

Système de LIND Hampson à colonne simple

Le système de LIND Hampson à colonne simple est utilisé pour la liquéfaction des gaz spécialement l'air. Il est composé d'un compresseur, d'un échangeur de chaleur, d'une vanne de JT et d'une seule colonne.

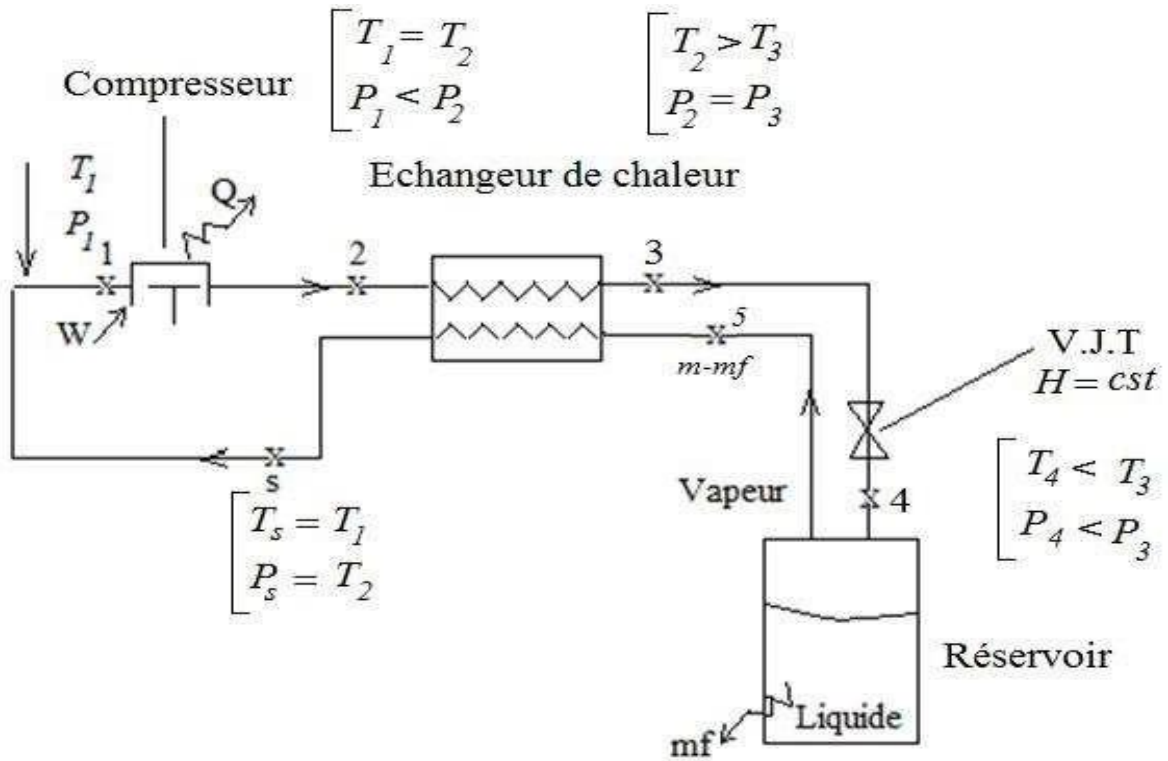


Figure 2: procédé de LIND Hampson à colonne simple.

Le gaz introduit au point 1 dans les conditions ambiante T_1 , P_1 passe par un compresseur dans cette première étape ca nécessite une utilisation importante d'énergie suivi par un dégagement de chaleur à la sortie d'un compresseur au point 2 : $P_2 > P_1$, le gaz passe ensuite à travers un échangeur de chaleur ou il subira une détente isobare dont ses condition à la sortie au point 3 : $T_3 < T_2$. En suite il traversera la vanne de J.T ou il va subir une détente isenthalpique $H=Cst$ ou le gaz sera liquéfié partiellement et on aura à la sortie (point 4) un mélange (L+G) après la décantation au niveau du bac de stockage le liquide sera récupéré en bas du bac et la vapeur froide sera retourné dans le procédés de nouveau, il repassera par

l'échangeur de chaleur ou il subira une détente isobare ou sa température revient à son état initial, et le gaz sera recyclé introduit avec le gaz du départ.

