

Chapitre I : introduction au séchage thermique

I.1 Définition du séchage

I.2 Objectifs du séchage

I.3 Applications industrielles du séchage

I.4 Méthodes de séchage

I.4.1 Séchage mécanique

I.4.2 Séchage chimique

I.4.3 Séchage thermique

I.5 Modes de séchage thermique (ou techniques d'élimination d'eau par séchage thermique)

I.5.1 Séchage par ébullition

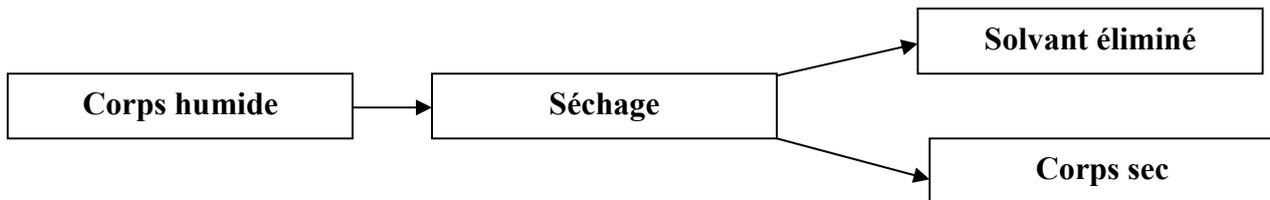
I.5.2 Séchage par entraînement

I.6 Séchage non thermique (la lyophilisation)

Chapitre I : introduction au séchage thermique

I.1 Définition du séchage

Le séchage est l'opération unitaire ayant pour but d'éliminer partiellement ou totalement un solvant (très souvent l'eau) contenu à l'intérieur d'un corps humide. Le produit (ou corps) se trouve en fin de l'opération à l'état solide (l'état sec).



Le terme humidité désigne le liquide contenu dans le corps et devant être éliminé au cours du séchage.

Le séchage génère des transferts couplés:

- Transfert de masse (migration de l'eau du produit vers sa surface libre en contact avec l'air).
- Transfert de chaleur (évaporation de l'eau par apport de chaleur).

I.2 Objectifs du séchage

L'opération du séchage intervient généralement en fin de chaîne de fabrication avant l'emballage. Les principaux objectifs du séchage sont:

- Augmentation de la durée de conservation du produit par l'abaissement de sa teneur en eau à un niveau tel qu'il n'y ait pas de développement de micro-organismes ex : bactéries.
- Diminution de la masse du produit et donc son allègement dans le but de diminuer le coût du transport

I.3 Applications industrielles du séchage

Le séchage est trouvé dans de nombreux secteurs industriels, qui sont:

- Industrie agroalimentaire (ex: Céréales, lait, fruit sec : raisins, pruneaux, abricots).
- Industrie papetière
- Industrie pharmaceutique
- Industrie chimique
- Industrie plastique

I.4 Méthodes de séchage

Généralement, il ya trois méthodes de séchage:

- Séchage mécanique
- Séchage chimique
- Séchage thermique

I.4.1 Séchage mécanique

L'eau est éliminée par des forces purement mécaniques, ex : pressage, centrifugation.

I.4.2 Séchage chimique

L'eau est éliminée par des desséchants chimiques tels que acide sulfurique H_2SO_4 , sulfate de sodium Na_2SO_4 qui ont pour rôle d'absorber l'eau.

I.4.3 Séchage thermique

L'eau est éliminée par évaporation en transmettant au produit une énergie thermique (ou apport de chaleur) par les modes de transfert de chaleur:

- Conduction (plaque chauffante)
- Convection (Air chaud)
- Rayonnement (ondes électromagnétiques)

Ou par deux ou trois modes de transfert de chaleur à la fois.

I.5 Modes de séchage thermique (ou techniques d'élimination d'eau par séchage thermique)

Les modes principaux du séchage thermique sont:

