

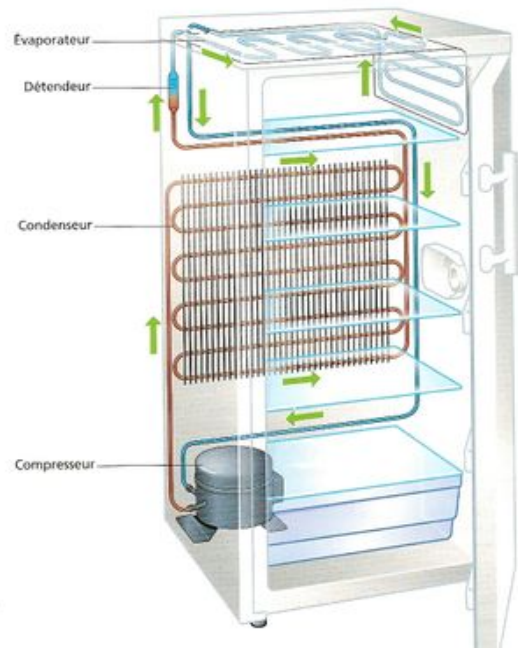
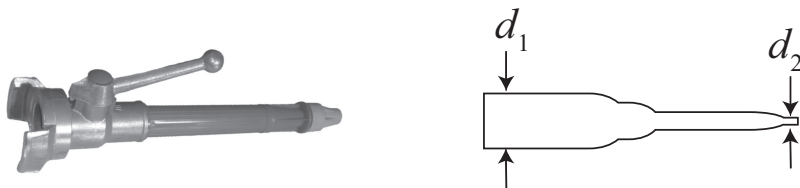


FIGURE 1 – Schéma de la canalisation à l'intérieur d'un réfrigérateur

Exemple 1

D'après CCP 13

On désire connaître la vitesse de l'eau à l'extrémité d'une lance à incendie. Le diamètre du tuyau est noté d_1 et celui de l'extrémité de la lance d_2 . On considère l'eau comme un fluide parfait, homogène et incompressible et que l'écoulement est stationnaire.



- 1 - Calculer la vitesse d'entrée du fluide notée v_1 dans le tuyau de diamètre d_1 et en déduire la vitesse de sortie du fluide v_2 .
- 2 - Estimer la hauteur atteinte par un jet sans et avec lance à incendie

en considérant un mouvement balistique pour les particules de fluide.
Données : $Q_V = 1000 \text{ L.min}^{-1}$, $d_1 = 110 \text{ mm}$, $d_2 = 25 \text{ mm}$.

