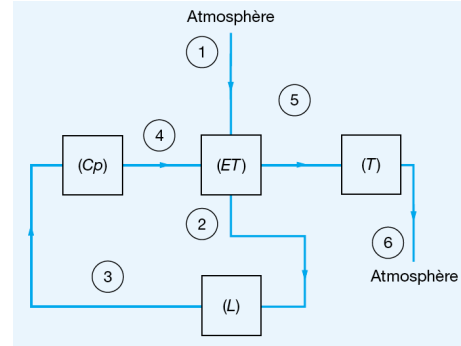


L'installation schématisée sur la figure ci-contre est une pompe à chaleur ditherme fonctionnant entre la source chaude constituée du local à chauffer dont la température est $T_C = 293$ K et la source froide constituée de l'atmosphère extérieure dont la température est $T_F = 268$ K. L'air est assimilé à un gaz parfait de capacité thermique massique à pression constante $c_p = 1,0$ kJ.kg⁻¹.K⁻¹ et de coefficient $\gamma = c_p/c_V = 1,40$ constant.

L'air est prélevé dans l'atmosphère dans l'état E_1 et traverse l'échangeur thermique calorifugé (ET) d'où il sort dans l'état E_2 après avoir croisé une autre circulation d'air évoluant de l'état E_4 à l'état E_5 , où $T_4 = T_2$ et $T_5 = T_1$, ce qui revient à supposer que les échanges thermiques entre les deux circulations d'air sont réversibles.



L'air traverse ensuite le local à chauffer (L) où il cède de la chaleur à la source chaude et évolue de l'état E_2 à l'état E_3 .

Il est alors comprimé réversiblement dans le compresseur (Cp) calorifugé où il évolue de l'état E_3 à l'état E_4 .

Puis l'air traverse l'échangeur thermique calorifugé (ET) où il évolue de l'état E_4 à l'état E_5 en croisant le circuit déjà évoqué où l'air évolue de l'état E_1 à l'état E_2 .

Enfin l'air se détend réversiblement dans la turbine (T) calorifugée, de l'état E_5 à l'état E_6 pour être rejeté dans l'atmosphère.

Le tableau ci-dessous donne les renseignements connus sur les états successifs de l'air dans l'installation. On donne en outre $R = 8,314$ J.K⁻¹.mol⁻¹.

état	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6
p en bars	1	1	1	2	2	1
T en K	268	357	293	357	268	220

L'installation fonctionne en régime permanent avec un débit massique identique dans tous les éléments de l'installation. On raisonne sur une durée correspondant au transfert d'un kilogramme d'air dans chaque élément de l'installation. On néglige les variations d'énergie mécanique.

1. Calculer le travail $w_{3 \rightarrow 4}$ reçu par l'air dans le compresseur (Cp) et le travail $w_{5 \rightarrow 6}$ algébriquement reçu par l'air dans la turbine (T).

.....

2. En réalité la turbine est utilisée pour entraîner partiellement le compresseur ; calculer le travail w effectivement reçu par l'installation.

.....

3. Calculer la chaleur q_C reçue par l'air à la traversée du local.

.....

4. En déduire l'efficacité e de la pompe à chaleur. Est-il choquant de trouver $e > 1$?

.....

5. Calculer l'efficacité e_C d'une pompe à chaleur de Carnot fonctionnant entre les mêmes sources. Comparer e et e_C et interpréter.

.....
