# Planche 1

## Questions de cours

**Physique (P15) :** Énoncer le deuxième principe de la thermodynamique.

**Physique (P16) :** Donner le sens des échanges énergétiques pour un moteur ou un récepteur ditherme.

## Exercice 1 : Installation frigorifique

On conçoit une installation frigorifique devant fonctionner avec une température extérieure de 25C et une température intérieure de $-20$C. De plus, il faut pouvoir évacuer $4.10^5$ Joules par heure compte tenu de la qualité de l'isolement thermique de l'installation. Quelle est la puissance minimale à prévoir pour le compresseur de cette installation ?

## Exercice 2 : Centrale nucléaire

Une unité de production d'électricité « nucléaire » fournit une puissance de 1000 MW (électriques). Elle est installée au bord d'une rivière de débit 400 $\mathrm{m}^3.\mathrm{s}^{-1}$ et de température 300 K. La source chaude est à 700 K. Calculer l'élévation de température de l'eau de la rivière si on admet que le rendement de la turbine est égal à 60% de celui d'un cycle réversible de Carnot.

# Planche 2

## Questions de cours

**Physique (P16) :** Définir l'efficacité d'une machine thermique et la relier aux énergies échangées au cours d'un cycle pour un moteur, une machine frigorifique, ou une pompe à chaleur.

**Physique (P16) :** Montrer que le rendement $r$ d'un moteur vérifie $r \leq 1 - \frac{T_f}{T_c}$.

## Exercice 2 : Réfrigérateur réversible puis irréversible

Un réfrigérateur fonctionne entre deux sources de températures constantes $T_C = 300$ K et $T_F = 263$ K respectivement. On désigne par $W$ le travail reçu par la machine et par $Q_C$ et $Q_F$ les transferts thermiques reçus des sources respectivement chaude et froide, par cycle.

1. Calculer l'efficacité $\eta_F$ du réfrigérateur si le réfrigérateur fonctionne de manière réversible.
2. On constate en fait que le rapport des transferts thermiques effectués au cours d'un cycle est lié au rapport des températures des sources par la relation

$$\frac{|Q_C|}{|Q_F|} = k\frac{T_C}{T_F} \quad \text{où } k \text{ est une constante positive.}$$

   (a) Le réfrigérateur peut-il fonctionner de manière réversible ?

   (b) Calculer l'efficacité du réfrigérateur $\eta_2$ dans le cas où $k = 2$.

   (c) On conserve $k = 2$. On désigne par $S_{\text{créée}}$ l'entropie produite au cours d'un cycle. Calculer le rapport $S_{\text{créée}}/W$.

# Planche 3

## Questions de cours

**Physique (P15) :** Énoncer la loi de Laplace en précisant ses conditions d'application.
**Physique (P16) :** Définir le cycle de Carnot et énoncer le théorème de Carnot.

## Exercice 3 : Développement durable

Pour maintenir en hiver la température moyenne d'une maison d'habitation à 20C, la consommation volumique quotidienne de la chaudière est égale à D litres de fuel. Pour la période considérée, la température extérieure est en moyenne de $-5$C.

Un ingénieur propose de substituer à cette chaudière le système suivant. On installe une pompe à chaleur fonctionnant entre la maison et l'extérieur, et un moteur fonctionnant entre l'extérieur et une source chaude à la température $T_C = 600$ K. Le moteur entraîne la pompe à chaleur et lui fournit exactement le travail nécessaire à son fonctionnement. La source chaude est constituée par le foyer d'une chaudière bien isolée du milieu ambiant et maintenue à la température constante $T_C = 600$ K par la combustion du fuel. La chaleur $q$ produite par litre de fuel est la même que pour la chaudière auquel le système se substitue. On suppose que l'ensemble fonctionne de façon réversible.

1. Calculer en jours la durée $\tau$ pendant laquelle la maison pourra être chauffée avec D litres de fuel consommés par le système {moteur + pompe à chaleur}.
2. Quelle est l'influence de la valeur de $T_C$ sur cette durée ?