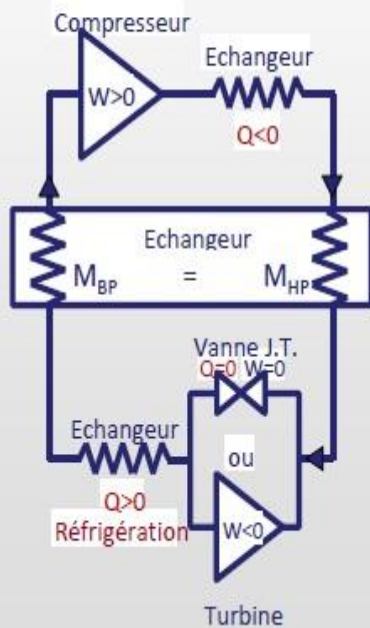


Suivez chapitre 3 Procédés de liquéfaction des gaz permanents

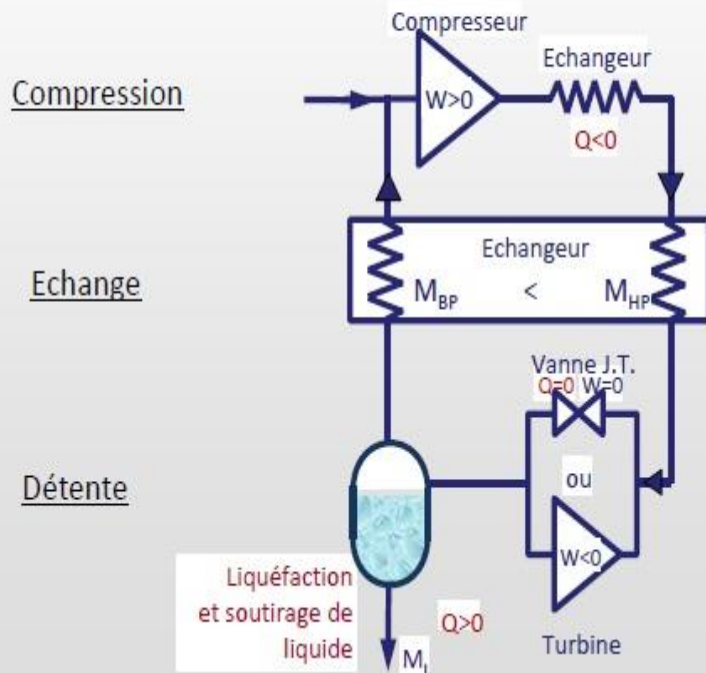
Cycle de réfrigération

- Extraction de l'énergie du système à niveau constant
- Utilisation d'un fluide en cycle fermé



Cycle de liquéfaction

- Extraction de l'énergie à un gaz pour le liquéfier
- Une petite partie du débit HP se transforme en liquide, l'autre partie est utilisée à la réfrigération
- Un débit d'appoint compense le débit de liquide produit



Cycle de réfrigération :

Fonctionnement

Le cycle de réfrigération existe, d'ailleurs comme tout les autres cycles, de quatre étapes comme la figure ci dessous nous le montre. Le cycle de réfrigération est un cycle inverse parce que la course est inverse de celle d'une montre. Les étapes sont

1. Le compresseur qui presse le gaz de l'évaporateur au condenseur
2. Un condenseur où la chaleur est transmise à l'espace donc le fluide refroidis de nouveau pour qu'il puisse prendre assez de chaleur dans l'évaporateur.
3. Un papillon des gaz ou le fluide devient un mixe de fluide et gaz a basse pression.
4. L'évaporateur où la chaleur est absorbée par le fluide et l'intérieure refroidis.

L'expansion au-delà du papillon des gaz est basé sur l'effet de Joule Thomson.

On ne peut expliquer cet effet qu'avec la théorie des gaz réels. Il faut donc aussi Respecter l'interaction entre les molécules.

L'expansion d'un gaz augmente l'énergie potentielle car les forces d'attraction Intermoléculaire diminuent. Parce qu'il n'y a pas de travail fourni par le papillon des gaz sur le gaz, la loi de conservation d'énergie nous dit que l'énergie cinétique diminuera.

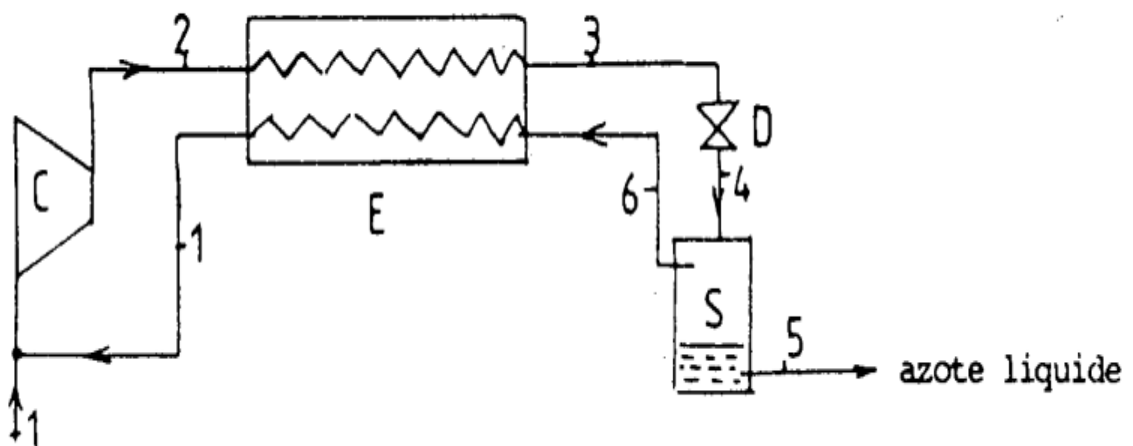
Procédé de Linde-Hampson

Cycle de Linde

Dans un cycle de Linde (voir ci-dessous), on améliore le cycle précédent sur deux points :

- on recycle le méthane gazeux après détente isenthalpique
- on introduit un échangeur de chaleur entre ce méthane gazeux et le méthane sortant du refroidisseur, afin de refroidir le gaz comprimé non plus à 210 K mais à 191 K.

La figure ci-dessous représente le schéma de principe du procédé LINDE-HAMPSON utilisé pour produire de l'azote liquide (état 5).



- L'azote entre dans le compresseur C dans l'état 1 ($p_1 = 1,0$ bar ; $T_1 = 290$ K) ; il y subit une compression isotherme qui l'amène à l'état 2 ($p_2 = 200$ bar ; $T_1 = 290$ K).
- Il est alors refroidi à pression constante ($p_3 = p_2$) dans l'échangeur E, avant d'être détendu jusqu'à la pression atmosphérique ($p_4 = p_5 = p_6 = p_1 = 1,0$ bar) dans le détendeur D.
- L'azote sortant du détendeur est un mélange de gaz et de liquide ;
- le liquide est extrait au niveau du séparateur S, qui renvoie la vapeur sèche-saturante d'azote (état 6) dans l'échangeur thermique à contre-courant E ($6 \rightarrow 1$) pour refroidir l'azote entrant ($2 \rightarrow 3$) ;