traversent qu'une seule fois la zone d'occupation avant d'être rejetés vers l'extérieur.

Le système d'orientation de la veine d'air intégré dans les diffuseurs à déplacement permet de les intégrer à des éléments décoratifs qui ne sont pas forcément dans l'axe [25].

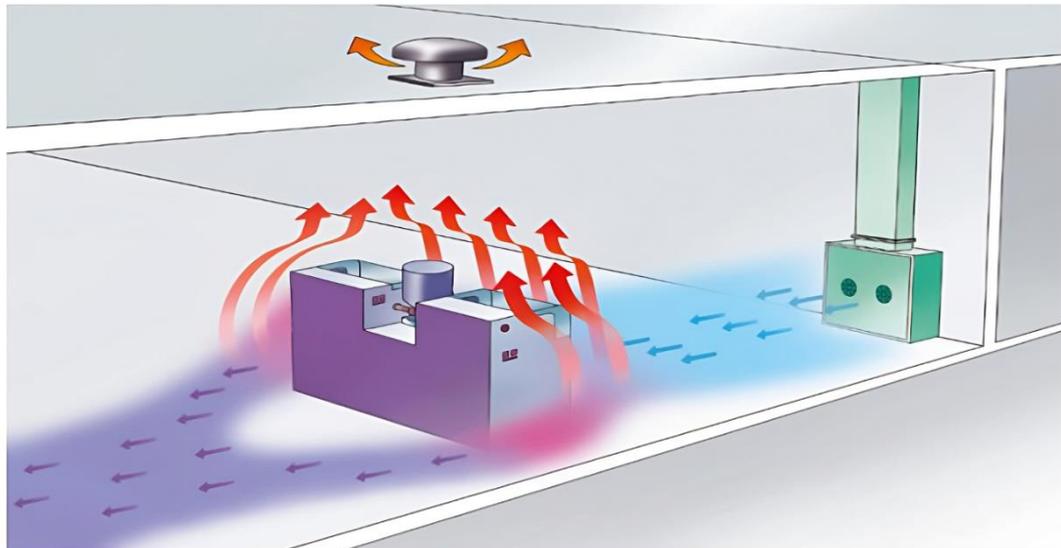


Figure II. 9: Système de diffusion par déplacement d'air [25].

## II.4 Système CVC

### II.4.1 Définition de système CVC

CVC ("HVAC" in English) signifie chauffage, ventilation et climatisation. Les composants d'un système CVC intègrent les fonctions de chauffage, de ventilation et de climatisation. Cela comprend les filtres, les compresseurs, les serpentins, les ventilateurs, les évacuations, les conduits et autres composants électriques. Un système HVAC peut également être appelé un système de climatisation car il y a une unité de climatisation avec un appareil de chauffage. Le système de ventilation de ces unités peut être le système de ventilation naturelle le plus courant, ou il peut avoir des composants supplémentaires de purification de l'air tels que des filtres spéciaux [26].

### II.4.2. Composants de système CVC

Pour prolonger le cycle de vie des systèmes CVC, il est important de connaître et d'apprendre leurs composants. De cette façon, il devient plus facile d'identifier et de résoudre les problèmes.

Bien que les pièces d'un système CVC varient selon le type d'équipement, il y a 6 composants principaux que vous devez connaître si vous devez entretenir ou nettoyer votre système CVC [26]:

#### **II.4.2.a      Echangeur de chaleur**

Les échangeurs de chaleur sont l'un des composants les plus importants d'une installation CVC. Ce composant aide au chauffage et au refroidissement. Il absorbe la chaleur générée dans la chambre de combustion et la déplace d'un endroit à un autre. L'échangeur de chaleur doit être inspecté et nettoyé tous les 12 mois pour identifier les premiers signes de dommages. Le moindre problème avec ce composant peut entraîner de graves problèmes de santé, comme une intoxication au monoxyde de carbone [26].

#### **II.4.2.b      Thermostat**

Un thermostat est utilisé comme contrôle pour réguler et stabiliser la température dans un bâtiment résidentiel ou commercial. Il permet à l'utilisateur de régler la température et les conditions idéales. Le thermostat doit être correctement installé et calibré pour éviter une usure prématurée due à un dépassement ou à des systèmes inefficaces [26].

#### **II.4.2.c      Chambre de combustion**

La chambre de combustion, également connue sous le nom de brûleur, est responsable de la génération de l'air chaud qui est distribué par le système CVC. Lorsque le mélange d'oxygène et de gaz pénètre dans la chambre de combustion, le cycle de chauffage commence, puis une veilleuse ou un bâton lumineux est allumé pour enflammer le mélange de manière contrôlée [26].

#### **II.4.2.d      Soufflerie**

Le moteur du ventilateur est un composant petit mais important du système CVC. Il est responsable du déplacement de l'air chauffé ou refroidi à travers les conduits. Une fois que l'échangeur de chaleur a chauffé l'air à la température souhaitée définie par le thermostat, le moteur du ventilateur active son ventilateur, soufflant l'air à travers les conduits pour une distribution dans toute la maison ou le bâtiment [26].

#### **II.4.2.e      Serpentin du condenseur et compresseur**

Le serpentin du condenseur ou le compresseur est responsable de l'évacuation de l'air chaud vers l'extérieur. Il abaisse la température interne en siphonnant l'air chaud de l'intérieur. En utilisant un réfrigérant, il permet la circulation de l'air et la circulation du filtre. Les serpentins du

condenseur sont situés à l'extérieur d'une maison ou d'un bâtiment et sont donc susceptibles de collecter des feuilles, de la saleté ou des débris qui peuvent affecter les performances du système.

Pour le maintenir en bon état de fonctionnement, un entretien et un nettoyage réguliers sont nécessaires [27].

#### **II.4.2.f Serpentin de l'évaporateur**

Comme le serpentin du condenseur, il aspire également l'air chaud de l'intérieur. Cependant, au lieu de l'évacuer à l'extérieur, il utilise un réfrigérant pour refroidir cet air chaud, qui est ensuite distribué à travers le climatiseur pour abaisser la température à l'intérieur. Un entretien et un nettoyage réguliers sont également nécessaires pour éviter que l'évaporateur ne gèle ou ne soit endommagé [27].

### **II.5 Transfert de chaleur**

#### **II.5.1. Définitions**

Un transfert thermique est le transfert d'énergie thermique d'une source à une autre, il se transmet spontanément de celui qui a la température la plus élevée à celui qui a la température la moins élevée. C'est un transfert d'énergie irréversible [28].

#### **II.5.2. Type des transferts de chaleur**

Il existe trois modes de transfert de chaleur, à savoir la conduction, la convection et le rayonnement :

##### **II.5.2.a Conduction**

Le transfert thermique considéré à lieu à travers un milieu matériel macroscopiquement au repos. C'est au niveau microscopique que le transfert d'énergie s'effectue de proche en proche. On parle de conduction (ou diffusion) thermique. Les métaux sont bons conducteurs thermiques (cela est dû aux électrons libres qui participent à l'échange microscopique d'énergie). Le bois, le verre, la laine de verre sont des solides mauvais conducteurs de la chaleur (et sont isolants électriques).

Les liquides et les gaz présentent également une conductivité thermique, beaucoup plus faible dans le cas des gaz. La diffusion thermique, au même titre que la diffusion de particules et la conduction électrique, sont des exemples de « phénomènes de transport » [28].

### II.5.2.b Convection

A l'inverse de la conduction thermique (de type « diffusif »), la convection correspond à des transports supportés par des mouvements macroscopiques de la matière. Par exemple, dans un fluide (gaz ou liquide), les différences de température au sein du milieu entraînent des mouvements convectifs.