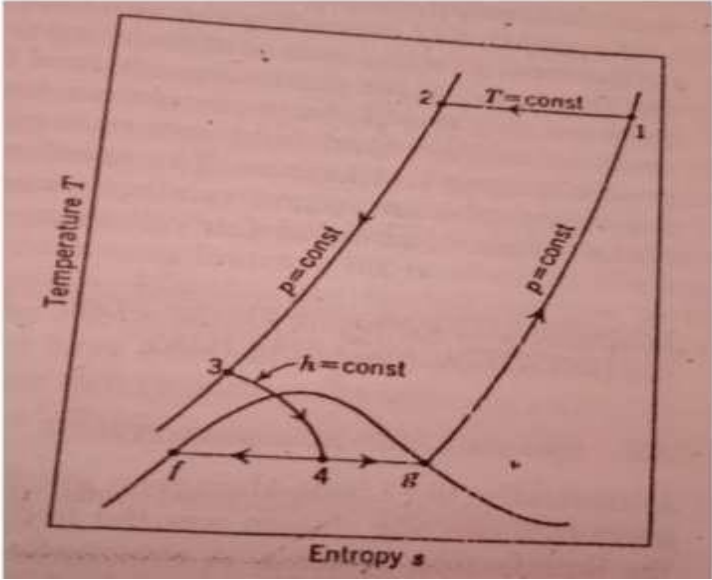


Figure 3 : Diagramme TS du procédé de LIND Hampson à colonne simple.

On appliquant la première loi de la thermodynamique en supposant que le travail se fait dans des conditions idéales :

- Pas de chute de pression
- Pas de perte de chaleur
- Echangeur de chaleur efficace

Système de Linde à colonne de rectification:

La colonne simple de Linde présente 2 sérieux inconvénients :

- Seulement de l'oxygène pur peut être produit
- Une large quantité d'O₂ est perdue dans le N₂.

L'imperfection du système de Linde à simple colonne a été remédié par un autre système qui est le système de Linde à colonne de rectification. Dont la colonne de bas fonctionne à 1 P égale à 5 à 6 atm et celle de haut est opérationnelle à 1 atm. Sachant que à 5 atm est le point d'ébullition de N₂ pure qui est supérieure à celui du O₂ à 1 atm donc une réfrigération est requise par le N₂ en haut de la colonne du bas.

De l'air est comprimé la vapeur d'H₂O et le dioxyde de carbone est rejeté à l'extérieur l'air chaud est alors passé à travers un échangeur pour être refroidi l'échangeur. La chaleur peut-être à 3 courants si l'O₂ désiré est un gaz ou à 2 courants si il est liquide, l'air pré refroidi sera refroidi une seconde fois lorsqu'il passera dans le bouilleur de la colonne du bas, l'air refroidi est détendu à travers la vanne de JT et le mélange liquide-vapeur est introduit au milieu de la colonne du bas, le liquide va couler le long des plateaux à contre courant avec la vapeur qui monte du bouilleur, elle sera condensée lorsqu'elle atteindra le condenseur bouilleur en haut de la colonne du bas en ce point la vapeur est condensée, une partie du liquide N₂ remonte de la colonne d'en haut et l'autre partie coulera le long de la colonne du bas comme un reflux le N₂ liquide récupéré du bas de la colonne du bas sera le LN₂ pur, l'air liquéfié enrichi de l'azote est récupéré en bas de la colonne du bas détendu à travers une VJT une partie du liquide est vaporisée le tout est introduit au milieu de la colonne d'en haut cette

vapeur continue de monter de la colonne du haut et s'enrichir au fur et à mesure d' N_2 alors que le liquide coule le long de la colonne du haut s'enrichit en O_2 .

