

Exercices : Thermodynamique

3.4 Exercices

3.4.1 Machine à vapeur : cycle de Rankine

Dans une machine à vapeur, l'eau décrit un cycle de Rankine :

- AB : l'eau liquide (P_1, T_1) à saturation est comprimée de façon isentropique dans une pompe jusqu'à la pression P_2 de la chaudière. Cette transformation se fait pratiquement sans variation de volume. On raisonne sur l'unité de masse.

- BD et DE : l'eau liquide est injectée dans la chaudière, s'y réchauffe jusqu'à T_2 (BD) et s'y vaporise (DE) à la pression P_2 .

- EF : la vapeur est admise dans le cylindre à T_2, P_2 et on effectue une détente isentropique (d'où travail mécanique) jusqu'à la température initiale T_1 : on obtient un mélange liquide-vapeur de titre massique x en vapeur.

- FA : le piston par son retour chasse le mélange dans le condenseur où il se liquéfie totalement.

1) Donner l'allure du cycle en coordonnée P, v en faisant figurer les deux isothermes T_1 et T_2 . On justifiera que la température de B est très voisine de celle de A.

2) Exprimer le rendement de ce moteur thermique uniquement en termes enthalpiques : $\rho = f(H_A, H_B, H_D, H_E, H_F)$.

3) Donner l'allure du cycle en diagramme entropique (T, s), puis en diagramme enthalpique (dit de Mollier) (h, s).

4) En thermodynamique industrielle, le diagramme de Mollier, bâti à partir de données expérimentales, permet la lecture directe des enthalpies massiques et entropies massiques. Calculer le rendement du cycle (on confondra H_A et H_B).

Données :

P (bar)	T (°C)	Liquide		Vapeur	
		s_l (kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹)	h_l (kJ.kg ⁻¹)	s_v (kJ.kg ⁻¹ .K ⁻¹)	h_v (kJ.kg ⁻¹)
$P_1 = 0,2$	$T_1 = 60$	0,83	251	7,9	2608
$P_2 = 12$	$T_2 = 188$	2,2	798	6,52	2783