L'air chaud au voisinage d'un radiateur d'une pièce d'habitation est plus léger, tend ainsi à s'élever et à être remplacé par de l'air plus froid, provoquant de la sorte une convection qui tend à uniformiser la température de la pièce. Pour les gaz, la convection est bien plus efficace que la conduction dans un même gaz immobile [29].

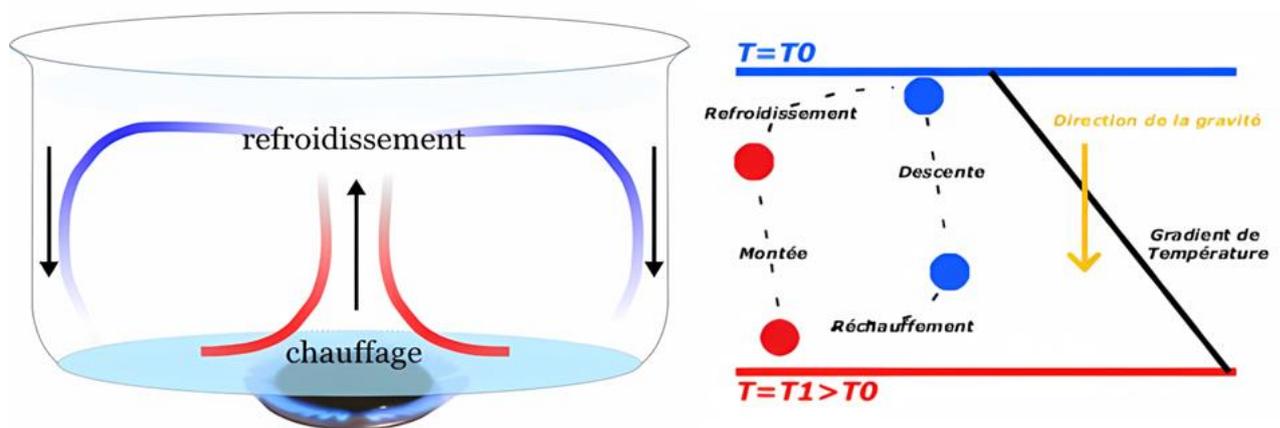


Figure II. 10: Principe de la convection thermique [30].

### II.5.3. Champ de température

Le transfert d'énergie dépend de l'espace et Temps de température :  $T = f(x, y, z, t)$ . Valeur instantanée de la température en tout point L'espace est une quantité scalaire appelée champ de température. Nous distinguerons deux cas [31] :

- Champ de température indépendant du temps : l'état est considéré comme permanent ou stationnaire.
- Evolution du champ de température dans le temps : l'état est considéré comme variable ou transitoire.

### II.5.4. Gradient de température

Si nous unissons tous les points de l'espace avec la même température, nous obtenons une surface appelée surface isotherme. Le changement de température par unité de longueur le long du maximum de surface normale à surface isotherme. Cette variation est caractérisée par un gradient de température [31] :

**Isotherme  $T_0$  :**

$$\overrightarrow{\text{grad}} (T) \Rightarrow \overrightarrow{\text{grad}} (T) = \vec{n} \frac{\partial T}{\partial n} \quad (\text{II. 1})$$

Avec :  $\vec{n}$  vecteur unitaire de la normale.

$\frac{\partial T}{\partial n}$  : Dérivée de la température le long de la normale.

### II.5.5. Flux de chaleur

La chaleur s'écoule sous l'influence d'un gradient de température des hautes vers les basses températures. La quantité de chaleur transmise par unité de temps et par unité d'aire de la surface isotherme est appelée densité de flux de chaleur Où S est l'aire de la surface ( $\text{m}^2$ ) [ 31] :

$$\phi = \frac{dQ}{Sdt} \quad (\text{II. 2}).$$

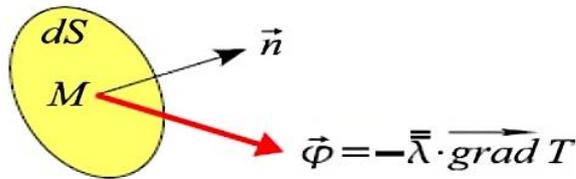
On appelle flux de chaleur la quantité de chaleur transmise sur la surface S par unité de temps :

$$\phi = \frac{dQ}{dt} \quad (\text{II. 3}).$$

### II.5.6. Loi de Fourier :

Soit  $T(x, y, z; t)$  la température au point M de coordonnées  $(x, y, z)$  à l'instant  $t$ . Considérons en un point M un élément de surface  $dS$  infiniment petit, Soit un vecteur unitaire et normal à  $dS$ . La puissance thermique (quantité de chaleur par unité de temps) qui traverse  $dS$  dans le sens  $\vec{n}$  est égale à (loi de Fourier) [31] :

$$d\phi = \vec{n} \cdot (-\bar{\lambda} \cdot \overrightarrow{\text{grad}} T) ds = \vec{n} \cdot \vec{\phi} ds \quad (\text{II. 4}).$$



### II.5.7. Loi de Newton

La loi fondamentale de la convection ou la loi de Newton, traduite par la relation expérimentale de flux de chaleur échangé par convection entre un fluide et une paroi solide [32].

$$\phi_{\text{Conv}} = h_c \cdot S \cdot (T_1 - T_2) \quad (\text{II. 5})$$

$\phi_{\text{Conv}}$  : Flux thermique par convection en Watt.

$h_c$  : coefficient de transfert par convection en  $\text{w/m}^2\text{c}$ .

$S$  : surface de l'élément considéré en  $\text{m}^2$ .

$T_1 - T_2$  : différence des températures intérieure et extérieure en  $^\circ\text{C}$ .

• Le coefficient de transfert thermique  $h$ , dépend de :

- La vitesse de circulation du fluide.
- L'écart de température  $AT$ .
- La nature du fluide.

Dans le cas d'une paroi de bâtiment, il existe deux coefficients de transmission thermique par convection (interne et externe)  $h_{\text{int}}$  et  $h_2$  [32].

### II.5.8. Expressions des flux d'énergie

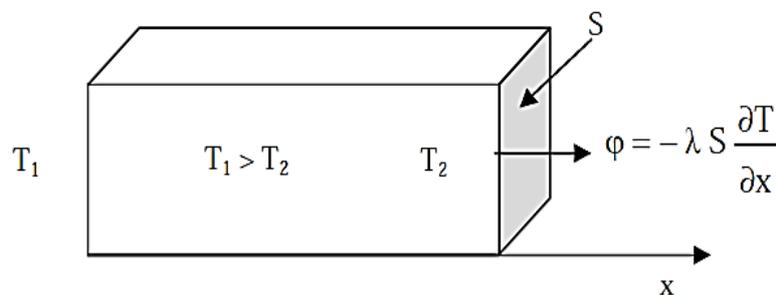
Il faut ensuite établir les expressions des différents flux d'énergie. En reportant ces expressions dans le bilan d'énergie, on obtient l'équation différentielle dont la résolution permet de connaître l'évolution de la température en chaque point du système.

C'est le transfert de chaleur au sein d'un milieu opaque, sans déplacement de matière, sous l'influence d'une différence de température. La propagation de la chaleur par conduction à l'intérieur d'un corps s'effectue selon deux mécanismes distincts : une transmission par les vibrations des atomes ou molécules et une transmission par les électrons libres. La théorie de la conduction repose sur l'hypothèse de Fourier : la densité de flux est proportionnelle au gradient de température[31]:

D'après l'équation (4) :  $\vec{\varphi} = -\lambda \cdot S \overrightarrow{grad}(T) \Rightarrow$  Ou sous forme algébrique :  $\varphi = -\lambda \cdot S \frac{\partial T}{\partial x}$ .

