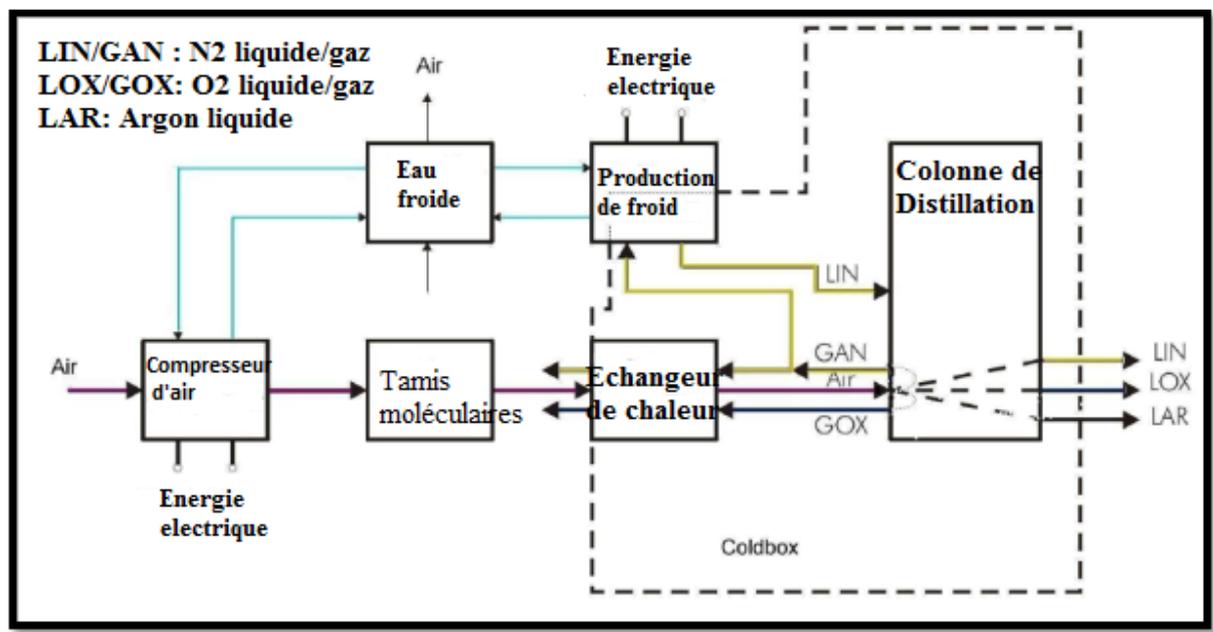


Schéma de principe d'une séparation cryogénique de l'air :

Le procédé de la séparation de l'air comporte les opérations suivantes:

- La compression
- L'épuration
- Le refroidissement
- La liquéfaction
- La distillation



Fonctionnement du processus principal d'une séparation cryogénique de l'air

a) Aspiration et compression de l'air ambiant :

La première étape de séparation cryogénique de l'air est la filtration et la compression. C'est l'une des parties les plus importantes de l'installation. L'air est aspiré grâce à un turbocompresseur avec le filtre (généralement avant la compression). Un premier niveau de filtration est réalisé grâce à des filtres retenant les particules de plus de 2μ tels que les poussières.

Lors de son aspiration, l'air est comprimé à environ 5-6 bars.

b) Pré-refroidissement avec de l'eau froide

Après la filtration, l'air comprimé est pré-refroidie pour atteindre la température ambiante par le passage dans les échangeurs de chaleur refroidis à l'eau ou à l'air refroidi. Ceci mène à une meilleure élimination d'impuretés, et également une minimisation de puissance d'énergie, causant moins de variation dans la performance d'usine due aux changements de la température atmosphérique de façon saisonnière.

c) L'épuration de l'air

L'air ambiant contient d'autres contaminants (humidité, dioxyde de carbone, hydrocarbures, et autres...), qui doivent toujours être éliminés pour satisfaire des caractéristiques de qualité du produit. Il est donc indispensable de le purifier afin d'éviter la formation de bouchons de neige carbonique et de glace lors du refroidissement.

