

Chapitre III : Etude générale des machines

III-1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons considérer les machines thermiques qui permettent la conversion de l'énergie entre chaleur et travail mécanique.

III.2. Machines thermiques

Une machine thermique est une machine comportant plusieurs composants qui permettent la conversion de l'énergie en froid, chaleur ou travail en utilisant un cycle thermodynamique ouvert ou fermé.

On distingue deux types de machines :

- 1- Les machines dynamo-thermiques DT: qui convertissent ou utilisent un travail pour obtenir de la chaleur, ces machines sont généralement utilisées pour la réfrigération ou le pompage de la chaleur. la DT absorbe une quantité de travail qui lui permettra de récupérer de la chaleur d'une source froide et restituer une quantité de chaleur à la source chaude, comme ce transfert est contradictoire avec le principe « 0 », un travail extérieur est alors nécessaire (voir Fig.4)
- 2- Les machines thermo-dynamiques TD : qui convertissent de la chaleur en travail mécanique pour produire de l'énergie soit mécanique soit électrique, ces machines absorbent une quantité de chaleur de la source chaude (généralement par combustion) et la convertissent partiellement en travail mécanique en restituant l'excédent de chaleur à la source froide pour que le cycle recommence(Fig.5).

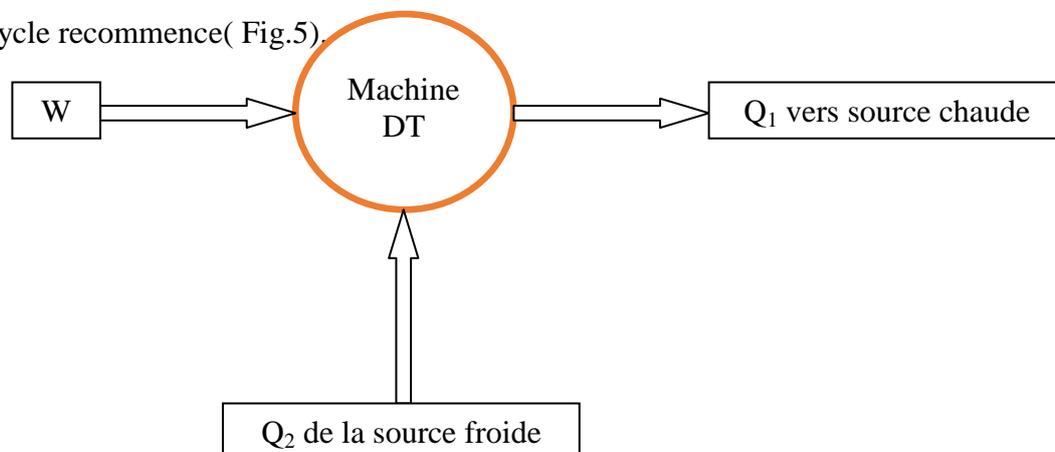


Fig4. Machines DT

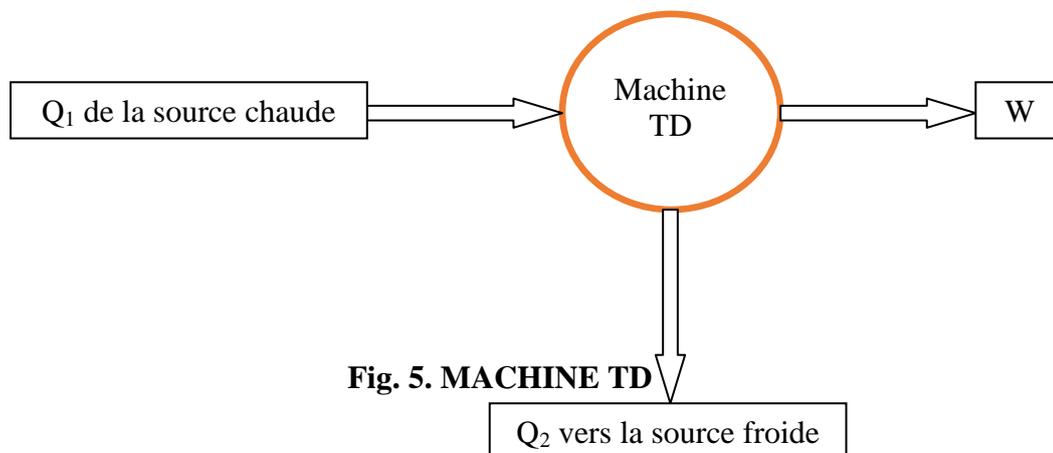


Fig. 5. MACHINE TD