Avec :

- $\varphi$  : Flux de chaleur transmis par conduction (W).
- $\lambda$  : Conductivité thermique du milieu ( $\text{W m}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$ ).
- $X$  : Variable d'espace dans la direction du flux (m).
- $S$  : Aire de la section de passage du flux de chaleur (m<sup>2</sup>).



**Figure II. 11:** Schéma du transfert de chaleur conductif [31].

## Conclusion

Dans ce deuxième chapitre, nous avons présenté les informations principales des turbomachines. Après, on a donné généralité sur le système CVC, avec les différents systèmes "système diffusion par déplacement et système de diffusion par mélange". Aussi, nous avons également présenté des généralités sur le transfert de chaleur, ses types et les lois les plus importantes à ce sujet. Le chapitre suivant portera sur la construction électrique et mécanique.

**Chapitre III :**

**Constructions électriques et  
mécaniques**

### III.1 Introduction

Dans ce chapitre nous avons présenté les descriptions et les différents matériels qu'on a utilisés pour la réalisation de ce système de climatisation et de refroidissement de l'eau potable.

Donc, on a deux parties traité dans ce système, la première partie c'est la climatisation et la deuxième partie c'est le refroidissement de l'eau potable.

### III.2 Description de la machine

Ce système présente un dispositif innovant qui utilise le cycle de réfrigération comme moyen de refroidissement de l'eau et de l'air, et il peut être utilisé dans les environnements domestiques, commerciaux et industriels, en particulier dans les bureaux pour fournir un refroidissement confortable et efficace de l'air et de l'eau potable. Cet appareil se caractérise par son design élégant et moderne. Il présente une structure rigide qui améliore efficacement le flux et la direction de l'air. De plus, il est disponible en différentes tailles et formes. L'unité de réfrigération et de climatisation d'eau potable utilise l'eau refroidie du réservoir par l'évaporateur du cycle de réfrigération comme source de refroidissement de l'air.

Ce système réduit la propagation des polluants et des virus car il dépend du déplacement de l'air au lieu de mélanger l'air avec l'air ambiant. Il peut être utilisé dans les environnements domestiques, commerciaux et industriels, en particulier dans les bureaux, pour fournir un refroidissement confortable et efficace de l'air ainsi que de l'eau potable. Cette unité est plus silencieuse que certains autres systèmes de climatisation et de réfrigération, fournissant de l'air frais dans un environnement calme et sain. De plus, il est équipé d'un système de contrôle.

Le nouveau système de réfrigération pour la climatisation et l'eau potable fonctionne avec une bonne efficacité, ce qui permet d'économiser de l'énergie et de réduire la facture d'électricité. L'utilisation de ce système de refroidissement est une alternative écologique à certains des systèmes de refroidissement conventionnels. Ses composants internes sont faciles d'accès pour faciliter son entretien et son nettoyage, assurant ainsi une longue durée de vie et des performances durables de l'appareil.

- ❖ Pour la réalisation de ce système, on a utilisé les pièces suivantes :

**III.1.1 Compresseur hermétiques**

Les compresseurs hermétiques (fermés hermétiquement) et le moteur sont toujours intégrés dans les systèmes de CVC (chauffage, ventilation et climatisation). Le moteur est conçu pour fonctionner à l'intérieur du boîtier et est refroidi par le gaz réfrigérant qui est comprimé. Un compresseur hermétique utilise un boîtier en acier soudé d'une seule pièce qui ne peut pas être ouvert pour réparer ou entretenir l'entraînement du moteur, mais il garantit également qu'il n'y a aucune fuite de gaz hors du système.

Le principal avantage d'un compresseur hermétique est un faible rapport g/W, grâce à sa conception qui lui permet de tourner à des vitesses plus élevées que les compresseurs ouverts et semi-hermétiques. Les compresseurs hermétiques ont une structure beaucoup plus simple que les compresseurs semi-hermétiques et ouverts. Il en résulte un taux de défaillance plus faible, moins de bruit et de vibrations. Leur installation nécessite moins d'espace et la maintenance est plus facile.

Les compresseurs hermétiques sont également parfaitement adaptés à la technologie des onduleurs, notamment avec les moteurs BLDC. Par rapport aux compresseurs semi-hermétiques à onduleur, les compresseurs hermétiques se caractérisent par un rendement plus élevé, une consommation d'énergie plus faible et une plus grande plage de modulation de capacité [33].

**Tableau III.1 : Caractéristiques des types de compresseur hermétique [34].**

Modèle	Déplacement (cm <sup>3</sup> )	Alimentation V/Hz	Cheval puissance HP	Capacité de refroidissement ASHAE -23.3 °C			Cop W/W	Types moteur	Refroidissement	Réfrigérant
				watt	Kcal/hr	But/h				
QD30LW	3.08	220-240 /50-60	1/12	68	59	232	0.93	RSIR	ST	R134a
		110-115/60	1/10	76	66	259	1.00			
QD36LW	3.68	220-240 /50-60	1/9	86	74	293	0.93			
		110-115/60	1/8	94	81	321	0.98			
QD30	3.00	220-240 /50-60	1/12	62	54	212	0.91			

		110-115/60	1/11	70	60	239	0.97			
QD36	3.60	220-240	1/9	80	69	273	0.91			
		/50-60								
		110-115/60	1/959	88	76	300	0.98			

❖ Dimensions de compresseur

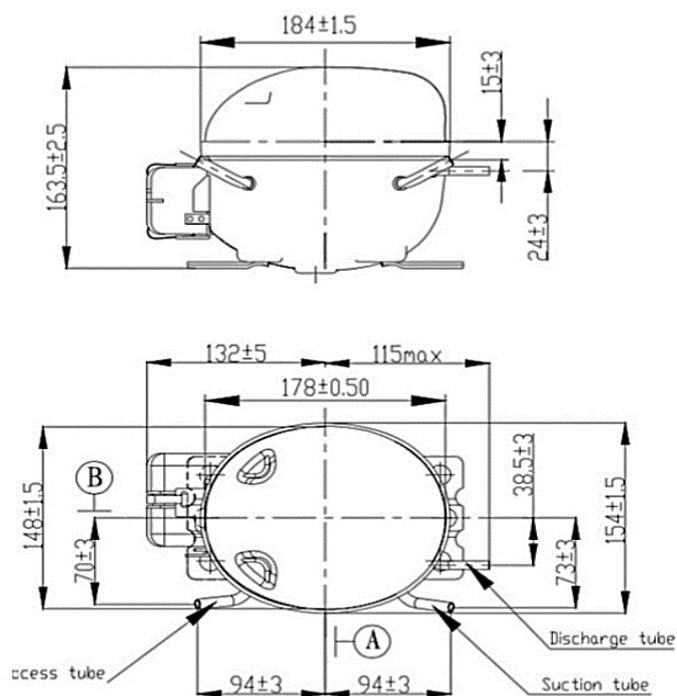


Figure III.9 : Dimensions de compresseur [35].



Figure III.10 : Compresseurs hermétiques [36].

### III.2.1 L'évaporateur

L'évaporateur d'un climatiseur ou d'une pompe à chaleur est la partie du circuit dans laquelle le fluide frigorigène capter de la chaleur au profit d'un fluide caloporteur ou de l'air dans le cas d'un circuit à détente directe. En amont de l'évaporateur le détendeur du circuit frigorifique permet de décompresser le fluide frigorigène. Au cours du passage dans l'évaporateur, le fluide frigorigène passe de l'état liquide à l'état gazeux (évaporation) [31].

Ce changement d'état produit un brusque refroidissement du fluide qui va se réchauffer tout au long du passage dans l'évaporateur, captant la chaleur du milieu dans lequel il est (fluide caloporteur, air). Comme le condenseur, l'évaporateur se présente la plupart du temps sous forme d'un échangeur muni d'une multitude d'ailettes destinées à augmenter la surface d'échange thermique [37].



