

- 22 -

EXEMPLE 2.2

Durant la compression d'un moteur à combustion interne la quantité de chaleur rejetée à l'eau de refroidissement est de  $45 \text{ k J/kg}$  et le travail reçu de  $90 \text{ k J/kg}$ . Calculez la variation de l'énergie interne du fluide en indiquant si cela est un gain ou une perte.

### EXEMPLE 2.3

Dans le cylindre d'un moteur à air, l'air comprimé a une énergie interne de  $420 \text{ kJ/kg}$  au début de la détente et une énergie interne de  $200 \text{ kJ/kg}$  après la détente. Calculez la quantité de chaleur rejetée ou absorbée par le cylindre quand le travail effectué par l'air durant la détente est de  $100 \text{ kJ/kg}$ .

## EXEMPLE 2.4

Dans une turbine à gaz l'écoulement se fait à raison de  $1.7 \text{ kg/s}$

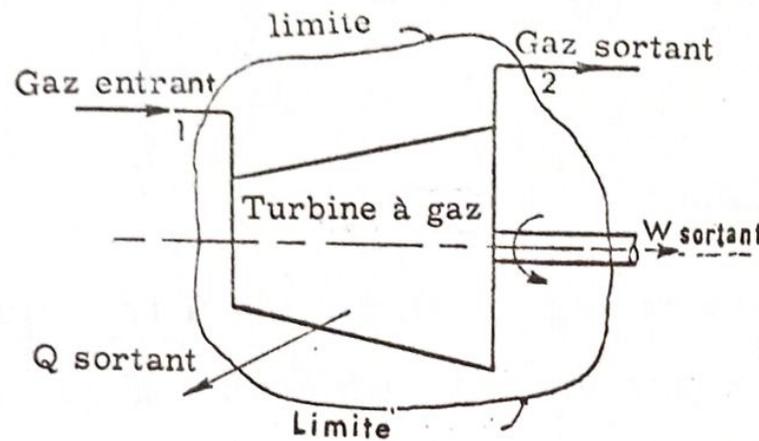


Fig 2.4

et la puissance développée est de  $14\,000 \text{ kW}$ . Les enthalpies des gaz à l'entrée et à la sortie sont respectivement de  $1200 \text{ kJ/kg}$  et  $360 \text{ kJ/kg}$ , et les vitesses des gaz à l'entrée et à la sortie sont respectivement  $60 \text{ m/s}$  et  $150 \text{ m/s}$ . Calculez la quantité de chaleur rejetée par la turbine. Trouvez également la section du tuyau d'alimentation étant donné que le volume spécifique des gaz à l'entrée est de  $0,5 \text{ m}^3/\text{kg}$ .

### EXEMPLE 2.5

De l'air s'écoule uniformément à raison de  $0,4 \text{ kg/s}$  à travers un compresseur, entrant à  $6 \text{ m/s}$  avec une pression de  $1 \text{ bar}$  et un volume spécifique de  $0,85 \text{ m}^3/\text{kg}$ , et sortant à  $4,5 \text{ m/s}$  avec une pression de  $6,9 \text{ bar}$  et un volume spécifique de  $0,16 \text{ m}^3/\text{kg}$ . L'énergie interne de l'air sortant est supérieure de  $88 \text{ kJ/kg}$  à celle de l'air entrant. L'eau de refroidissement passant dans une chemise de refroidissement autour du cylindre absorbe  $59 \text{ kJ/s}$ . Calculez la puissance nécessaire au fonctionnement du compresseur et les sections des tuyaux d'entrée et de sortie.