On retrouve parmi les machines DT, les machines frigorifiques qui utilisent comme agent caloporteur un fluide frigorigène pour produire le froid (refroidir la source froide) et les pompes à chaleur dont l'objectif est de pomper la chaleur vers la source chaude (chauffer la source chaude).

III-3. Machines frigorifiques

III-3-1. Cycle réfrigérateur

Le principe consiste à pomper de la chaleur d'un corps froid et la transmettre à un corps chaud. Cette opération nécessite de l'énergie motrice (absorption de travail par compression) et le cycle fonctionne dans le sens trigonométrique.

le compresseur généralement volumétrique absorbe un travail pour augmenter la pression du gaz frigorigène (HP) , le gaz ainsi comprimé traverse le condenseur où il se condense en délivrant une quantité de chaleur Q₁ à la source chaude, le liquide obtenu traverse un organe de détente , sa pression baisse (BP) et traverse l'évaporateur où il se vaporise et retrouve son aspect gazeux pour reprendre le cycle.

L'efficacité de la machine est définie par : $E = \frac{Q_2}{W}$

avec Q₂ est la production de froid et W le travail du compresseur

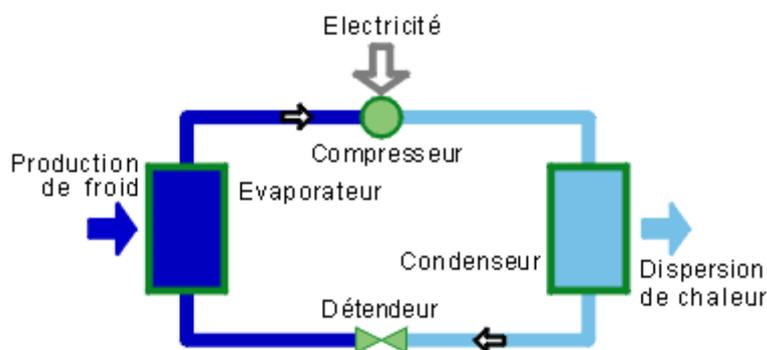


Fig. 6. Schéma d'une machine de réfrigération

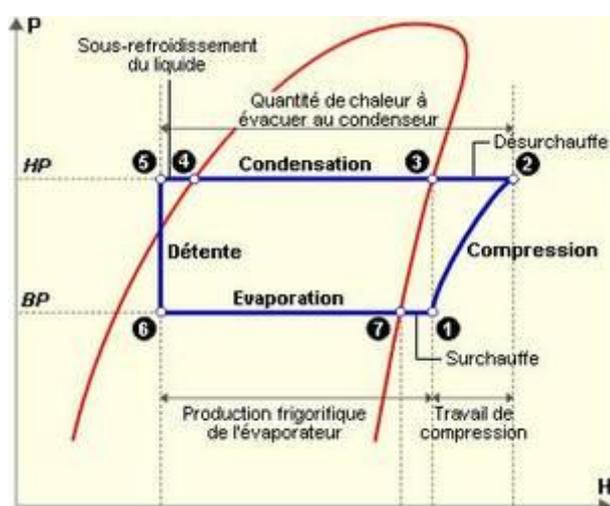


Fig. 7. Diagramme enthalpique d'une machine de réfrigération

III-3-2. Pompe à chaleur

La pompe à chaleur est un réfrigérateur mais dont l'objectif n'est pas de produire le froid ou de prendre la chaleur de la source froide et la rejeter dans la source chaude mais bien l'inverse. En général, la pompe à chaleur est utilisée pour le chauffage des habitations où la source chaude n'est autre que l'intérieur du bâtiment.