Figure III.11 : Photo de d'évaporateurs de machinés.

### III.2.2 Le condenseur

Le condenseur de climatisation est une pièce essentielle se trouvant à la suite du compresseur de climatisation. Il refroidit le gaz comprimé par le compresseur (étape précédente du cycle) afin que ce dernier soit par la suite détendu (car la détente d'un gaz produit du froid, le principe tout bête de la climatisation). Le condenseur de climatisation est une pièce plutôt fiable qui ne nécessite que peu d'entretien. Il peut toutefois être fissuré et donc provoquer des fuites de gaz. Un manque de gaz peut endommager certains éléments du circuit à la longue.

Pour éviter les problèmes liés au condenseur de climatisation, il convient d'utiliser un traceur afin de détecter les éventuelles fuites de gaz [38].



Figure III.12 : Condenseur de la machine.

### III.2.3 Filtre

Le filtre à gaz est un élément important qui contribue au cycle de refroidissement. La crépine à gaz convertit le gaz comprimé en liquide et le filtre avant qu'il ne pénètre dans l'évaporateur du réfrigérateur.

La crépine à gaz est généralement installée à l'arrière, elle comporte un mince tube en spirale qui sert à réduire la pression sur le gaz comprimé sortant du compresseur. Lorsque le gaz comprimé traverse le filtre à gaz, il est converti en liquide en raison d'une réduction soudaine de la pression. Les liquides résultants sont filtrés de la crépine à gaz pour éliminer les impuretés ou dépôts éventuellement-présents.

Après avoir fait passer le gaz à travers une passoire à gaz et l'avoir transformé en liquide, le liquide passe dans l'évaporateur. Le liquide est à nouveau évaporé pour se transformer en gaz et attire la chaleur de l'intérieur.

De plus, le filtre à gaz agit également comme un séparateur gaz-liquide, le liquide condensé étant dirigé vers un évaporateur tandis que le gaz évaporé est dirigé vers le compresseur pour être comprimé à nouveau et répéter le cycle de refroidissement [39].

On peut dire que le rôle de la crépine à gaz est de convertir le gaz comprimé en liquide et de le filtrer pour éliminer les impuretés et les dépôts, ainsi que de diriger le liquide vers un évaporateur et le gaz vers le compresseur pour terminer le cycle de refroidissement [39].



**Figure III.13 : Filtre de la machine .**

#### **III.2.4 Détendeur " Capillary tube valve "**

Un détendeur dans un circuit frigorifique est un organe qui assure le bon fonctionnement de la chambre-froide. Le détendeur est situé après le déshydrater et avant l'évaporateur, son rôle est d'assurer le bon remplissage de l'évaporateur en fluide frigorigène, le fluide frigorigène parcourt le détendeur à l'état liquide. Le fluide par dans une buse qui diminue sa pression ainsi que sa température, une relation pression température (une chute de pression = une chute de température). Une buse fixée à la sortie de l'évaporateur permet de donner une information au détendeur "augmenter le débit de fluide ou diminuer le débit" [40].



Figure III.14 : Détendeur de machine.

### III.2.5 Valve

C'est un dispositif métallique qui est monté sur la tête ou le haut de la bouteille contenant le gaz. La vanne est un élément indispensable de la bouteille de gaz et remplit d'importantes fonctions de contrôle du débit de gaz et de réglage de la pression. Le trou de chargement est généralement situé sur le côté supérieur de la vanne et sert à connecter le tuyau de chargement de gaz à la bouteille. La valve est habituellement en laiton ou en acier inoxydable pour assurer la résistance et l'endurance. Il est utilisé dans le système de climatisation. La vanne régule le débit du gaz refroidi et l'ajuste en fonction des besoins de refroidissement spécifiques. L'ouverture de la vanne peut être ajustée pour permettre à une certaine quantité de gaz de s'écouler [41].

De plus, la vanne agit comme un produit d'étanchéité en cas de fuite dans le système. Ainsi, la vanne est fermée pour empêcher le gaz de s'échapper du système et pour préserver la quantité de gaz refroidi dans celui-ci. La vanne est également utilisée comme soupape de sécurité pour protéger le système contre une surpression de gaz dangereuse, s'ouvrant lorsque la pression de sécurité est dépassée pour relâcher la pression et évacuer l'excès de gaz.

La conception, le fonctionnement et la maintenance d'une vanne unique doivent être effectués conformément aux normes et spécifications techniques requises. La conception, le fonctionnement et la maintenance de la vanne doivent être effectués correctement conformément aux paramètres techniques et aux instructions nécessaires pour assurer son fonctionnement sûr et efficace [41].

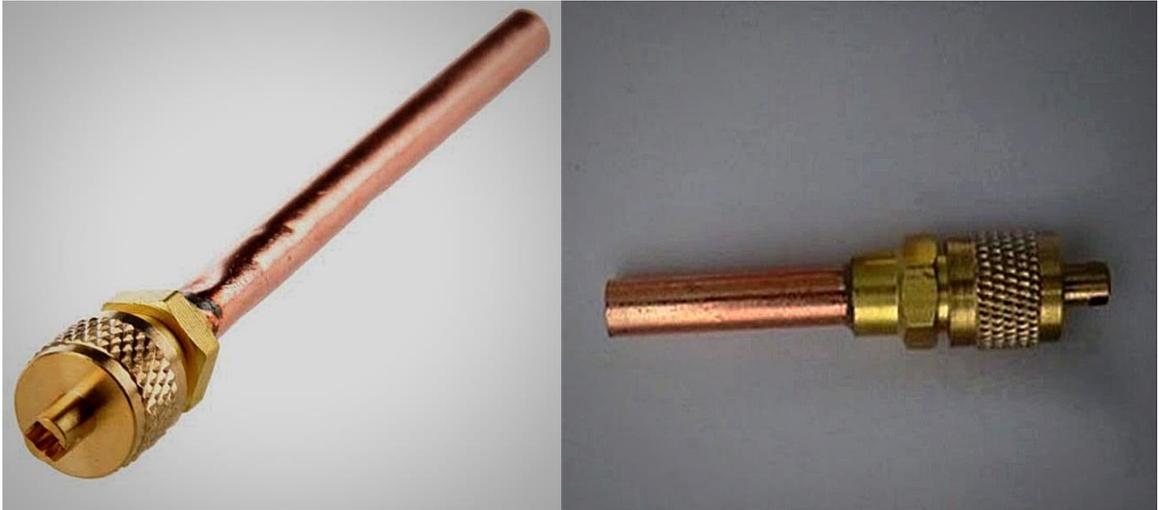


Figure III.15 : Valve de compresseur.

### III.2.6 Ventilateur axial

Les ventilateurs axiaux sont un dispositif utilisé pour créer un flux d'air en déplaçant l'air parallèlement à l'axe de rotation du ventilateur. Ils sont les plus couramment utilisés dans une variété de ventilation. Un ventilateur axial se compose généralement d'un boîtier, d'un moteur et d'un ventilateur. Le moteur est responsable de la rotation du ventilateur et peut être alimenté par de l'électricité, de l'air comprimé ou d'autres sources d'énergie [42].

Le ventilateur est la partie principale du ventilateur axial. Il se compose de quatre lames incurvées montées sur un axe central. Lorsque le moteur allume le ventilateur en alternance, les pales agissent comme des ailes et génèrent une différence de pression, ce qui provoque le déplacement de l'air. L'air est aspiré par le centre du ventilateur et est expulsé sur les côtés, dans une direction parallèle à l'axe de rotation.

Le ventilateur est conçu pour créer un flux d'air en ligne droite, dans lequel l'air est déplacé le long d'un chemin rectiligne. Le ventilateur axial se caractérise par sa capacité à déplacer de grands volumes d'air, également en trois dimensions avec une longueur de 45 cm, une largeur de 40 cm et également une hauteur de 16,5 cm [42].