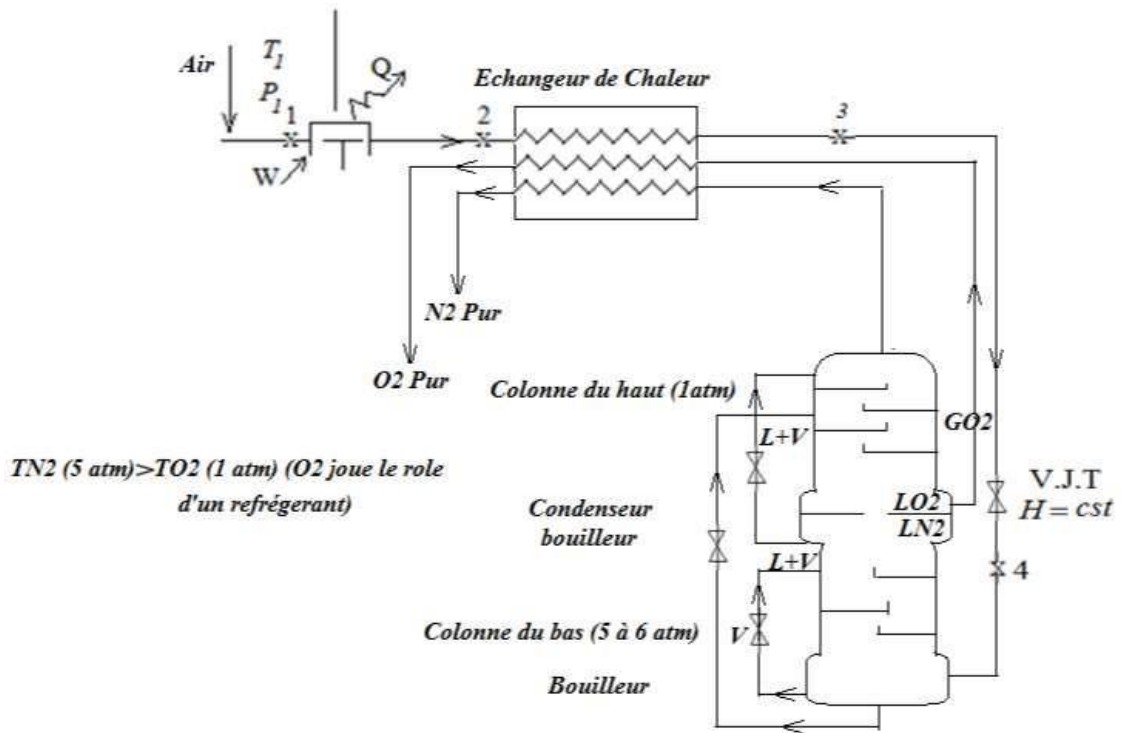


Figure 4: procédé de LIND Hampson à colonne de rectification

Colonne de rectification

Une rectification est une cascade de plusieurs évaporations et condensations, les 2 se trouvent dans un contrecourant. Une colonne de rectification est une colonne qui permet la séparation d'un mélange contenant 2 corps ou plus.

Explication du procédé au sein d'une Colonne de rectification:

Les vapeurs saturées entrent dans la colonne de rectification directement dans le plateau d'alimentation la bulle d'air soumise à la température du plateau la quantité de chaleur de bouilleur va traverser les plateaux se trouvant au-dessus du plateau d'alimentation (la partie volatile au fur et à mesure et à mesure qu'elle remonte dans cette section elle s'enrichit de l'élément N_2 azote et s'appauvrit de l'élément O_2 .

Elle gagne une quantité de vapeur N_2 et perd une quantité condensée d' O_2 , cette section est dite section riche en azote. L'azote ayant un point d'ébullition non élevé se

volatilise plus vite et plus tôt que l'O₂, la quantité de chaleur qui permet l'ébullition de la bulle au-dessous du plateau d'alimentation va subir le même mécanisme c'est-à-dire

condensation et évaporation partielle du niveau de chaque plateau, la quantité de chaleur dégagée par chaque condensation sera récupérée en haut de la colonne la bulle d'air plus elle descend plus elle s'appauvrit de N_2 et s'enrichit de O_2 elle est dite section pauvre.

Système de CLAUDE

L'expansion à travers une vanne est un processus irréversible thermodynamiquement parlant pour cela on veut s'approcher au maximum du système idéal, à cet effet pour un meilleur processus de production de basse température dans le système de Claude l'expander a été introduit pour atteindre les plus basses températures possible.

