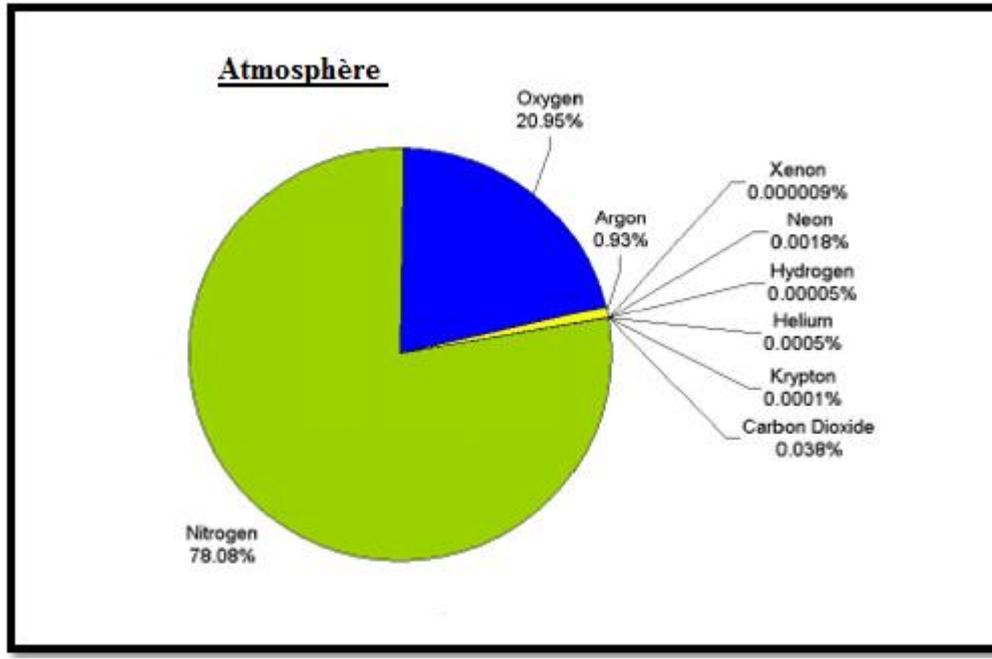


## Chapitre 2. Technologie de séparation de l'air :

### Généralités sur l'air :

L'air est un mélange des gaz, constitué principalement d'azote (78 %), oxygène (21 %) et de gaz inerte l'argon (0.9 %), le reste (0.1 %) se compose la plupart du temps de l'anhydride carbonique CO<sub>2</sub> et d'autres gaz inertes néon, hélium, krypton et xénon. L'air peut être séparé par la distillation dans les unités spéciales.



L'air ambiant, peut avoir jusqu'à la teneur en eau environ de 5% (en vol).

En plus des constituants déjà cités, l'air se compose de différents impuretés et contaminants :

- **La vapeur d'eau**: qui se trouve à une teneur variable, suivant les conditions météorologiques, et sous plusieurs formes : vapeur, gouttelettes en suspension, particules de glace.
- **Des polluants** : tels que les hydrocarbures (méthane, éthane, éthylène, propane.....)
- **Des gaz acides** : tel que  $H_2$ ,  $S_2$ ,  $SO_2$ ,  $HCl$ ,  $SO_3$ ,  $CO_2$ .... qui sont des agents corrosifs.
- **Bactéries et poussières**

La plupart de ces composants ont un effet inquiétant sur le processus et doivent être enlevées par des méthodes comme la filtration et l'épuration par adsorption ou absorption.

### **Points d'ébullition des composants de l'air :**

.183	=	90 K	Oxygène, Argon et Azote
.186	=	87 K	
.196	=	77 K	

Les deux composants les plus dominants sont l'Oxygène et l'Azote.

### **Propriétés et utilisations de l'Oxygène :**

L'oxygène est un gaz dans les conditions ordinaires (15°C et 1 bar) et est indispensable à la vie. Il est incolore, sans odeur, et sans saveur. A la pression atmosphérique pour des températures inférieures à – 183°C, c'est un liquide bleu pâle. C'est un gaz très réactif et corrosif qui se combine directement à la plupart des éléments pour former des oxydes.

**Point d'ébullition :** - 183 °C, **Point de congélation :** - 219 °C

### **Principales applications de l'Oxygène**

La circulation sanguine, dans notre corps, absorbe l'oxygène de l'air dans nos poumons pour alimenter les cellules. L'oxygène médical joue un rôle important en tant que gaz respirable.