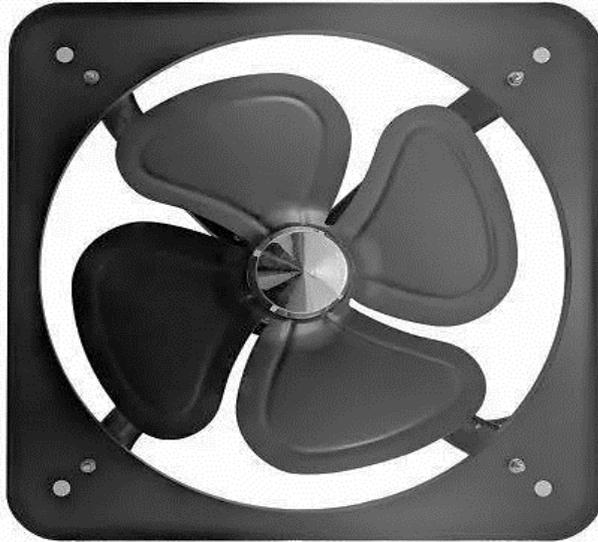


Figure III.16 : Ventilateur axial.

### III.2.7 Tampon de cellulose de refroidissement par évaporation

Tampon de cellulose de refroidissement par évaporation se compose de plaques de cellulose conçues en séquence inverse avec un système de ruche, les plaques ont une très grande capacité d'absorption d'eau et sont traitées chimiquement avec des matériaux inodores, pour obtenir des propriétés hydratantes idéales [43].

Grâce à l'excellente conception, il est possible de garantir que nos cellules atteignent la meilleure qualité possible. La conception permet une saturation élevée de l'air et l'absence de déséquilibre de la pression de l'air dans différentes conditions météorologiques. La société fournit de nombreuses tailles différentes selon les demandes des clients

Le système de refroidissement est conçu avec les derniers systèmes modernes connus, ce qui empêche la formation d'algues sur les cellules ou les barrières [43].

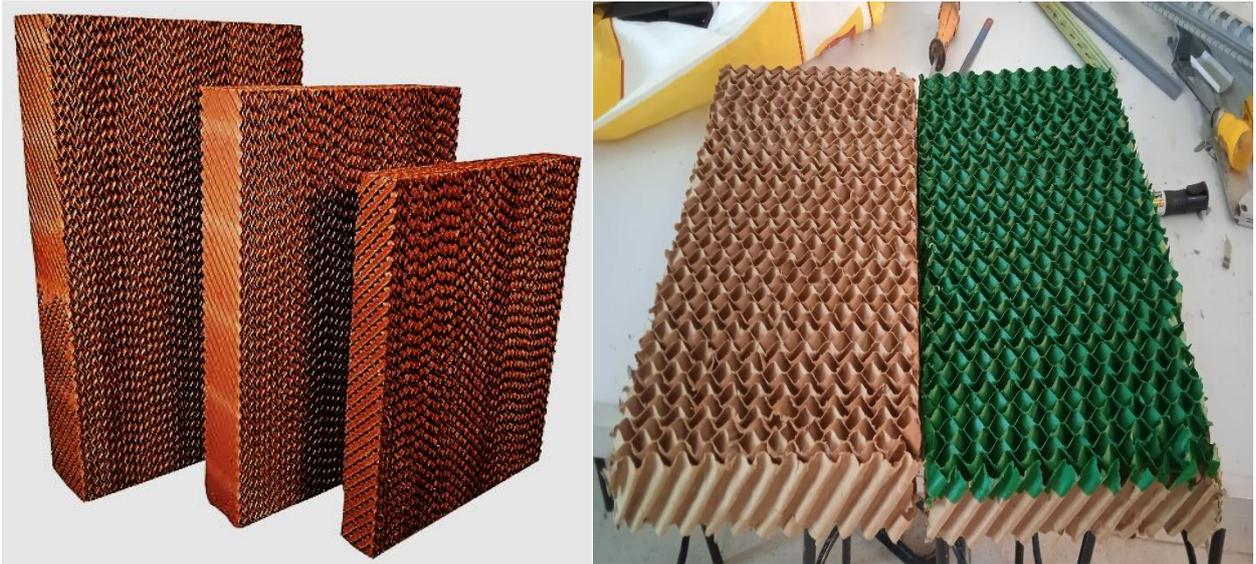


Figure III.17 : Tampon de cellulose de refroidissement par évaporation.

### III.2.8 Thermostat de climatiseur

Le Thermostat de climatiseur est un dispositif utilisé dans les systèmes de climatisation pour contrôler la température et réguler le travail du climatiseur. L'objectif principal du thermostat du climatiseur est d'atteindre une température spécifique et stable à l'intérieur de l'endroit climatisé.

Le Thermostat de climatiseur, c'est un élément important du système de refroidissement, il est généralement placé près du compresseur et remplit la fonction de régulation de la marche et de l'arrêt du compresseur en fonction des informations de température détectées, il est utilisé pour désactiver le compresseur et changer sa capacité de la pression la plus basse à la plus grande pression en cas de besoin, via un interrupteur manuel ou automatique, le thermostat AC fonctionne selon le principe de la rétroaction négative, où la température actuelle est mesurée et comparée à la valeur cible.

Si la température actuelle dépasse la valeur cible, le thermostat envoie un signal pour éteindre l'unité de refroidissement. Lorsque la température actuelle tombe à une valeur inférieure à la valeur cible, le thermostat envoie un signal pour rallumer l'unité de refroidissement [44].



**Figure III.18 :** Thermostat de machine [45].

### III.2.9 Tuyaux

Des tuyaux et des tuyaux sont utilisés pour diriger le flux d'eau du puisard à travers la pompe vers Tampon de cellulose de refroidissement par évaporation. Ils sont connectés à l'entrée du réservoir de l'eau et à la sortie du réservoir de l'eau.



**Figure III.19 :** Tuyaux de station d'eau de climatiseur.

### III.2.10 Pompe

Une pompe est un dispositif qui déplace l'eau de l'aquarium dans des refroidisseurs pour fournir un débit d'eau constant. Cette pompe est utilisée dans les bassins pour l'écoulement et le déplacement de l'eau.

Une pompe de puisard se compose généralement d'un moteur à alimentation électrique, d'un ventilateur ou d'un rotor monté sur le moteur, d'un boîtier contenant le moteur et le ventilateur, et de tuyaux ou flexibles pour le raccordement entre la pompe et le puisard. Lorsque la pompe est mise en marche, l'énergie électrique du moteur est convertie en mouvement de rotation. Le ventilateur ou le rotor tourne à grande vitesse, extrayant l'eau de l'évier et la poussant fortement à travers les tuyaux ou tuyaux connectés. La sortie d'eau de la pompe est dirigée vers différentes zones du conditionneur pour obtenir un débit constant et déplacer l'eau dans toutes les parties du Tampon de cellulose de refroidissement par évaporation [46].



Figure III.20: Pompe centrifuge.

### III.2.11 Petit ventilateur

Un petit ventilateur est un dispositif utilisé pour refroidir un compresseur, le ventilateur fonctionne en faisant tourner ses pales à grande vitesse pour éloigner l'air chaud des pièces internes pour les refroidir et maintenir une température appropriée, le ventilateur a une petite taille, où il est spécialement conçu pour s'adapter à l'espace limité. Le ventilateur mesure 120 mm et est également en matière plastique. Un petit ventilateur 12 V est un élément important, car il joue un rôle clé dans la prévention de la surchauffe et le maintien de bonnes performances du compresseur. Il est alimenté par de petits moteurs alimentés en électricité directe (DC) [47].

