

Procédés de liquéfaction des gaz

2.1 Généralités sur la liquéfaction des gaz

2.1.1 Importance et utilisation des gaz liquéfiés

L'obtention et l'utilisation des gaz liquéfiés (c'est à dire se trouvant sous forme liquide) rependent à trois besoins essentiels :

- Obtention de gaz purs à partir d'un mélange de gaz
- Facilité et économie de transport des gaz
- Usage des basses températures

➤ **Obtention des gaz purs :**

Le but initial de la liquéfaction des gaz était la séparation des mélanges gazeux et l'obtention de gaz pur.

Les travaux des premiers chercheurs s'appliquaient à la séparation des fractions gazeuses de l'industrie chimique, par ailleurs, ils cherchaient également à séparer les composants de l'air (oxygène, azote, gaz rares).

➤ **Facilité et économie du transport :**

Le transport des gaz à moyenne distance dans les canalisations ne se justifie que pour des débits importants assurés en des points bien déterminés, avec une certaine permanence dans le temps.

Pour le gaz naturel, par exemple, son transport par gazoduc est rentable pour des parcours terrestres où les débits sont importants et permanents. Pour les parcours maritimes on se heurte alors à des difficultés sérieuses : les pipes sous-marines sont très coûteuses et sont exposées à de hauts risques. Pour les autres gaz tels que l'oxygène et l'azote, par exemple, ils sont livrés par petites quantités, il n'est pas possible d'installer des canalisations de distribution.

La solution la plus intéressante de nos jours consiste à liquéfier les gaz et à les transporter à l'état liquide par mer, par route ou par rail.

En effet, sous l'état liquide, un gaz occupe un volume environ 600 fois moindre que celui qu'il occupe à l'état gazeux dans les conditions normales de température et de pression.

➤ **Usage des basses températures**

Sous certaines conditions, la plupart des gaz ont des températures de condensation inférieures à la température ambiante et même inférieur à 0°C

Les gaz liquéfiés peuvent donc se trouver à de basses températures et les applications y sont nombreuses.

Outre l'utilisation des gaz liquéfiés pour les besoins de la réfrigération et de la climatisation, leur usage est également important dans l'industrie et dans les laboratoires de recherche où on a besoin d'effectuer des opérations et des expériences à très basse température

2.1.2 Historique des expériences sur les gaz

Les premiers essais de liquéfaction des gaz datent de la fin du 18^{ème} siècle. Au cours du 19^{ème} siècle, on a réussi à liquéfier la plupart des gaz par refroidissement et compression

Pourtant, la liquéfaction de certains gaz semblait impossible malgré toutes les tentatives d'augmentation de la pression et de réduction de la température c'était le cas du CO , de l'azote, de l'oxygène

En 1850, Berthelot comprima l'oxygène à 780 atm sans parvenir à le liquéfier

Natter, en 1855, comprima l'oxygène et l'azote à 2790 atm sans aucune liquéfaction.

On avait conclu, à l'époque, qu'il existait 2 sortes de gaz : les gaz liquéfiables et les gaz permanents.

C'est Andrews qui en 1869, à l'aide des expériences faites sur le CO_2 , a permis de clarifier les conditions générales requises pour la liquéfaction des gaz.

Expériences d'Andrews :

Le gaz étant maintenu à température constante, est comprimé progressivement son volume diminue et sur le diagramme P-V de la figure, il est représenté à T_1 par la ligne KL

Au point A, le gaz commence à se liquéfier et si on continue à comprimer, le volume continue à diminuer sans que P n'augmente : le palier A'B' représente le mélange entre le gaz et le liquide

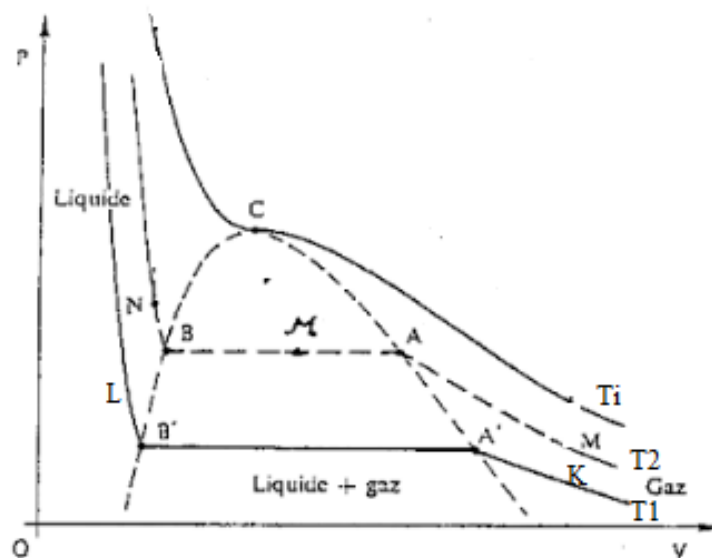
En L tout le gaz est liquéfié, et on obtient par la suite une courbe presque verticale (à cause de la faible compressibilité du liquide).

Si on recommence la même opération à une température $T_2 > T_1$, on obtient la ligne MN, puis un palier AB plus petit que LK

Si on continue les expériences en augmentant à chaque fois T , on arrive à une température où la liquéfaction ne se produit plus, on obtient un palier nul et le gaz reste à l'état gazeux quelle que soit l'augmentation de la pression.

Le point C où le palier s'annule s'appelle : **Point critique**

La température qui lui correspond est T_c et la pression P_c , si on joint les points A' et B' , on obtient la courbe de saturation qui délimite les domaines du liquide comprimé, de la vapeur surchauffée (gaz) et du mélange liquide –vapeur.



Conclusions

- Les expériences précédentes ont montré que chaque gaz possède une température critique T_c , au-dessus de laquelle il est impossible de le liquéfier en le comprimant
- Pour liquéfier un gaz, le respect de la condition de $T < T_c$, la condition essentielle concernant la pression de compression est qu'elle soit supérieure à la pression de saturation $P > P_{sat}$