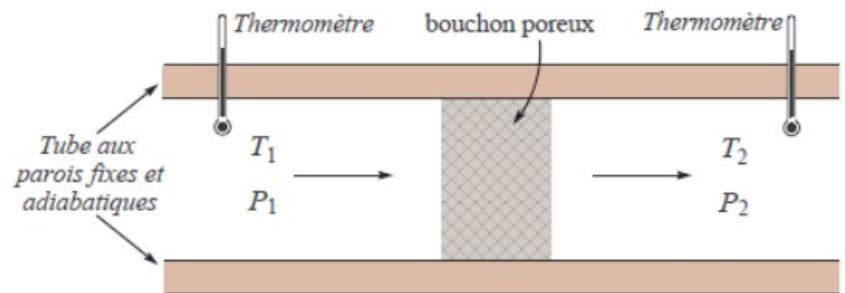


Cryogénie

Chpitre 1

01



LITOCHE BILLEL

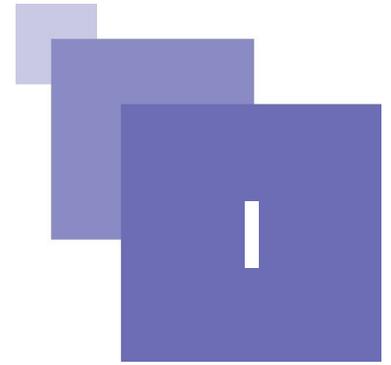


Objectifs

A la fin de ce cours l'apprenant doit être capable de :

- Définir la notion de la cryogénie
- Identifier l'état de la matière
- Décrire le phénomène de la liquéfaction
- Distinguer entre les différents systèmes de liquéfaction du gaz
- Expliquer les processus de la liquéfaction du gaz
- Appliquer les formules adéquates pour la résolution des situations
- Sélectionner le système convenable à la situation

Chapitre 1 : Rappel Sur Les Principaux Processus D'obtention Des Basses Températures



A. 1. Définition de la cryogénie :

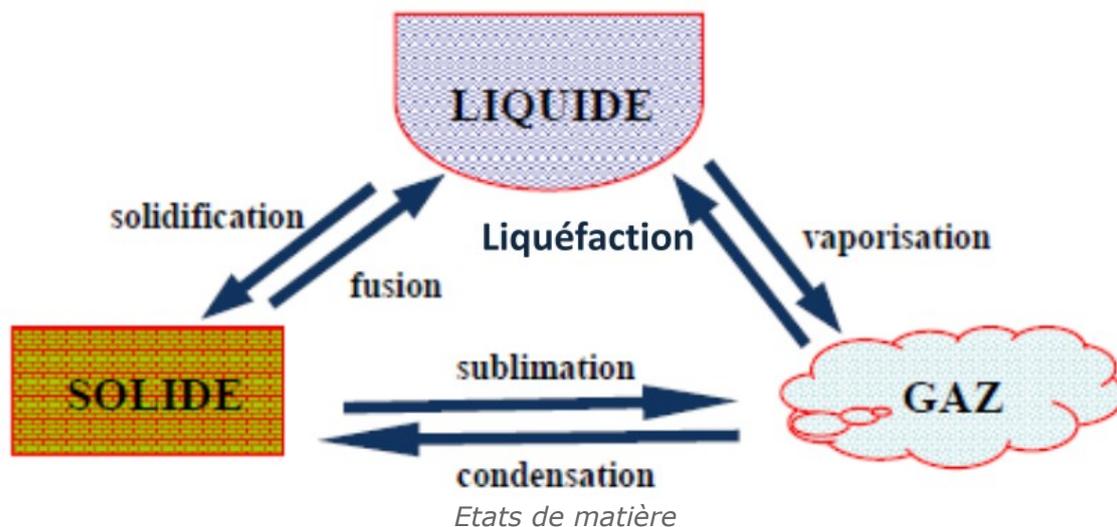
La cryogénie est une science et technologie qui s'intéresse à l'étude des basses températures situant au-dessous de 120 (K) environ -150 (°C), cette température représente la limite à laquelle les principaux gaz atmosphériques se liquéfient : Oxygène, hydrogène, hélium, azote, néon, méthane, (gaz permanent). Donc on parle des Fluides Cryogéniques.

Cryo signifie froid

Génie signifie production

B. 1.1. Comportement des fluides Cryogéniques

Il existe trois états de la matière



C. 1.2. Diagramme de phase

Diagramme de phase nommé autre fois diagramme d'équilibre des phases il représente les différentes phases d'un corps pur en fonction des variables : température/pression.

