

CHAPITRE ECT5 – DOCUMENTS

Machines thermiques

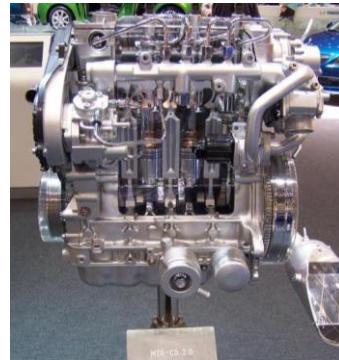
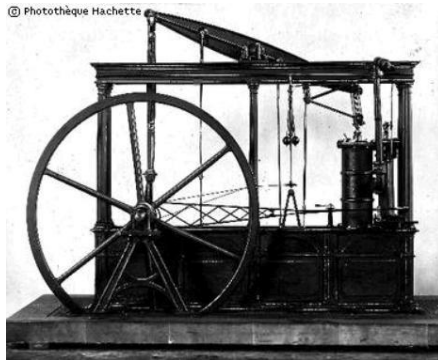


FIGURE 1 : Machine à vapeur de Watt et moteur à explosion Diesel

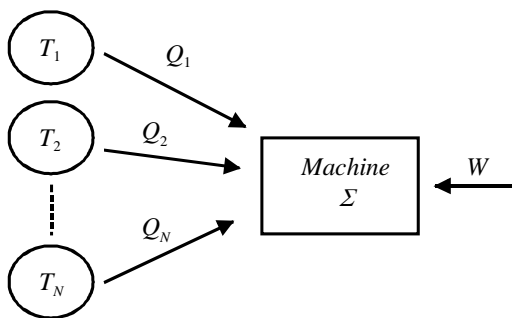


FIGURE 2 : Échanges énergétiques d'une machine thermique

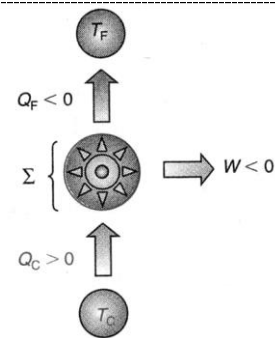


FIGURE 3 : Sens des transferts thermiques pour un moteur

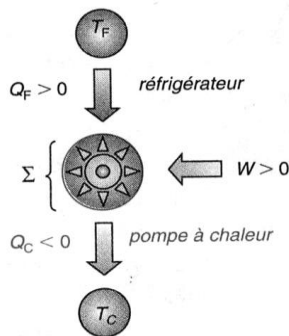


FIGURE 4 : Sens des transferts thermiques pour un récepteur thermique

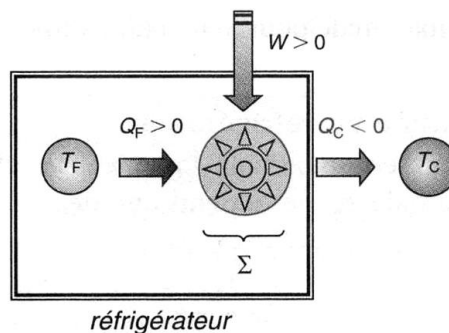


FIGURE 5 : Principe de fonctionnement d'un réfrigérateur

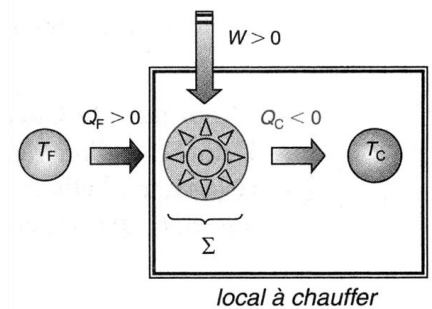


FIGURE 6 : Principe de fonctionnement d'une pompe à chaleur

➤ Exercice d'application 1

1. Expliquer le principe de fonctionnement du moteur en indiquant la nature et le signe des énergies échangées par la machine.
2. Définir le rendement η en fonction des grandeurs énergétiques.
3. À l'aide des deux principes de la thermodynamique appliqués sur un cycle, montrer que le rendement η vérifie $\eta \leq \eta_{\max}$ et exprimer η_{\max} en fonction des températures T_C et T_F des sources chaude et froide.

➤ Exercice d'application 2

Expliquer le principe de fonctionnement d'un récepteur thermique ditherme en indiquant la nature et le signe des énergies échangées par la machine.

➤ Exercice d'application 3

1. Indiquer quels éléments jouent le rôle des deux sources de chaleur d'un réfrigérateur.
2. Définir l'efficacité frigorifique e_{frigo} en fonction des grandeurs énergétiques.
3. Montrer que l'efficacité frigorifique e_{frigo} vérifie $e_{frigo} \leq e_{C,frigo}$ et exprimer $e_{C,frigo}$ en fonction des températures T_C et T_F des sources chaude et froide.

➤ Exercice d'application 4

1. Indiquer quels éléments jouent le rôle des deux sources de chaleur d'une PAC.
2. Définir l'efficacité thermique de la pompe à chaleur e_{PAC} en fonction des grandeurs énergétiques.
3. Montrer que l'efficacité e_{PAC} vérifie $e_{PAC} \leq e_{C,PAC}$ et exprimer $e_{C,PAC}$ en fonction des températures T_C et T_F des sources chaude et froide.

