Dr RAHMANI Fathia
Université Djilali Bounaama de Khemis Miliana

FICHE DE SYNTHÈSE

Séchage

Ressource d'aide et de remédiation

1. Définition

Le séchage est une opération unitaire qui consiste à éliminer totalement ou partiellement l'humidité contenue dans un produit solide, pâteux ou semi-solide. Il est généralement réalisé par évaporation de l'eau ou d'un solvant, sous l'effet d'un apport de chaleur et d'un entraînement de la vapeur formée.

2. Principe du séchage

Le séchage repose sur deux phénomènes simultanés : un transfert de chaleur vers le produit humide et un transfert de matière correspondant à l'évacuation de l'humidité vers le milieu de séchage. La chaleur permet de vaporiser l'eau ou le solvant, tandis que l'air de séchage ou le vide facilite l'élimination de la vapeur. L'objectif est d'obtenir un produit plus stable, plus facile à conserver, à transporter ou à utiliser.

Exemple : séchage de poudres pharmaceutiques, de cristaux, de granulés, de produits alimentaires ou de boues issues du traitement des eaux.

3. Vocabulaire essentiel

Terme	Définition
Humidité	Quantité d'eau ou de solvant contenue dans un produit.
Humidité libre	Humidité facilement éliminable, généralement située à la surface ou faiblement retenue.
Humidité liée	Humidité fortement retenue par le produit, plus difficile à éliminer.
Air de séchage	Air utilisé pour apporter de la chaleur et entraîner la vapeur d'eau formée.
Produit sec	Produit ayant atteint une teneur en humidité finale faible et contrôlée.

4. Périodes du séchage

Les deux périodes principales à retenir :

- Période à vitesse constante : l'humidité libre présente à la surface du produit s'évapore facilement.
- Période à vitesse décroissante : l'humidité interne doit migrer vers la surface, ce qui ralentit progressivement le séchage.
- La durée de chaque période dépend de la nature du produit, de sa porosité, de son épaisseur et des conditions opératoires.

5. Facteurs influençant le séchage

Les principaux paramètres à retenir :

- La température de l'air : une température plus élevée peut accélérer l'évaporation, mais elle doit rester adaptée au produit.
- L'humidité relative de l'air : un air trop humide absorbe moins facilement l'humidité du produit.
- La vitesse de l'air : elle favorise le renouvellement de l'air autour du produit et l'évacuation de la vapeur.
- La nature du produit : texture, porosité, épaisseur et sensibilité thermique influencent la vitesse de séchage.
- Le temps de séchage : il doit permettre d'atteindre la teneur en humidité finale souhaitée.
- La pression : le vide abaisse la température d'évaporation et protège les produits thermosensibles.

6. Types de séchage

Le séchage peut être réalisé par plusieurs méthodes. Le séchage par air chaud utilise un flux d'air chauffé pour apporter la chaleur et évacuer l'humidité. Le séchage sous vide permet d'évaporer l'eau ou le solvant à plus basse température. Le séchage par atomisation transforme une solution ou une suspension en poudre à l'aide d'un air chaud. Le séchage en lit fluidisé est utilisé pour des particules ou granulés et assure un bon contact entre l'air et le solide.

7. Étapes générales d'un séchage par air chaud

Déroulement simplifié :

- Préparation du produit humide à sécher.
- Mise en contact du produit avec l'air chaud.
- Apport de chaleur au produit.
- Évaporation de l'humidité libre puis de l'humidité liée.
- Évacuation de la vapeur par l'air de séchage.
- Arrêt du procédé lorsque la teneur en humidité finale souhaitée est atteinte.

8. Applications

Domaines d'utilisation :

- Industrie pharmaceutique : séchage de poudres, granulés, extraits et principes actifs.
- Industrie agroalimentaire : conservation de produits alimentaires, fruits, légumes, lait en poudre ou céréales.
- Industrie chimique : séchage de cristaux, sels, pigments et produits intermédiaires.
- Traitement des eaux : réduction de l'humidité des boues.
- Laboratoire : séchage d'échantillons, de précipités ou de solides après filtration.
- Procédés industriels : séchoirs à air chaud, séchoirs sous vide, séchoirs à lit fluidisé et atomiseurs.

9. À retenir

- Le séchage permet de réduire la teneur en humidité d'un produit.
- Il repose sur un transfert simultané de chaleur et de matière.
- L'humidité libre est plus facile à éliminer que l'humidité liée.
- Le séchage comporte souvent une période à vitesse constante puis une période à vitesse décroissante.
- La température, l'humidité relative, la vitesse de l'air et la nature du produit influencent l'efficacité du séchage.
- Un séchage trop rapide ou mal contrôlé peut provoquer une dégradation, des fissures ou une altération de la qualité du produit.

10. Mots-clés

Séchage, humidité, humidité libre, humidité liée, transfert de chaleur, transfert de matière, évaporation, air de séchage, vitesse de séchage, température, humidité relative, séchage sous vide, produit thermosensible.