- **Trois courbes d'équilibre correspondant à un changement d'état :**

Solide - gaz : courbe de sublimation

Solide - liquide : courbe de fusion

Liquide - gaz : courbe de vaporisation

- **Point triple (Pt, Tt)** : coexistence des trois phases en équilibre (sol/ liq /gaz)

- **Point critique (Pc, Tc)** au-delà duquel il n'y a plus de différence entre le liquide et le gaz : État supercritique monophasique

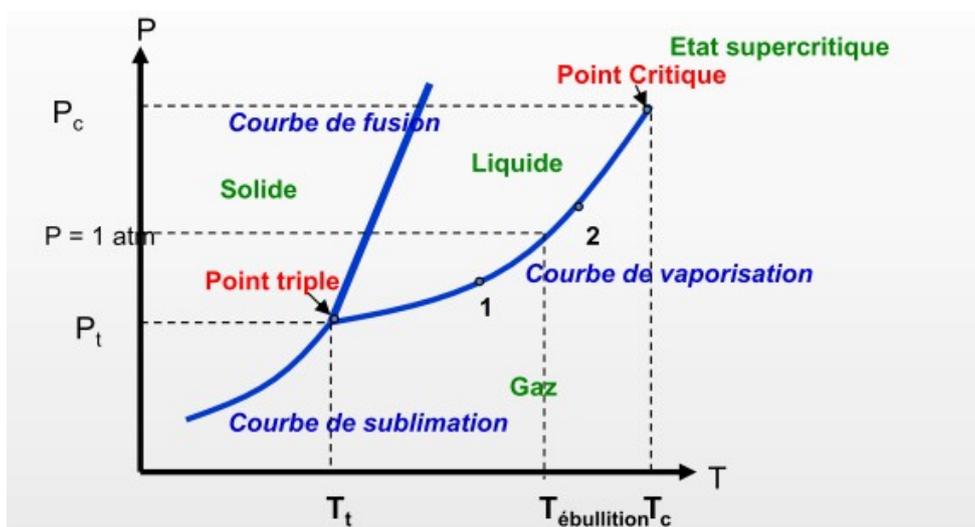


Diagramme des phases

D. 2. Liquéfaction

E. 2.1. Définition

La liquéfaction est la transition de l'état gazeux vers l'état liquide elle peut s'effectuer par deux méthodes :

- - La compression : l'augmentation de la pression engendrée une diminution du volume du gaz (rapprochement des molécules).
- - Le refroidissement : l'abaissement de la température par l'extraction de la chaleur du gaz.

F. 2.2. Processus de liquéfaction :

Il y a trois processus de permettant de liquéfier le gaz à pression atmosphérique (P atms) :

- a- Détente Joule-Thomson (Isenthalpique)
- b- Détente Brayton (Isentropique)
- c- Le procédé mixte de Claude (Isenthalpique + Isentropique)

G. 2.2.1. Détente Joule-Thomson (Isenthalpique) :

Détente de J-T est une détente à travers une paroi peureuse (vanne) s'accompagne par une chute brusque de la pression lors du passage du fluide par un orifice. Lent Le système utilisé est parfaitement isolé pas d'échange de chaleur avec le milieu extérieur, donc adiabatique $Q = 0$. Le travail effectué sur le système

$$W = -\int P dV$$

L'application du premier principe de la thermodynamique :

$$\Delta U = W + Q$$

$$Q = 0 \text{ (Système adiabatique)}$$

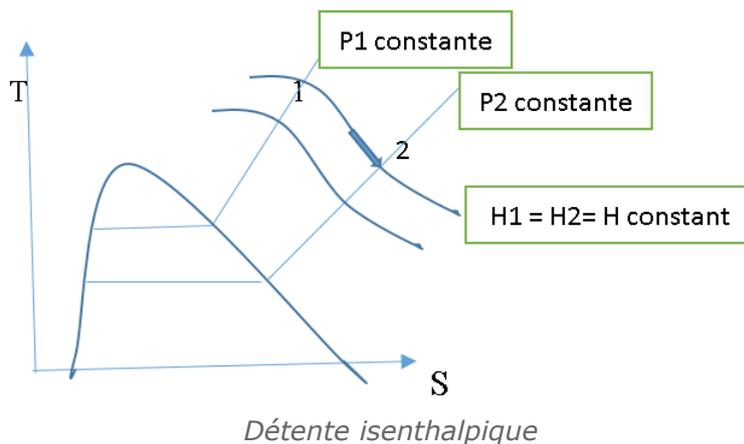
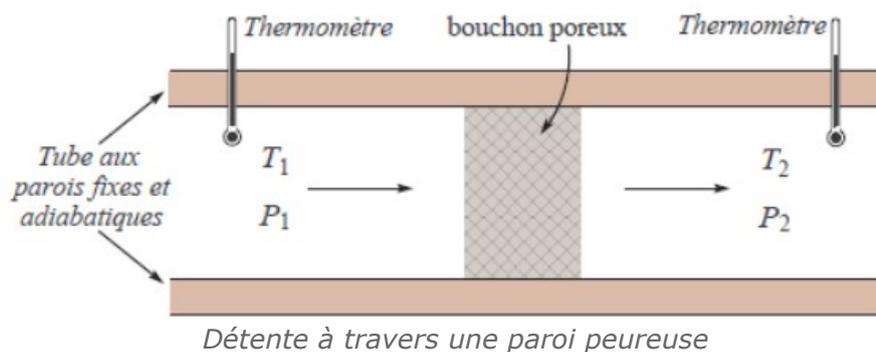
$$\Delta U = W$$

