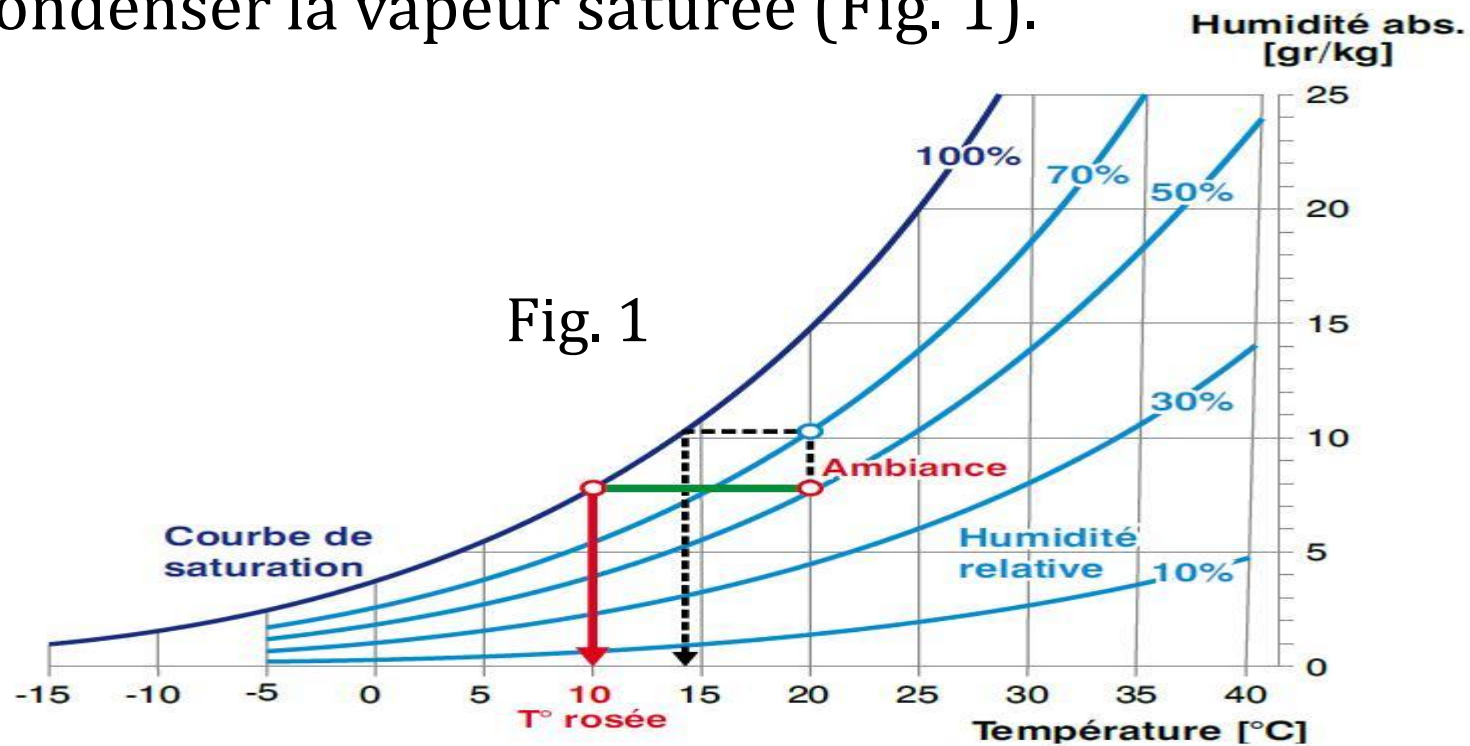


V. Cycles idéaux de liquéfaction et travail minimal

Introduction

La liquéfaction consiste à lui retirer de l'énergie afin de le refroidir de puis la température ambiante jusqu'à son point de rosée, puis à condenser la vapeur saturée (Fig. 1).



Le point de rosée est la température à laquelle l'air doit être refroidi pour que la vapeur d'eau qu'il contient condense en rosée ou en givre.