Son coefficient de performance est défini par : $COP = \frac{Q_1}{W}$

avec Q_1 est la chaleur rejetée vers la source chaude.

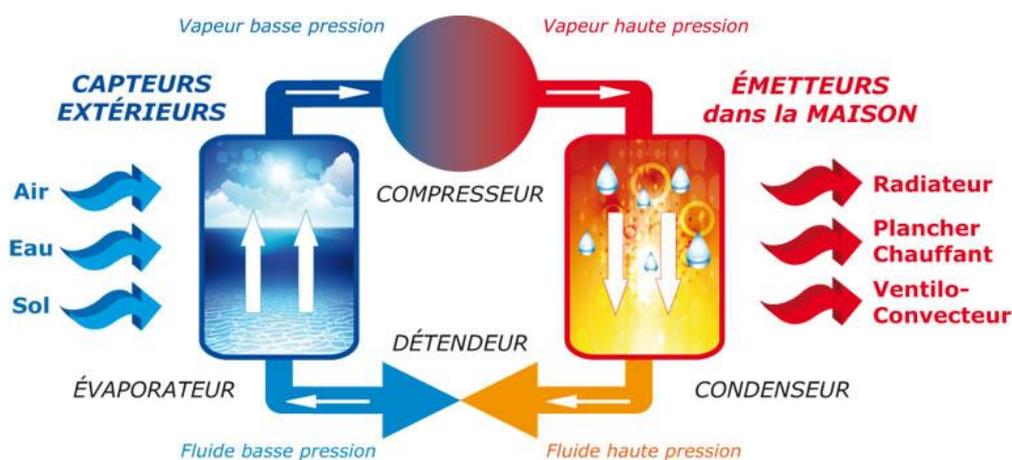


Fig. 8. Schéma d'une pompe à chaleur

III-4. Machines motrices ou moteurs

Pour les machines TD, il s'agit de moteurs à combustion interne ou externe.

III-4-1. Moteurs à combustion externe

Ces machines thermodynamiques appelées anciennement « moteurs à air chaud » fonctionnent avec une combustion externe n'impliquant pas l'agent thermodynamique qui absorbe uniquement la chaleur reçue de cette combustion pour la transformer partiellement en travail et restituer une partie à la source froide et ce dans un cycle « fermé ». Exemples de moteurs à combustion externe :

- Le moteur Stirling : le cycle moteur est un cycle à gaz comprenant deux phases isochores et deux isothermes. actuellement il existe des moteurs à air chaud dont le rendement est supérieur aux moteurs à combustion interne.
- Le moteur Ericsson : composé de deux cylindres pour la compression et la détente de l'air et d'échangeurs de chaleur entre les sources externes chaude et froide.
- La turbine à vapeur : l'agent thermodynamique est l'eau qui en absorbant la chaleur issue d'une combustion (dans une chaudière par exemple ou réacteur nucléaire) se transforme en vapeur.

III-4-2. Moteurs à combustion interne

cette machine thermodynamique fonctionne selon un cycle ouvert où l'agent thermodynamique (en l'occurrence de l'air mélangé à un combustible) transforme la

chaleur absorbée lors de sa combustion en travail et évacue le reste de la chaleur avec les gaz brûlés.

La chambre de combustion fait partie du moteur. Exemples de moteurs à combustion interne :

- moteurs à réaction : tels que turboréacteur, moteur-fusée, le travail procure une poussée du corps.
- moteur fournissant un couple sur un arbre : tels que turbine à gaz pour production de l'électricité, moteurs à piston, turbomoteur ...