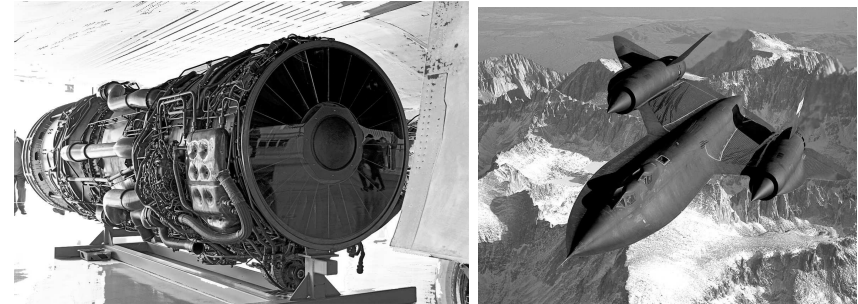


FIGURE 2 – Turboréacteur de Lockheed

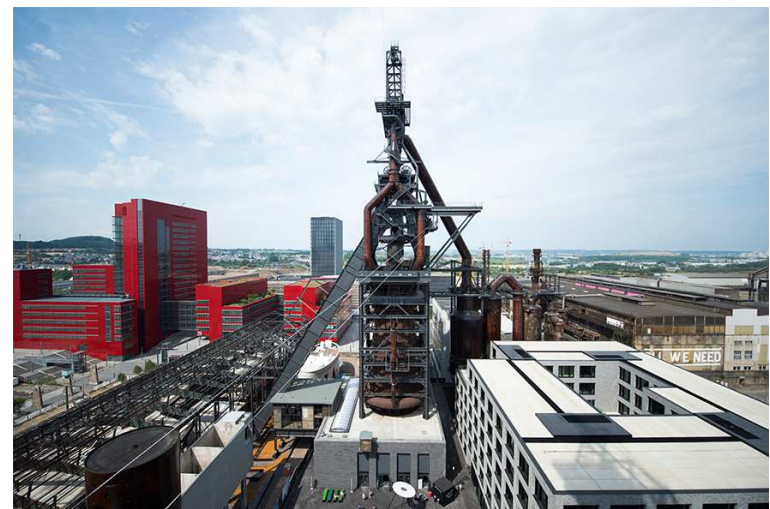


FIGURE 3 – Haut fourneau de Belval (Luxembourg) 60 m

Exemple 2

Un détendeur calorifugé fait passer un liquide saturant du fluide R134a d'une pression de 16 bar à une pression de 2 bar.



FIGURE 4 – Génératrice électrique à gaz



FIGURE 5 – Plaque signalétique d'une pompe



Moteur thermique
 $\eta \sim 0,3$



Réfrigérateur
 $e_F \sim 3$



Pompe à chaleur
 $e_C \sim 3$

FIGURE 6 – Coefficient de performances usuels

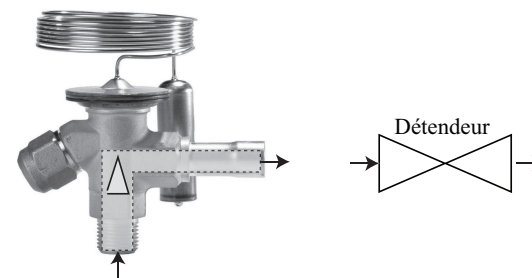
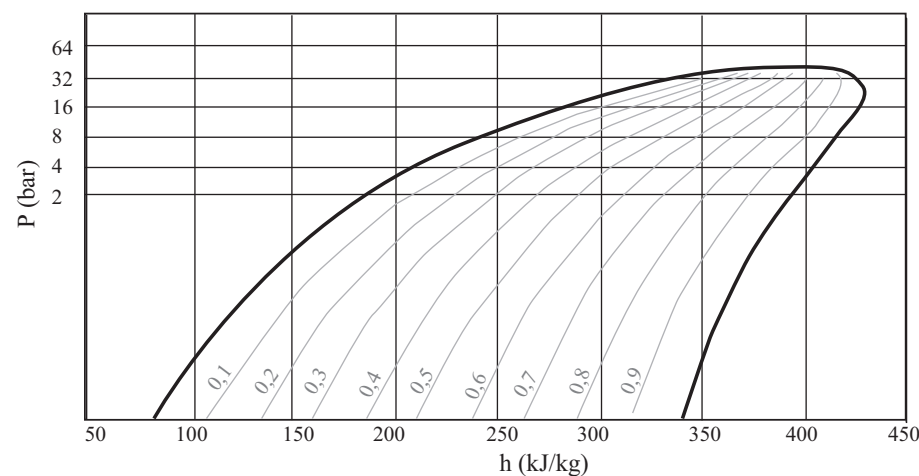


FIGURE 7 – Détendeur de réfrigérateur et schéma



- 1 - Représenter les isothermes correspondant aux pressions indiquées.
- 2 - Représenter la transformation sur le diagramme enthalpique fourni.
- 3 - Déterminer le titre massique en vapeur à l'état final.