## PROBLEMES

- 2.1 Dans un compresseur à air la compression s'effectue avec une énergie interne constante et 50 k J de chaleur est rejeté à l'eau de refroidissement pour chaque kg d'air. Trouvez le travail nécessité par la compression de chaque kg d'air.
- 2.2 Dans la compression d'un moteur à gaz le travail effectué sur le gaz par le piston est de 70 k J/kg et la chaleur rejetée à l'eau de refroidissement est 42 k J/kg. Trouvez la variation d'énergie interne et indiquez si c'est un gain ou une perte.
- 2.3 Une masse de gaz ayant une énergie de 1 500 k J est contenue dans un cylindre qui a une parfaite isolation thermique. Le gaz peut se détendre derrière un piston jusqu'à ce que son énergie interne atteigne 1 400 k J. Calculez le travail accompli par le gaz. Si la détente se fait suivant une loi  $p v^2 = \text{constante}$ , et si la pression initiale du gaz est 28 bar et son volume initial  $0,06 \text{ m}^3$ , calculez la pression et le volume final.

- 2.4 Les gaz contenus dans le cylindre d'un moteur à combustion interne ont une énergie interne de  $800 \text{ kJ/kg}$  et un volume spécifique de  $0,06 \text{ m}^3/\text{kg}$  au début de la détente. La détente des gaz peut être considérée comme se faisant suivant une loi réversible  $p v^{1,5} = \text{cte}$  de  $55 \text{ bar}$  à  $1,4 \text{ bar}$ . L'énergie interne après détente est de  $230 \text{ kJ/kg}$ . Calculez la chaleur rejetée à l'eau de refroidissement du cylindre par kilogramme de gaz durant la détente.
- 2.5 Une turbine à vapeur reçoit  $1,35 \text{ kg/s}$  de vapeur et délivre une puissance de  $500 \text{ kW}$ . La perte de chaleur à travers l'enveloppe est négligeable.
- (a) Trouvez le changement d'enthalpie à travers la turbine quand les vitesses à l'entrée et à la sortie sont négligeables ainsi que les différences d'élévation.
- (b) Trouvez le changement d'enthalpie à travers la turbine quand la vitesse à l'entrée est  $60 \text{ m/s}$ , la vitesse à la sortie  $360 \text{ m/s}$  et le tuyau d'entrée  $3 \text{ m}$  au-dessus du tuyau de sortie.
- 2.6 Un écoulement permanent de vapeur entre dans un condenseur avec <sup>une</sup> enthalpie de  $2300 \text{ kJ/kg}$  et une vitesse de  $350 \text{ m/s}$ . Le condensat sort avec une enthalpie de  $160 \text{ kJ/kg}$  et une vitesse de  $70 \text{ m/s}$ . Trouvez la quantité de chaleur transmise au fluide de refroidissement pour chaque kilogramme de vapeur condensée.
- 2.7 Une turbine fonctionnant en écoulement permanent reçoit de la vapeur dans les conditions suivantes : pression  $13,8 \text{ bar}$  ; volume spécifique  $0,143 \text{ m}^3/\text{kg}$  ; énergie interne  $2590 \text{ kJ/kg}$  ; vitesse  $30 \text{ m/s}$ . La vapeur sortant de la turbine est dans l'état suivant : pression  $0,35 \text{ bar}$ , volume spécifique  $4,37 \text{ m}^3/\text{kg}$ , énergie interne  $2360 \text{ kJ/kg}$ , vitesse  $90 \text{ m/s}$ . De la chaleur est perdue par l'enveloppe de la turbine à raison de  $0,25 \text{ kJ/s}$ . Si le débit de vapeur est  $0,38 \text{ kg/s}$ , quelle est la puissance développée par la turbine ?
- 2.8 Un étranglement placé dans l'écoulement stable d'un fluide est une façon d'accroître la vitesse de cet écoulement. A l'entrée d'un étranglement l'enthalpie d'un fluide est  $3025 \text{ kJ/kg}$  et la vitesse  $60 \text{ m/s}$ . A la sortie de l'étranglement l'enthalpie est  $2790 \text{ kJ/kg}$ . L'étranglement horizontal et la quantité de chaleur qui s'en échappe est négligeable.
- (a) Trouvez la vitesse à la sortie de l'étranglement
- (b) Si la section d'entrée est  $0,1 \text{ m}^2$  et le volume spécifique à l'entrée  $0,19 \text{ m}^3/\text{kg}$  trouvez le débit du fluide.