d) Le refroidissement de l'air

La troisième étape dans la séparation cryogénique d'air est le transfert de la chaleur additionnelle (refroidissement de l'air). Il se fait dans des échangeurs de chaleur à contre courant où l'air est refroidi près du point de condensation par les gaz séparés froids, qui viennent de la colonne de distillation. Si un grand échangeur de chaleur est employé, les gaz froids peuvent être chauffés à une température juste sous celle de d'air entrant. Le refroidissement est habituellement fait dans les échangeurs de chaleur en aluminium soudés.

Le refroidissement est réalisé au moyen d'échange thermique interne entre l'air et les écoulements de gaz froids qui ont été produits pendant le processus de refroidissent de l'air comprimé. La réduction rapide de la pression fait alors refroidir l'air comprimé à des températures beaucoup plus basses, par lequel il subit la liquéfaction partielle. A des telles conditions l'air sera prêt pour être séparé dans la colonne de séparation.

e) La liquéfaction de l'air et la production du froid :

Une partie de l'air est liquéfiée dans la ligne d'échange. La production de froid nécessaire est obtenue par détente avec travail extérieur dans une turbine ou pour les faibles débits, dans un détendeur à piston. La production des produits liquides exige le froid. Ce froid est

produit dans un cycle continu, en comprimant, en refroidissant et par expansion de l'azote à son état liquide. C'est une réutilisation par ce que le gaz qui ne se condense pas est réchauffé et alimente de nouveau le compresseur.

f) La distillation et la séparation

Cette étape comporte l'utilisation des colonnes de distillation pour séparer l'air dans les produits désirés. Par exemple, le système de distillation pour l'oxygène a des colonnes de « haute » et « basse » pression.

L'air devenu liquide est remonté dans une colonne de distillation pour séparation de l'azote, qui est le gaz qui se liquéfie à la température la plus basse pour une pression donnée.

Dans la colonne de distillation, ce gaz est dans des conditions ne lui permettant pas de rester liquide, l'azote redevient donc gazeux et remonte le premier la colonne de distillation.

Cette loi physique a pour conséquence une accumulation d'azote pur en tête de colonnes.

Un circuit complémentaire constitué d'un compresseur et de turbines de détente permet de liquéfier l'azote gazeux accumulé en tête de colonne, à ce moment là la pureté de l'azote est de 99,95%.

Dans le bas de la colonne, il reste un « liquide riche » à forte teneur en oxygène et argon. Ce liquide passe dans une colonne basse pression qui présente des conditions de pression /température différentes. Dans cette colonne, les résidus d'azote sont évacués. Après cette seconde distillation, l'oxygène est pur à 99,6%. Le troisième constituant de l'air – argon – est faiblement représenté, mais il est séparé « piégé » dans les colonnes additionnelles et implique quelques étapes supplémentaires dans le processus.

Remarques importantes sur la séparation par distillation de l'air

Les usines qui produisent l'oxygène, l'azote ou autre gaz cryogéniques et avec une grande pureté exigent plus d'étapes de distillation.

Les usines qui produisent l'azote peuvent avoir une ou deux colonnes.

L'argon a un point d'ébullition semblable à celui de l'oxygène et il reste avec l'oxygène. Si cependant, l'oxygène de grande pureté est nécessaire, l'argon doit être enlevé du système de distillation.

L'évaporation et la condensation continues ont provoqué par l'échange intense de la matière et de la chaleur (c'est le rôle des condenseurs et les rebouilleurs de la colonne) entre la vapeur de montée et le liquide descendant, produit l'azote pur au dessus de la colonne à basse pression et de l'oxygène pur au fond.

Dans les installations de la cryogénique des gaz, des équipements divers sont utilisés comme les colonnes, les échangeurs de chaleur, les interconnexions et les pièces de l'équipement de production du froid etc..... Ceux qui fonctionnent aux températures très basses doivent être bien isolés afin d'obtenir une perte froide acceptable.