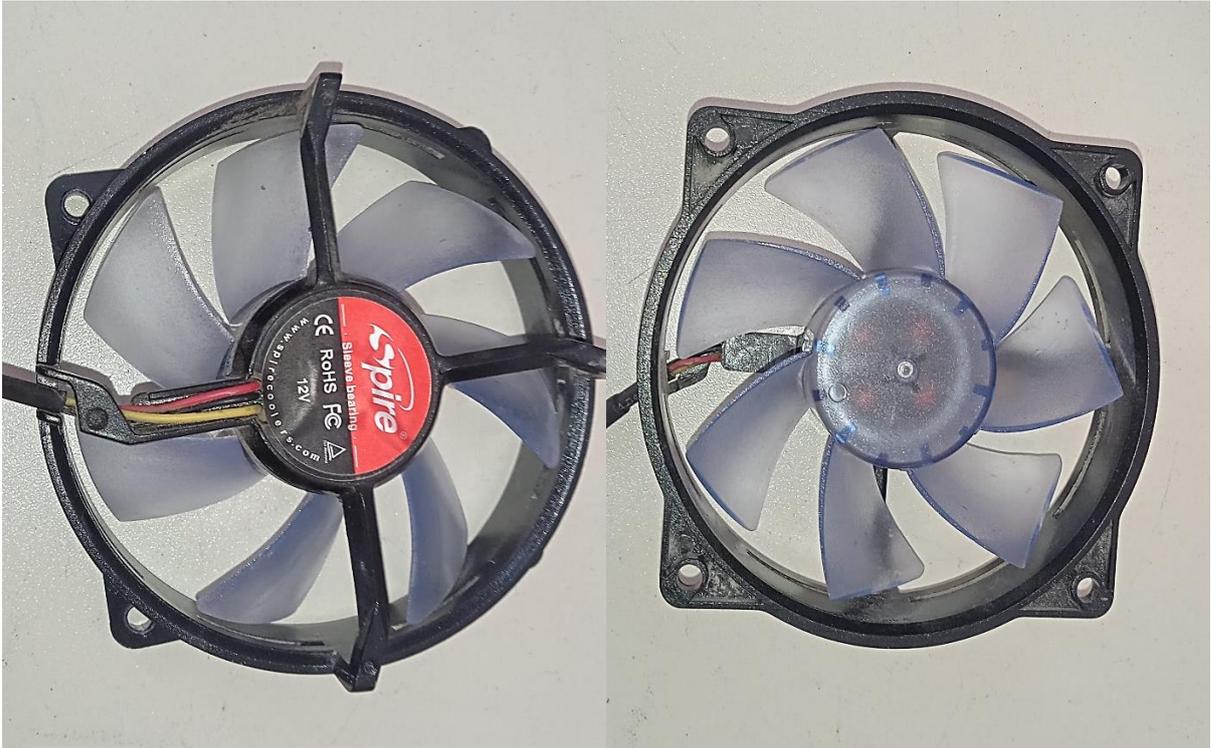


Figure III.21 : Petite ventilateur de compresseur.

### III.2.12 Robinet d'eau

Un robinet d'eau est un dispositif utilisé pour contrôler le débit d'eau. Ensuite, il est installé sur le côté de l'appareil, déplacez la pince supérieure du robinet vers le haut ou vers le bas pour contrôler le débit d'eau qui le traverse, de sorte que le bassin inférieur soit rempli d'eau froide du bassin supérieur à pomper à travers la pompe pour une utilisation dans le refroidissement par évaporation isolant de la cellulose.



Figure III.22 : Robinet d'eau.

### III.2.13 Partie commande

Le système de commande est un système utilisé pour contrôler l'allumage et l'extinction à distance, sans avoir besoin d'être à côté du climatiseur. Cet appareil permet d'allumer ou d'éteindre facilement le climatiseur. Le système se compose d'un émetteur et d'un récepteur. L'émetteur est relié au climatiseur.

Le récepteur reçoit des signaux de l'émetteur et exécute des commandes marche / arrêt. Lorsque vous utilisez un système marche-arrêt à distance, vous pouvez contrôler le climatiseur de n'importe où dans la maison, sans avoir à vous tenir à côté. Vous pouvez allumer le climatiseur en cas de besoin pour ventiler la pièce ou refroidir l'air, et l'éteindre lorsqu'il n'est pas nécessaire de l'utiliser, pour plus de commodité.



Figure III.23. Appareil de commande de machine.

### III.2.14 Schéma de la commande

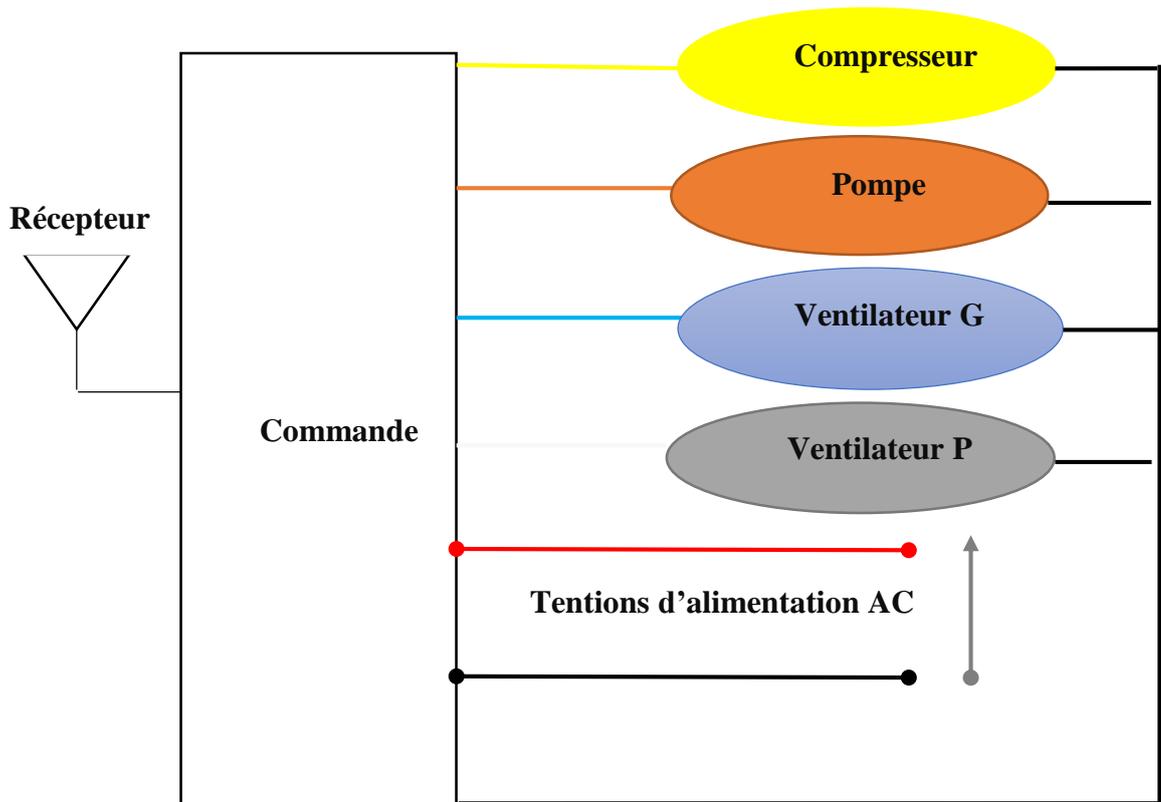


Figure III.24 : schéma de commande de machine.