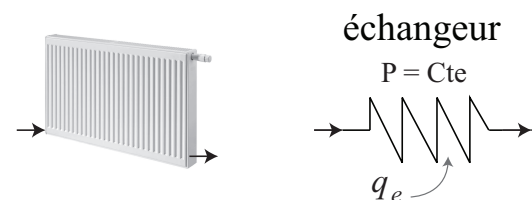


FIGURE 8 – Echangeur domestique et schéma



Exemple

3

La centrale de Saint-Laurent-des-Eaux dans le Loir-et-Cher fonctionne avec deux réacteurs d'une puissance électrique unitaire de 900 MW. On modélise le système par un moteur ditherme où source chaude est l'énergie nucléaire et la source froide la Loire. Le rendement de l'installation est de $\eta = 0,3$.



1 - Effectuer un schéma légendé en faisant apparaître les échanges d'énergie. On orientera les échanges dans le sens effectif.

2 - Déterminer la puissance libérée à la source froide.

3 - Le débit de la Loire est de $50 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, déterminer l'élévation de température de la Loire. Commenter.

Données : $\rho_{\text{eau}} = 1,0 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$, $c_{\text{eau}} = 4,18 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$

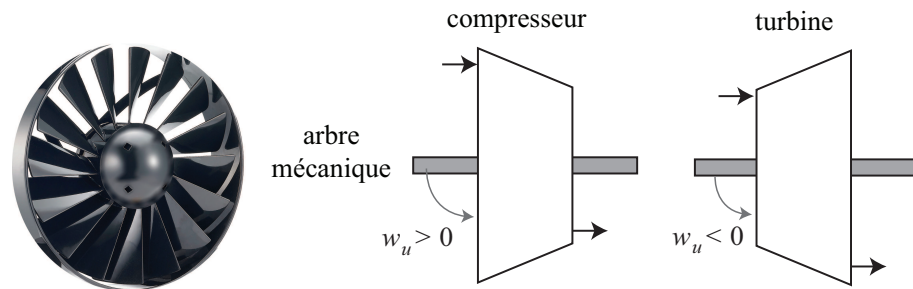


FIGURE 9 – Compresseur et turbine industriels et schéma



Exemple 4

D'après Oral BCPST 17

Un compresseur calorifugé comprime de façon adiabatique réversible de l'air, de la pression $P_1 = 1,0 \text{ bar}$ à la pression $P_2 = 4,0 \text{ bar}$. L'air est refoulé avec un débit de $Q_v = 290 \text{ L} \cdot \text{min}^{-1}$. La température initiale est de $T_1 = 298 \text{ K}$. L'air est assimilé à un gaz parfait de coefficient isentropique du gaz est noté $\gamma = 1,4$, de masse molaire $M = 29 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$ et de capacité ther-



mique massique vaut : $c_p = 1,0 \text{ kJ} \cdot \text{K}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$.

1 - Calculer la température de l'air en sortie du compresseur.

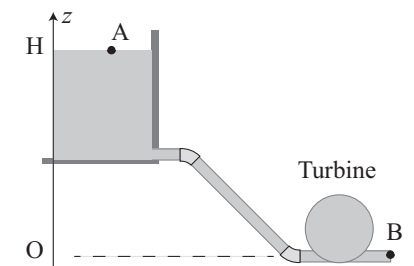
2 - Déterminer puis calculer le travail massique reçu par le gaz lors de la compression.

3 - En déduire la puissance du compresseur.



Exemple 5

Le barrage de Vouglans comporte une turbine alimentée par une retenue d'eau selon le schéma ci-dessous. L'eau sera considérée comme un fluide parfait incompressible. On supposera que le niveau de l'eau dans la retenue est constant et que la vitesse de l'eau au point A est négligeable devant celle de B et que la température de l'eau reste constante.



1 - Calculer la vitesse d'écoulement au point B sachant que le diamètre de la canalisation vaut $d = 4,5 \text{ m}$.

2 - Calculer la puissance fournie par l'eau à la turbine.

