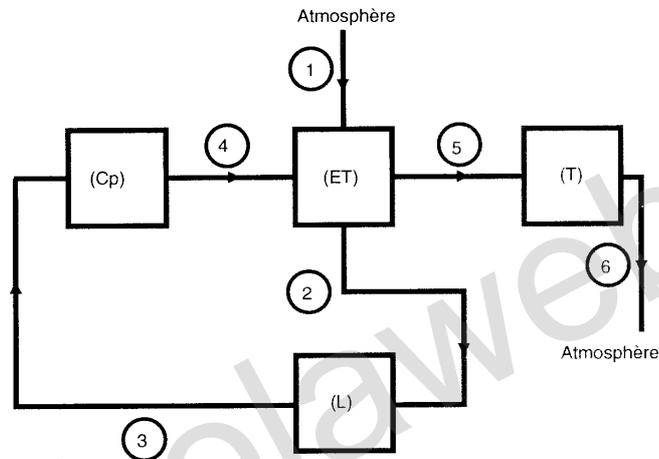


T5.18 Pompe à chaleur.

L'installation schématisée sur la figure est une pompe à chaleur ditherme fonctionnant entre la source chaude constituée du local à chauffer dont la température est $T_c = 293 \text{ K}$ et la source froide constituée de l'atmosphère extérieure dont la température est $T_f = 268 \text{ K}$.



L'air, assimilé à un gaz parfait de masse molaire $M = 29 \text{ g/mol}$ et de coefficient isentropique constant $\gamma = 1,40$, 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 un transfert thermique 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 , et est rejeté dans l'atmosphère dans l'état E_6 .

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

Etat	E_1	E_2	E_3	E_4	E_5	E_6
P en bar	1	1	1	2	2	1
T en K	268		293		268	

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.

- Calculer la température T_4 et le travail W_{3-4} reçu par l'air dans le compresseur (Cp). Calculer la température T_6 et le travail W_{5-6} algébriquement reçu par l'air dans la turbine (T). En réalité la turbine est utilisée pour entraîner partiellement le compresseur ; calculer le travail W effectivement reçu par l'installation.
- Calculer le transfert thermique Q_c reçu par l'air à la traversée du local. En déduire l'efficacité e de la pompe à chaleur ; comparer à l'efficacité e_c d'une pompe à chaleur de Carnot et commenter.