### III.3 Avantages de système

Le nouveau système de climatiseur présente plusieurs avantages, notamment :

- 1)- Refroidissement de l'air ambiant.
- 2)- Humidifier l'air et réduire la sécheresse de l'air ambiant. Cela contribue à minimiser les effets négatifs de l'air sec.
- 3)- Minimiser la dispersion des polluants et des virus, et ainsi améliorer la qualité de l'air entrant dans l'endroit, ce qui se traduit par un environnement respiratoire sain et pur.
- 4)- Économiser de l'électricité, car il consomme moins d'électricité par rapport aux systèmes de refroidissement traditionnels, ce qui se traduit par des économies sur les factures d'électricité.
- 5)- Respectueux de l'environnement parce qu'il contribue au maintien d'un écosystème sain.
- 6)- Refroidissement de l'eau potable.

- 7)- Il répartit l'air refroidi uniformément dans toutes les directions de la salle, ce qui assure un refroidissement homogène à l'intérieur du lieu et évite également la formation de zones chaudes ou froides déséquilibrées, ce qui conduit à un confort thermique pour les individus et offre un environnement confortable pour le travail ou la détente.

#### **III.4 Etape de réalisation de système**

La première étape : les principaux dispositifs sont préparés : (plaques d'aluminium, compresseur, évaporateur, détendeur, condenseur .....). Ensuite, nous avons conçu l'exosquelette, pour la fabrication de cette structure, nous avons utilisé des feuilles d'aluminium d'une épaisseur de 1 mm et également une conception tridimensionnelle, à savoir la longueur est de 35 cm, la largeur est de 45 cm et également la hauteur est de 145 cm.

La deuxième étape : l'installation du ventilateur et du réservoir en bas et le chargement du compresseur avec du liquide de refroidissement, le début de l'expérimentation préliminaire de la climatisation et du refroidissement par eau.

Troisième étape : commencez à améliorer le rapport d'air de sortie en ajoutant un refroidissement par évaporation de cellulose sur les côtés pour améliorer la quantité d'air froid, en plaçant une pompe à eau pour transférer l'eau froide du réservoir (qui est en contact direct avec l'évaporateur).

Quatrième étape : nous avons installé une télécommande pour contrôler le "compresseur, la pompe, le ventilateur", nous avons donc de plus ajouté une porte arrière dans la cellulose pour le refroidissement par évaporation afin d'augmenter et d'améliorer le refroidissement par air.

La cinquième étape : le traitement final, l'installation d'accessoires pour les appareils externes et le réglage de tous les équipements internes.

III.5 Spécification générale de climatisation et de refroidissement de l'eau potable



Figure III.25 : spécification générale de système

Dans ce tableau, nous avons mentionné ces appareils de ce système :

Tableau III.2 : spécification générale de système de climatisation et refroidissement par l'eau potable.

01	Couvercle pour insérer une fiole à l'eau.
02	Télécommande.
03	Sortie d'eau chaude et froide.
04	Roues de machine.
05	Robinet.
06	Ventilateur axiale.
07	Tampon de refroidissement en papier.
08	Couverture extérieure de Tampon de refroidissement en papier.
09	Évaporateur.
10	Une porte dérobée pour les réparations.
11	Filtre de liquide frigorigène.
12	Cordon d'alimentation.
13	Structure externe.
14	Réservoir.

### III.6 Conclusion

Dans ce dernier chapitre, nous avons présenté les différents dispositifs permettant de construire un système de climatisation et un système de refroidissement d'eau potable. Nous avons parlé sur les caractéristiques et avantages de chaque appareil pour créer ce nouveau système, et les étapes pour le mettre en place.

## Conclusions générales

Différentes technologies sont utilisées dans les systèmes de refroidissement de l'eau, telles que les échangeurs de chaleur, les systèmes de réfrigération à compression, les refroidisseurs à air ou à eau, les tours de refroidissement et les systèmes de circulation d'eau. Chaque technologie présente des avantages et des inconvénients en termes d'efficacité énergétique, de coûts, de maintenance et d'impact environnemental.

Il est également important de prendre en compte les aspects de la qualité de l'eau lors de la conception et de l'exploitation des systèmes de refroidissement.

Les systèmes de refroidissement de l'eau potable et de l'air sont conçus pour abaisser la température de l'eau et de l'air à partir de sa source d'approvisionnement, telle qu'un réservoir ou une source naturelle, afin de répondre aux besoins de refroidissement spécifiques. Ces systèmes sont largement utilisés dans de nombreux domaines, tels que les hôtels, les restaurants, les installations industrielles, les hôpitaux et les complexes résidentiels, pour fournir de l'eau potable fraîche et agréable à boire. L'objectif principal des systèmes de refroidissement de l'eau potable et de l'air est de maintenir la température de l'eau et de l'air dans une plage sûre et confortable, généralement pour l'eau potable entre 4°C et 15°C et pour l'air 16°C et 30°C, en fonction des exigences réglementaires et des préférences des consommateurs.

Dans ce travail, nous avons développé un système de refroidissement innovant qui utilise le cycle de refroidissement pour le refroidissement de l'eau et de l'air en même temps, il peut être utilisé dans des environnements domestiques, commerciaux et industriels, en particulier dans les bureaux pour fournir un refroidissement confortable et efficace de l'air et de l'eau potable. Cet appareil a un design élégant et moderne. Il peut avoir une structure compacte et rigide qui permet d'optimiser et de diriger efficacement le flux d'air, et peut également être disponible en différentes tailles et formes pour répondre aux besoins de l'utilisateur.

Ce nouveau système de climatisation et de refroidissement de l'eau potable est fonctionné très efficacement, ce qui contribue à économiser de l'énergie et à réduire la facture d'électricité. L'utilisation de ce système de refroidissement est considérée comme une alternative respectueuse de l'environnement par rapport à certains systèmes de refroidissement traditionnels. Les composants de notre système doivent être facilement accessibles pour faciliter leurs maintenances et nettoyage et pour assurer donc une longue durée de vie et des performances durables de l'appareil.

# Bibliographie

- [1] **Cabezas-Gomez, L. and Jerez,** « J.M. A Review of Energy Efficiency Measures in HVAC Systems: Applications in Commercial and Residential Buildings », book, Building Technologies Research and Integration Center, Oak Ridge National Laboratory, One Bethel Valley Road, Oak Ridge, TN 37830 USA, Energy and Buildings, 248, p.111296.2021.
- [2] **Khan, M.A, Shakir. T, Ahmad. M,** Siddique.R, Ahmed. A, Awais. M. and Ali. S, « Design and Optimization of HVAC System: A Review. Sustainable Cities and Society », book, Department of Civil and Environmental Engineering, Chalmers Université of Technology, Gothenburg, Sweden, pp.222-240,2019.
- [3] **Yadav, M.K., Ruhela, R., Mishra, R. and Sharma, A,** « Performance Analysis of HVAC System: A Review. Materials Today: Proceedings », book, School of Electric Engineering, Kalinga Institute of Industrial Technologie, India, pp.1892-1897. 2020.
- [4] **Luh. J, Bartram. J,** « A systématique review of the impacts of water Qualité on health. Water Qualité », Expo sure and Health, 8(2), 105-124, 2016.
- [5] **Havelaar. A, H. Cawthorne, A. Angulo, F. J, Bellinger. D, Corrigan. T,Cravioto. A, ... & Uauy, R.** « World Health Organizations global estimâtes and Régional comparaisons of the Buren of foodporne disease en 2010 », journal, PLoS médecine, 12(12), e1001923, (2015).
- [6] **Allab, f.** « Etude et conception d`un dispositif de réfrigération Magnétique base sur l`effet magne torique géant », Thèse, G2ELab - Laboratoire de Génie Electrique de Grenoble, Grenoble,27 mai 2008.
- [7] **Chelli.l, kerdane. R, djouhri. N,** « Analyses des eaux de réseau de la ville de Bejaia et évaluation de leur pouvoir entartrant », mémoire de Master : génie chimique université a. Mira Bejaia, (p.86), 2013.
- [8] **Zoubeyr, m,** « étude et modelisation des fluides frigorifiques », Magister en génie mécanique Energétique, Université de Batna 2.2015.
- [9] **Chekirou.w,** « étude et analyse d`une machine frigorifique solaire a adsorption », these de doctorat, universite mentouri – constantine faculte des sciences exactes departement de physique specialite : energetique, 2008.
- [10] **Dekdouk .m,** « Conception et Réalisation D`une Machine Frigorifique Didactique », mémoire de master, Université Mohamed Khider de Biskra, Faculté des Sciences et de la technologie Département de Génie Mécanique Spécialité : Energétique, 2022.
- [11] **Pierre. r,Patrick. j, Jean. D,** « technologie des installations frigorifiques » 11eme edition, Dunod, Paris, 2004, 2011, 2015, 2021.
- [12] **selmi. h, daoui. i,** « simulation d'un cycle frigorifique à compression mécanique de vapeur fonctionnant avec le mélange zéotropique r410a ». mémoire master académique. université kasdi merbah ouargl a faculté des sciences appliquées département de génie mécanique.