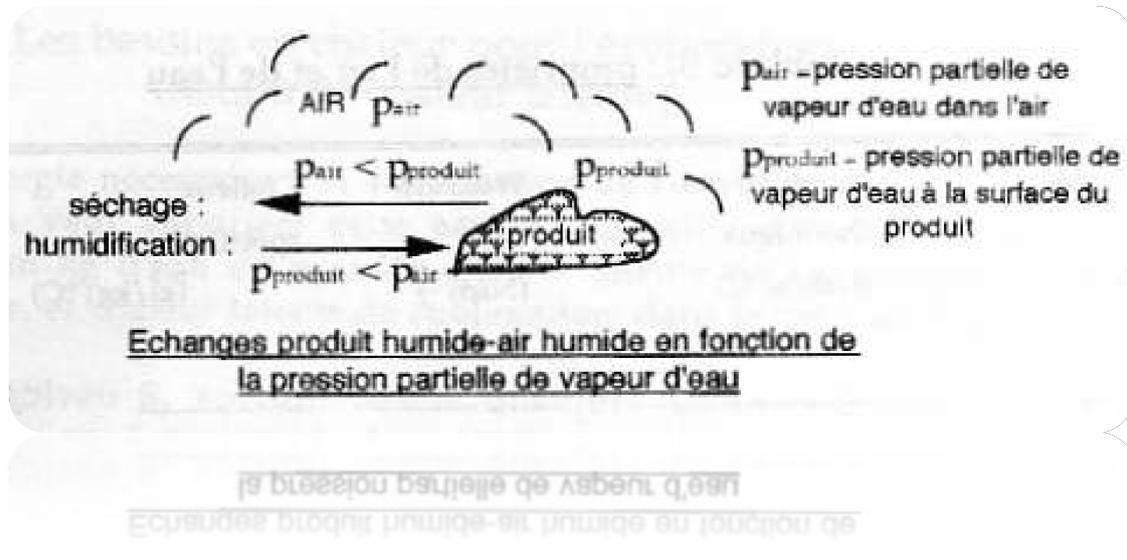
- Séchage par ébullition
- Séchage par entraînement

I.5.1 Séchage par ébullition

Dans ce mode, la pression de vapeur du solvant est égale à la pression régnant dans le séchoir. La température du liquide est donc déterminée par la pression d'ébullition, ex: 100 C° pour l'eau à $1.013 \cdot 10^5\text{ Pa}$. Le mode chauffage se fait par conduction (Contact plaque chauffée avec le produit). Les vapeurs formées sont entraînées par de l'air de balayage de très faible débit. Ce type de mode de séchage thermique altère la qualité du produit.

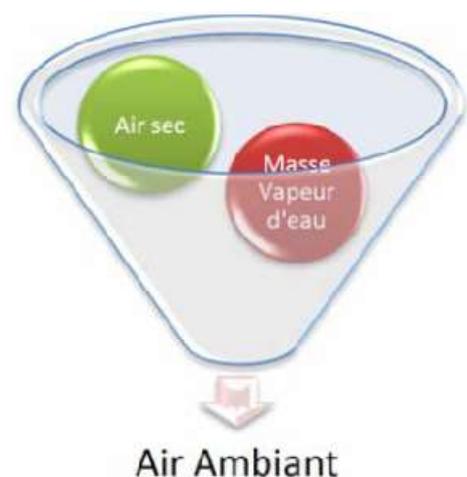
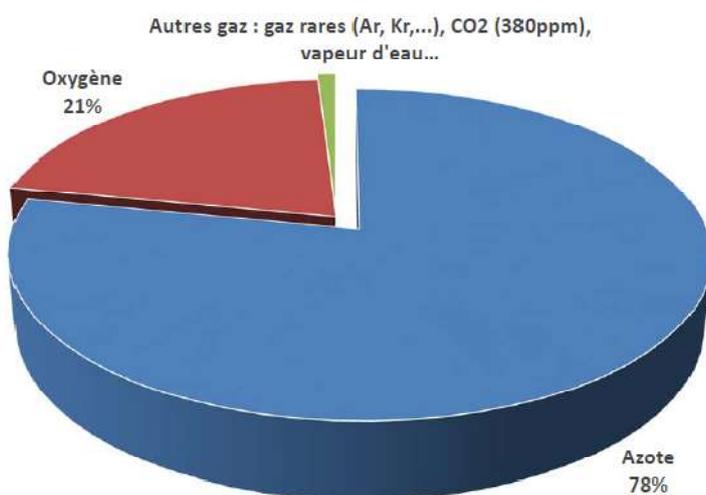
1.5.2 Séchage par entrainement

Dans ce mode, Le produit est mis en contact avec un gaz en mouvement (air chaud) le plus sec possible qui fournit la chaleur nécessaire à l'évaporation du liquide et entraine la vapeur formée.



- $P_v \text{ produit} > P_v \text{ air}$: séchage : l'air se refroidit perd de l'énergie thermique et en surchargeant d'humidité.
- $P_v \text{ produit} < P_v \text{ air}$: humidification

Composition de l'air ambiant (air humide), en pourcentage:



I.6 Séchage non thermique (la lyophilisation)

Pour ne pas dégrader le produit, on utilise la lyophilisation. Ce procédé de séchage combine l'action du froid (-30 C° à -50 C°) et du vide (0.0064atm), en provoquant la sublimation de la glace (-30 C° à -20 C°). Le cristal passant directement à l'état vapeur sans transition de la phase liquide. La vapeur d'eau (ou de tout autre solvant) quitte le produit et on la capture par congélation à l'aide d'un condenseur, ou piège froid.