V. Cycles idéaux de liquéfaction et travail minimal

1. Cycle idéal de liquéfaction

Un cycle idéal de liquéfaction sera idéal s'il réalise la production de liquide avec le maximum de rendement, c-à-d le minimum de consommation d'énergie extérieure. Un tel cycle devra donc pour cela faire appel à certaines transformations qui caractérisant le cycle de Carnot. La différence avec celui-ci est qu'il s'agira d'un cycle ouvert, car le liquide produit est supposé être retiré du système en continu.

le cycle de Carnot comporte un compresseur, un détendeur produisant du travail, un évaporateur et un condenseur (Fig. 2)

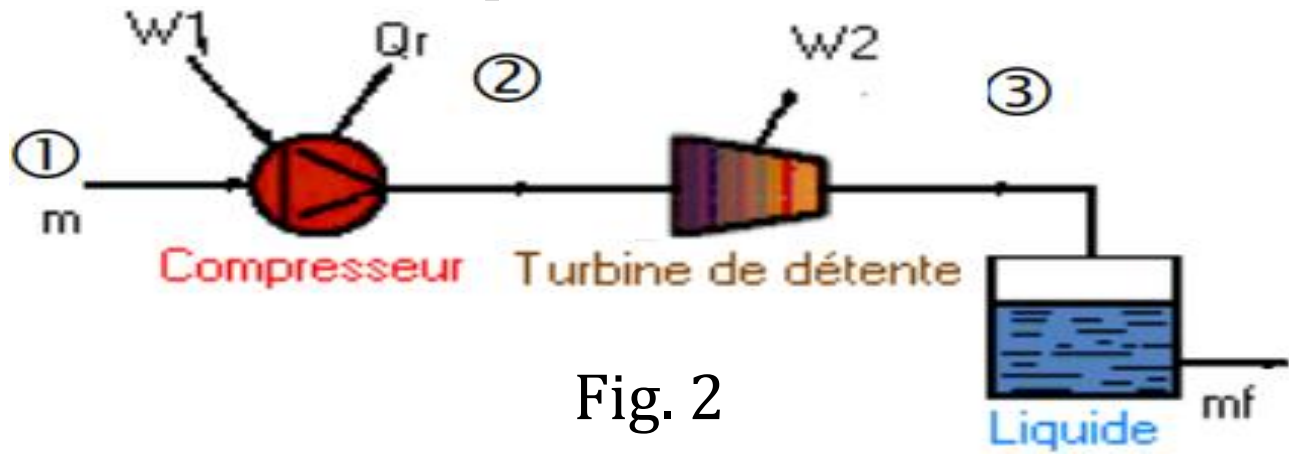


Fig. 2

V. Cycles idéaux de liquéfaction et travail minimal

Remarque : on notera que cette aire se décompose en aire 1- 1' - 4 , chaleur (ou travail) nécessaire pour refroidir le gaz à la température de liquéfaction T_3 et en 1',2,3,4 travail proprement dit de liquéfaction .

2. Travail minimum de liquéfaction

Le travail W est la valeur définie par le passage réversible 1 à 3.
La variation de l'énergie interne

$$W - Q = U_3 - U_1$$

Le travail à fournir du point 1 (P_1, V_1) au point 3 (P_1, V_3) (l'aire 123)

$$W = Q + U_3 - U_1 = T_1(S_1 - S_2) + U_3 - U_1$$

Une partie du travail fournie

$$W' = P_1(V_1 - V_3)$$

V. Cycles idéaux de liquéfaction et travail minimal

Remarque : Le point 1 conditions normales du gaz en conditions ambiantes, et le point 2 est choisi de sorte que les gaz du fluide atteignent l'état liquide saturé.

Le premier principe thermodynamique appliquée au système 'compresseur et le détendeur'.

$$Q_r - W = m (h_L - h_1)$$

On a :

Q_r : transfert de chaleur du compresseur [kJ],

W : travail nécessaire pour la liquéfaction [kJ],

m : masse du fluide s'écoulant dans le système [kg],

h_L : enthalpie de la phase liquide [kJ/kg],

h_1 : enthalpie du gaz [kJ/kg].

V. Cycles idéaux de liquéfaction et travail minimal

Le deuxième principe thermodynamique on obtient :

$$Q_r = m T_1 (S_2 - S_1)$$

S_L : entropie du liquide [kJ/kg.K],

S_1 : entropie en condition normale [kJ/kg.K],

$S_2 = S_L$: entropie du gaz sortant du compresseur [kJ/kg. K].

En substituant **1** de **2** on aboutit.

$$(Q_r - W) - Q_r = m(h_L - h_1) - mT_1(S_2 - S_1)$$

le travail par unité de masse devient :

$$- W/m = (h_L - h_1) - T_1(S_L - S_1)$$

$$W/m = (-h_L + h_1) + T_1(-S_L + S_1) = T_1(S_1 - S_L) - (h_1 - h_L)$$