2018.

- [13] **Christophe. C**, « Etude des fluides frigorigènes. Mesures et modélisations ». Thèse de docteur, génie des procédés Paris, 2003.
- [14] **Hamdouche. K**, « Modélisation des propriétés thermodynamiques des fluides frigorigènes ». Présentée pour l'obtention du diplôme de Magister En Génie Climatique, université men tourie de Constantine faculté des sciences de l'ingénieur département de génie climatique 2004.
- [15] **Dr baki touhami**, « machines frigorifiques et pompes à chaleur ». Cours, Exercices Corrigés et Travaux Pratiques, université des sciences et de la technologie d'Oran mohamed boudiaf faculté de génie mécanique département de génie mécanique, Avril 2021.
- [16] **Corinne. G**, « les accidents du travail liés à la maintenance de groupes frigorifiques embarqués sur véhicules importance relative et caractérisation », Scientifiques et Techniques de l'INRS Département Homme au Travail Laboratoire Ergonomie et Psychologie Appliquées à la Prévention Publication dans les Notes, Juillet 2004.
- [17] **OUAFI. R, KRIBECHE. A**, « Acquisition et supervision des caractéristiques d'un ventilateur axial pour un banc d'essai », Mémoire de Fin d'Etudes master Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Electromécanique, 2020/2021.
- [18] **O. bentata**, « turbomachines 1 à fluides incompressibles cours et exercice », département de génie mécanique université des sciences et de la technologie d'Oran, 2018.
- [19] <https://www.directindustry.fr/prod/systemair/product-41007-419738.html>.
- [20] **Boumaila. A, dhia. E**, « diagnostic des défauts d'un ventilateur m14a », mémoire fin d'étude master, université-badji Mokhtar –Annaba, 2017-2018.
- [21] **A. Hadj Said et i. Hadid**, « dimensionnement et mise en œuvre d'une installation de climatisation air/eau », mémoire de fin d'études master 2 université mouloud Mammeri Tizi-Ouzou, 2019-2020.
- [22] **RADJOUH. A, MECHETA. R**, « Etude expérimentale dynamique d'un jet d'air tourbillonnaire : Amélioration de la diffusion d'air dans les immeubles résidentiels », Mémoire de Fin d'Etudes En vue de l'obtention du diplôme: Université Mohamed El Bachir El Ibrahimi Bordj Bou Arreridj Faculté des Sciences et de la Technologie Département d'Electromécanique, 2020/2021.
- [23] **Bennadjem. F, oumelkheir. B, t boussoukaia**, "bruit de turbulence un indicateur sonore pour une instabilité thermo convective", mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de master en physique énergétique et énergies renouvelables, université Ahmed draia-adrar, 2017.
- [24] **A. Dia**, « simulation de jets d'air lobes pour l'optimisation des unités terminales de diffusion d'air », université de la rochelle, 2012.

- [25] [www.france.air.com](http://www.france.air.com).
- [26] **R. Laterchi et f. Z. Latrag**, « optimisation des performances énergétiques des bâtiments », mémoire de fin d'étude, université Mohamed Boudiaf - m'sila, 2020-2021.
- [27] <https://safetyculture.com/fr/themes/systemes-cvc/>.
- [28] **M. Linda**, « transfert de chaleur dans les oxydes poudres », mémoire de fin d'étude, université Mohamed khider de Biskra, 2019.
- [29] **M. Hamzaoui**, « simulation des transferts thermiques par convection et par conduction dans un palier hydrodynamique en présence d'un écoulement laminaire confiné », mémoire de magister, 28-11-2006.
- [30] **I. Behloul**, « onception et dimensionnement d'un radiateur automobile », mémoire de fin d'étude, université Saad dahlab de blida 1, 2018.
- [31] **A. Oubiche et O. Benkerane**, « simulation d'un système de climatisation d'une automobile avec le logiciel comsol multiphysics », mémoire de fin d'étude, Ouargla : université Kasdi merbah Ouargla, 08 / 06 / 2015.
- [32] **S. Mme Tabet**, « étude numérique de la convection naturelle dans une enceinte fermée partiellement chauffée », thèse de doctorat, pp. 20-21, 2017.
- [33] **C. Hacini**, « calcul des performances d'une machine frigorifique a compression de vapeur utilisant les fluides r22 et r134a », mémoire de fin d'étude, université Badji Mokhtar Annaba, 2019.
- [34] <https://www.climamaison.com/lexique/condenseur.htm>.
- [35] **C.t. Tran**, « méthodes de mesure in situ des performances annuelles des pompes a chaleur air/air résidentielles », thèse doctora, l'école nationale supérieure des mines de paris, 2012.
- [36] <https://areacooling.com/fr/p/158cz/>.
- [37] **M. Laissaoui**, « amélioration des performances d'une installation de turbine à gaz par refroidissement de l'air d'admission », mémoire de magister ,2011-2012.
- [38] **A. Rouag**, « intitulé contribution à l'étude du transfert thermique dans les échangeurs de chaleur des machines frigorifiques a adsorption », thèse de doctora lmd en génie mécanique, université Mohamed khider-biskra.2017 .
- [39] **Anderson jr, Alfred t**, « filtre-pressage à gaz et différenciation ignée. Le journal de géologie », pp. 55-72, 1984.
- [40] **H. Chaouki et z. Kessal**, « résolution du problème de chargement de liquide dans les puits gazéifiés par la technique fal (foam assisted lift) », mémoire pour obtenir le

Diplôme de Master Option : Production, Département de production des hydrocarbures, Université Kasdi Merbah Ouargla, 2016.

- [41] **Teh, Yong Liang, ooi, Kim tiow**, « étude théorique d'une nouvelle réfrigération » international journal of réfrigération, université technologique de Nanyang, Singapour., 2008.
- [42] **O. Aurelie**, « étude aérodynamique de ventilateurs axiaux réversibles a performance duale », thèse de doctora, institut supérieur de l'aéronautique et de l'espace, 19-10-2017.
- [43] **S. He**, « performance improvement of Natural draft dry cooling Towers using Wetter-medium évaporative pre-cooling », thésis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at, school of mechanical & mining engineering, l'université du Queensland, 2015.
- [44] **H. Almutairi**, « low energy air conditioning for», a thesis of doctor, the university of Manchester in the faculty of engineering and physical sciences, 2012.
- [45] <https://www.directindustry.fr/prod/selco-products/product-222061-2261657.htm>.
- [46] **I. Bousba**, "influence de la viscosité des liquides sur les performances des pompes centrifuges », thèse de doctorat, université Badji Mokhtar – Annaba, 2020.
- [47] **I. Moussa, M. Auwal et a. Harouna**, « développement of a Solar powered standing dc fan usinage three », American journal of engineering research (ajer), vol. 5, pp. 148-154, 2016.