Dans le système de Claude, le gaz est comprimé à l'aide du compresseur à 24 Mpa (40 atm) Puis passe dans le premier échangeur de chaleur ou 60 à 80% du gaz est dévillé de son chemin principale pour qu'il soit étendu dans un expander et pour qu'il soit retourné avec le flux de retour après le deuxième échangeur de chaleur. La vapeur parcourue vers le 2ème et le 3ème échangeur pour se liquéfier et étendu par la VJT. La vapeur froide est retournée dans l'échangeur de chaleur pour qu'elle soit encore refroidie.

Une vanne de détente est encore nécessaire dans le système de Claude car le liquide à une compression plus faible que le gaz, par conséquent, si le liquide est formé dans le cylindre d'un moteur d'expansion ca entraîne des contraintes momentanées élevées.

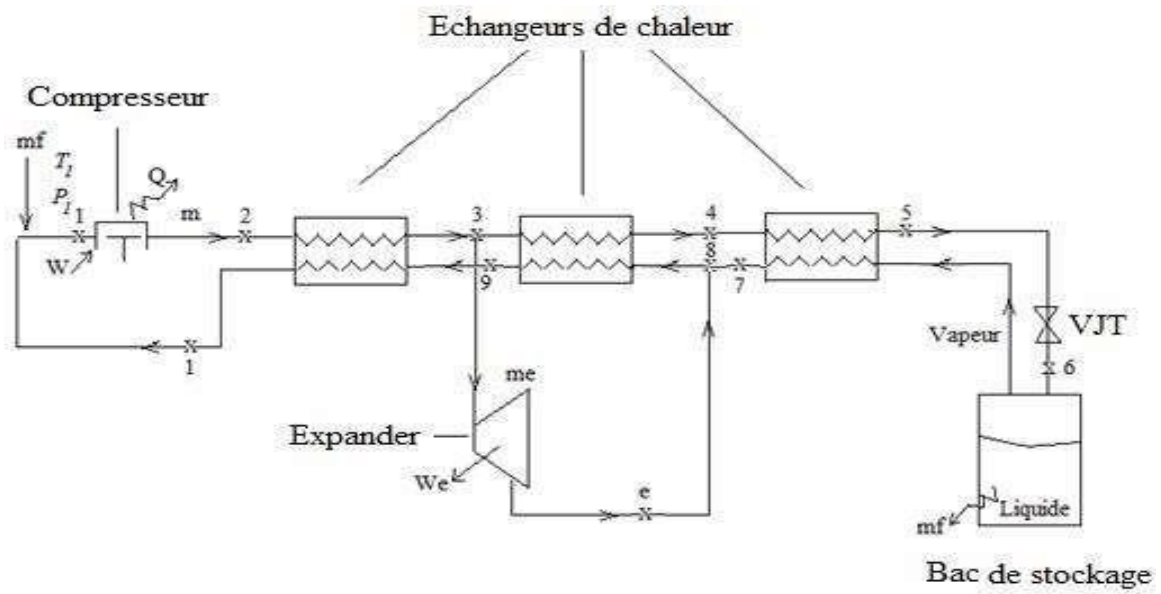


Figure 5: Procédé de Claude

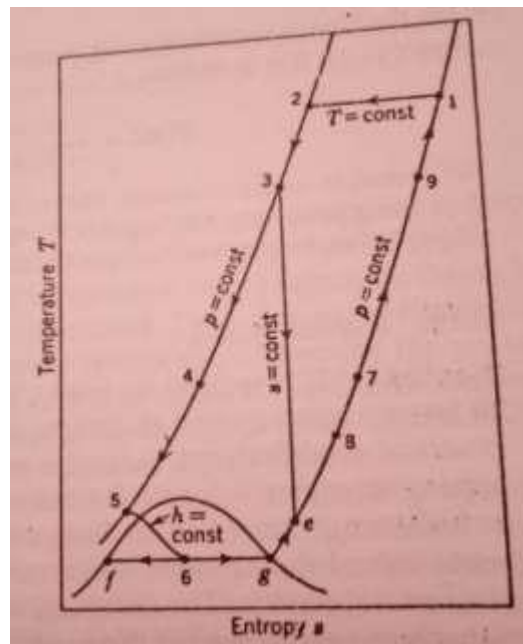


Figure 6: Diagramme TS du procédé de Claude.