➤ Exercice d'application 5

Tracer le cycle de Carnot d'un gaz parfait dans le diagramme de Clapeyron.

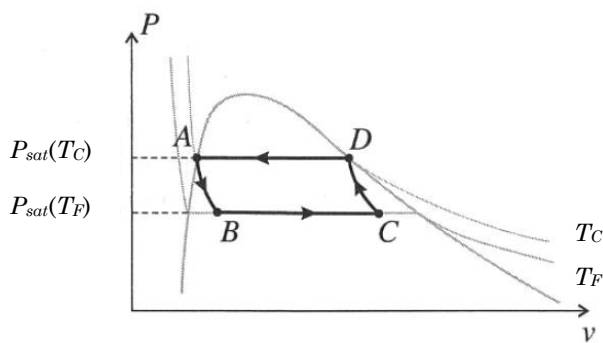


FIGURE 7 : Cycle de Carnot pour un corps pur diphasé

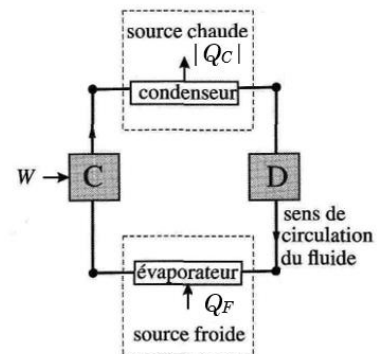


FIGURE 10 : Schéma d'un système à condensation

➤ Exercice d'application 6

1. Indiquer à quel type de machine correspond le cycle de la FIGURE 7.
2. Exprimer les transferts d'énergie Q_F , Q_C et W pour Σ sur le cycle en fonction de m , T_F , T_C et des grandeurs caractéristiques du fluide (capacités thermiques massiques, enthalpie et entropie massiques de vaporisation).
3. Déterminer l'efficacité thermique de cette machine.

➤ Exercice d'application 8

On étudie un réfrigérateur dont le fluide décrit le cycle de Carnot représenté sur la FIGURE 7.

Identifier dans lequel des quatre éléments se produit chacune des quatre transformations et préciser, pour chacune d'entre elles, la nature et le signe du transfert énergétique.

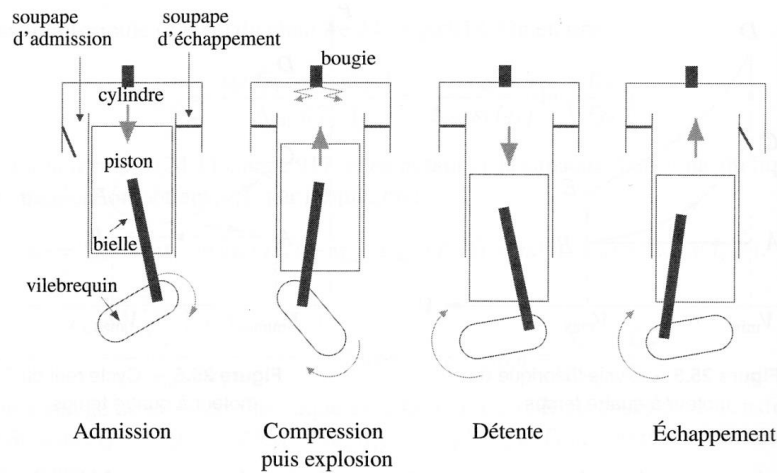


FIGURE 8 : Les quatre temps d'un moteur à combustion interne

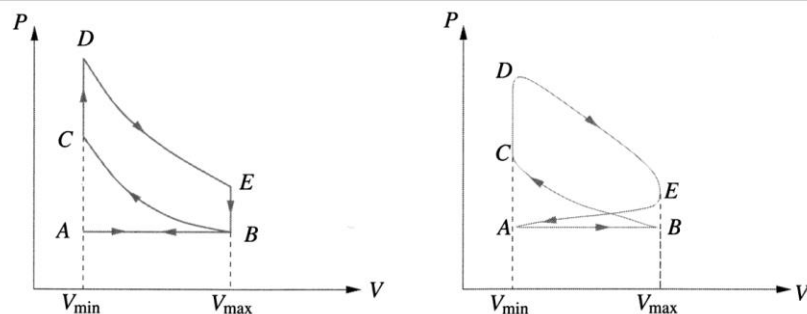


FIGURE 9 : Cycle de Beau de Rochas représenté dans un diagramme de Watt

À gauche : cycle théorique ; à droite : cycle réel

➤ Exercice d'application 7

On étudie un moteur à explosion dont le cycle théorique de Beau de Rochas subi par n mol d'un mélange carburant – air, assimilé à un gaz parfait de coefficient $\gamma = 1,4$, est représenté sur la FIGURE 9.

1. Exprimer les transferts thermiques Q_C et Q_F en fonction des températures.
2. Exprimer Q_C en fonction de Q_F , du taux de compression $\alpha = \frac{V_{\max}}{V_{\min}}$ et de γ .
3. Déterminer l'expression du travail W en fonction de Q_C , α et γ .
4. En déduire le rendement η en fonction de α et γ . Effectuer l'application numérique pour $\alpha = 9$.