Données :

- $Q_v = 100 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$;
- hauteur du niveau d'eau : $H = 100 \text{ m}$;
- accélération de la pesanteur $g = 9,81 \text{ m} \cdot \text{s}^{-2}$;
- masse volumique de l'eau $\rho = 1,0 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$



Exemple 6

Dans une tuyère de fusée, le mélange air-carburant que l'on considère comme un gaz parfait de coefficient isentropique $\gamma = 1,4$, à la pression $P_1 = 80 \text{ bar}$ et température $T_1 =$



3000 K est détendu de façon adiabatique réversible à la pression $P_0 = 1$ bar et température T_0 dans une tuyère dont la forme permet d'optimiser le gain de vitesse du fluide. On suppose que la vitesse du fluide avant la tuyère est négligeable. Sa capacité thermique massique à pression constante est : $c_p = 1,0 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$.

Données

- 1 - Exprimer les températures T_0 en fonction de T_1 , P_0 et P_1 .
- 2 - Exprimer et calculer la vitesse C_s des gaz en sortie de la tuyère en fonction de c_p et des températures T_0 et T_1



FIGURE 10 – Turbine en maintenance, Alstom

Exemple 7 Dans une turbine à gaz, un compresseur aspire de l'air sous la pression $P_1 = 1$ bar, à la température $\theta_1 = 25^\circ\text{C}$ avec un débit massique $D_m = 2,0 \text{ kg.s}^{-1}$, puis le comprime de façon adiabatique et réversible jusqu'à la pression $P_2 = 3,0$ bar.

Cet air est ensuite admis dans une chambre de combustion, où il sert de comburant. La combustion a lieu à la pression constante $P_2 = 3,0$ bar. La température des gaz sortant de la chambre de combustion est $\theta_3 =$

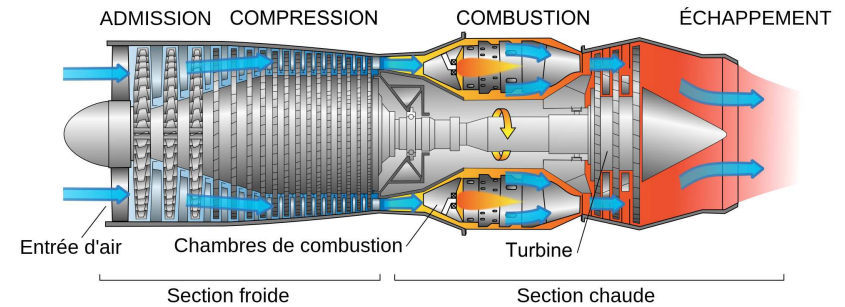


FIGURE 11 – Principe d'un turboréacteur

600°C . Ces gaz entrent alors dans la turbine où ils subissent une détente adiabatique réversible jusqu'à $P_1 = 1$ bar. Les gaz sont considérés comme parfaits. On admet que toutes les transformations sont quasi-statiques réversibles (sauf la combustion, bien sûr) et que le débit massique à la sortie de la chambre de combustion est le même qu'à la sortie du compresseur, malgré l'arrivée de gaz et la réaction chimique de ce gaz avec le dioxygène de l'air.

- 1 - Représenter symboliquement la machine à l'aide des différents éléments.
- 2 - Calculer la température θ_2 à la sortie du compresseur. En déduire la puissance $\mathcal{P}_C$ fournie à l'air par le compresseur (puissance indiquée).
- 3 - Calculer la température θ_4 à la sortie de la turbine et la puissance échangée par le fluide avec le rotor notée $\mathcal{P}_D$.
- 4 - Calculer la puissance fournie au gaz au cours de la combustion.
- 5 - Déterminer le rendement de l'installation.

Données relatives aux gaz (air ou gaz de combustion) : $\gamma = 1,4$, $c_p = 1,0 \text{ kJ.kg}^{-1}.\text{K}^{-1}$, $M_{\text{air}} = 29 \text{ g.mol}^{-1}$.