$$U_2 - U_1 = P_1 V_1 - P_2 V_2$$

$$U_2 + P_2 V_2 = U_1 + P_1 V_1$$

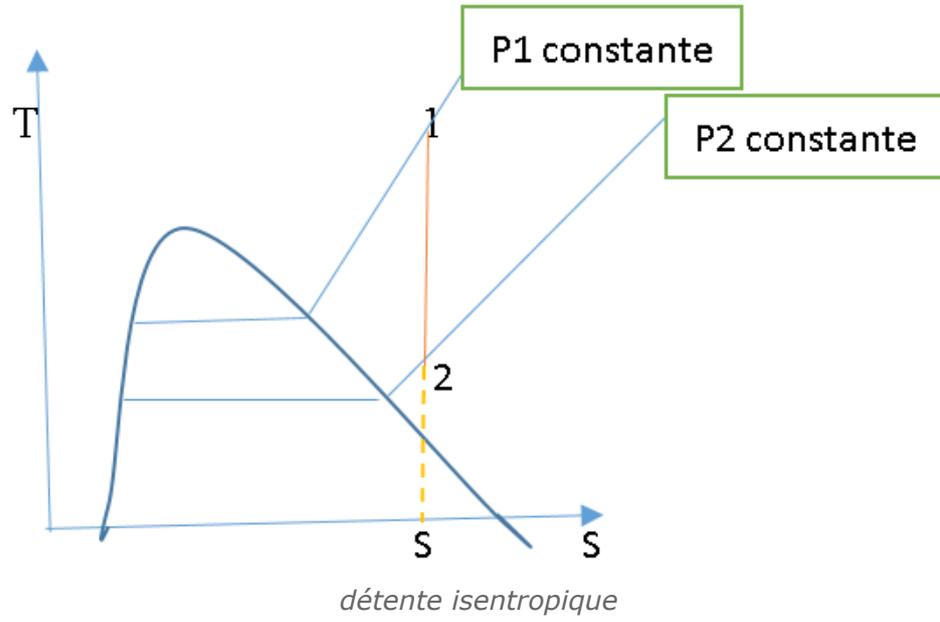
$$H_2 = H_1$$

Processus adiabatique Isenthalpique

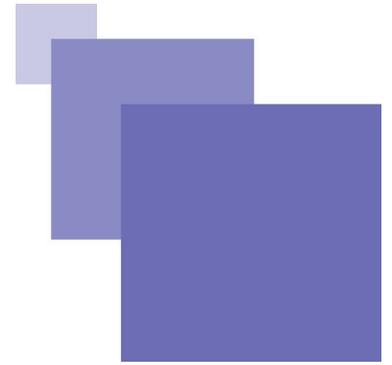


H. 2.2.2. Détente Brayton (isentropique)

La détente isentropique est une détente d'extraction d'énergie qui fournit un travail à travers d'une machine d'expansion (turbine), cette détente provoque une diminution importante de la température dans les mêmes conditions de fonctionnement



Bibliographie



[Références] - PIERRE PETIT : *Séparation et liquéfaction des gaz. Technique de l'ingénieur. J3600* ; - OLIVIER PERROT : *Cours des machines frigorifiques* -. I.U.T. DE SAINT OMER DUNKERQUE. *Département Génie thermique et énergie. 2010 – 2011.* - *CRYOGENIC ENGINEERING Second Edition Revised and Expanded* THOMAS M. FLYNN CRYOCO, INC. LOUISVILLE, COLORADO, U.S.A.2005.