L'oxygène favorise la combustion.

### **Propriétés et utilisations de L'Azote**

L'azote est un gaz dans les conditions ordinaires 15 °C et 1bar. L'azote est un gaz incolore, sans odeur et sans saveur. C'est le composant principal de l'air (78.08 % en volume) A la pression atmosphérique, pour des températures à – 196°C, c'est un liquide incolore, un peu plus léger que l'eau.

L'azote ne peut entraîner ni la respiration, ni la combustion (gaz inerte), mais joue un rôle essentiel en tant qu'élément de la matière. C'est un gaz ininflammable.

L'azote est livré soit gazeux sous pression dans des bouteilles, soit liquide à basse température sous sa propre pression de vapeur saturante.

**Point d'ébullition :** -196 °C, **Point de congélation :** - 210 °C

La plupart des plantes consomment de l'azote à partir de composés présents dans les terres. C'est pourquoi, plus de 80 pour cent de la production d'azote mondiale (environ 40 millions tonnes par an) sont utilisés uniquement pour la fabrication d'engrais chimique.

L'azote liquide est utilisé en cryogénie comme moyen de refroidissement, par exemple pour stocker des produits alimentaires ou pour la surgélation rapide.

## **Séparation cryogénique de l'air :**

L'air est séparé pour la production de l'oxygène, de l'azote, de l'argon et dans certain cas spéciaux d'autres gaz rares (krypton, xénon, hélium, néon) par la distillation cryogénique d'air. Les usines de séparation d'air sont conçues pour produire de l'oxygène, et de l'azote par le processus de la compression, du refroidissement, de la liquéfaction et de la distillation de l'air.

Un des plus grands producteurs des usines de séparation d'air est la compagnie Linde (2800 usines cryogéniques de séparation d'air dans plus de 80 pays).

L'air peut être séparé en ses composants au moyen de distillation dans les unités spéciales. Les usines de fractionnement ou de séparation de l'air utilisent un processus thermique connu sous le nom de rectification cryogénique pour séparer les différents composants les uns des autres afin de produire l'azote et l'oxygène de haute pureté sous forme liquide et gazeuse.

Les différentes technologies de séparation de l'air qui ont été développées sont :

- La séparation cryogénique
- La séparation par membrane
- La séparation par adsorption etc...

## **Séparation cryogénique de l'air :**

Le procédé cryogénique de séparation de l'air est le procédé le plus populaire. Il est le plus utilisé dans toutes les usines et à large échelle.

Il y a différentes demandes (les exigences du consommateur, la nature de produit final...) qui définissent et exigent le choix des cycles cryogéniques de séparation d'air, à savoir :

- Combien de produits sont exigés (si simplement l'oxygène ou azote, l'oxygène et azote).
- Degré de pureté exigée des produits.
- Pressions de livraison des produits gazeux.
- Si les produits doivent être stockés en forme liquide.
- Et le plus important, c'est le procédé qui permet d'utiliser une énergie minimale avec un rendement maximum.

## **Les étapes de base de la séparation cryogénique de l'air :**

Les étapes de base de cette technologie sont décrites comme suit :

- Compression d'air : l'air ambiant est aspiré, filtré et comprimé approximativement à 5-6 bars par un compresseur.
- Pré-refroidissement de l'air : Dans un premier temps, l'air comprimé est pré-refrigéré avec de l'eau généralement jusqu'à une température ambiante.
- Purification d'air : des impuretés telles que la vapeur d'eau et l'anhydride carbonique sont alors enlevées de l'air par les tamis moléculaires.
- Refroidissement d'air : puisque les gaz qui composent l'air sont liquéfiés à très basses températures, l'air épuré est refroidi dans l'échangeur de chaleur principal.
- Séparation d'air : La séparation d'air en oxygène pur et en azote pur est effectuée dans deux colonnes ( les colonnes à moyenne et basse pression). La différence des points d'ébullition des constituants de l'air est exploitée pour réaliser la séparation. L'oxygène devient liquide à  $-183^{\circ}\text{C}$  et l'azote à  $-196^{\circ}\text{C}$ .
- En forme liquide, l'oxygène, l'azote sont stockés dans les réservoirs et transportés aux clients par des camions-citernes.