

TECHNOLOGIE DE SECHAGE : SECHAGE SUR CLAIES A L'AIR AMBIANT



1. PRINCIPE DE LA TECHNOLOGIE

Le séchage : les échanges entre l'air et la plante

Le séchage se fait par évaporation de l'eau de la plante dans l'air. L'évaporation se produit à cause d'un déséquilibre entre l'eau et l'air à la surface de la plante.

L'eau de la plante est évaporée et l'air se charge de cette même quantité d'eau. Le séchage fait intervenir à la fois des transferts de matière (eau), et aussi des transferts d'énergie (chaleur). Ces échanges ont lieu du fait des écarts de température et d'humidité à la périphérie du produit.

Dans les plantes, l'humidité avant séchage varie de 70 % à 90 %. L'eau se trouve dans chaque cellule de la plante et doit donc migrer à sa surface pour s'évaporer.

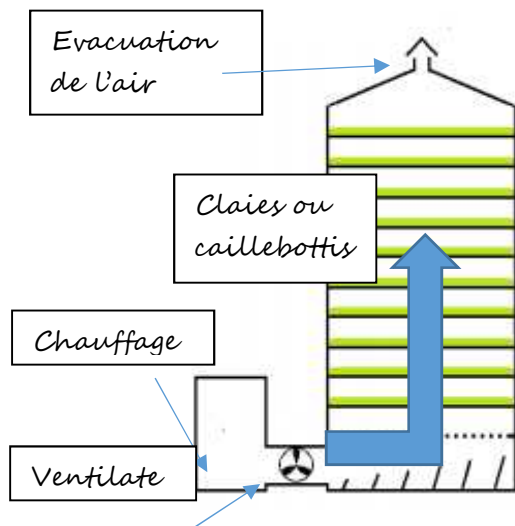
L'eau, pour être évaporée, nécessite de l'énergie (chaleur). L'énergie apportée par l'air est convertie en évaporation, et l'air se refroidit en même temps qu'il se charge en eau.

Un produit est dit sec quand il est stabilisé dans l'air et qu'il ne risque plus aucune dégradation. Généralement, cela correspond à un taux d'humidité autour de 12 %.

Pour le traitement des plantes aromatiques et médicinales on pratique de façon courante le séchage par ventilation simple, ou associée à un dispositif de dés humidification de l'air

- **Séchage par ventilation**

La ventilation permet de renouveler l'air qui se sature en eau. L'air ventilé apporte l'énergie nécessaire et évacue l'eau sous forme de vapeur d'eau (invisible).



L'air est composé d'air sec et de vapeur d'eau. Il est caractérisé par sa température ($T^{\circ}\text{C}$) et son taux d'humidité relative (% HR pourcentage de vapeur d'eau contenu dans un m^3 d'air par rapport au maximum que ce même m^3 pourrait contenir à cette température).

L'humidité absolue, est la quantité totale de vapeur contenue dans l'air, elle peut s'exprimer en g/m^3 .

Exemple : l'air à 60 % d'humidité relative contient respectivement 10,5 g/m^3 de vapeur d'eau à 20°C et 24 g/m^3 à 35°C .

Le séchage progresse de l'arrivée d'air vers la sortie. Généralement le séchage progresse donc du bas vers le haut.

Le traitement post récolte des plantes, en particulier des plantes fragiles nécessite d'avoir un séchoir sur l'exploitation ou très proche du lieu de récolte.

Dans les séchoirs les plantes sont entassées sur 1 à 2 m selon leur fragilité.

La température dans le séchoir doit se situer entre 30 et 40°C pour ne pas les altérer (noircissements, pertes d'arômes).

La **durée de séchage** varie en fonction du taux d'humidité et de la présentation du produit à sécher, de l'humidité relative et de la température de l'air, du volume d'air passant par les plantes (ventilation).

Pour les séchoirs à caillebotis utilisés généralement, le temps de séchage est de 5 jours maximum à température ambiante, auxquels il faut ajouter une ½ journée de séchage en réchauffant l'air. Elle n'est pas compressible en dessous d'un certain seuil à moins de travailler à haute température.

Les plantes sont sèches lorsque les feuilles se séparent de la tige en frottant entre les doigts mais sans pour autant se réduire en poudre.

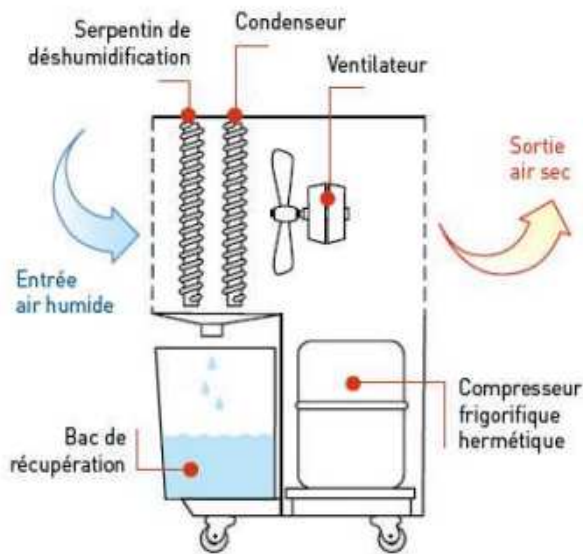
- **Le séchage par déshumidification**

Le principe de fonctionnement est la **condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air**. Il peut être utilisé dans le cas de séchage sur claies dans les petites unités de transformations.

Les séchoirs à claies sont formés d'armoires ou de tiroirs de séchages composés de claies superposées qui forment une surface importante de séchage.

Par exemple, quatre armoires de séchage composées de 12 claies forment une surface de séchage de 40 m².





L'air humide est amené par un ventilateur sur un évaporateur où il est refroidi jusqu'à atteindre son point de rosée. L'humidité de l'air est recueillie dans un bac ou évacuée à la vidange par un tuyau.

La capacité de déshumidification d'un système est exprimée en litres/heure ou litres/jour. Elle dépend de la puissance du compresseur, du condenseur, de la ventilation exprimée en m³/h. Elle devra être en moyenne de 1 l/jour /m² de claie.

Les déshumidificateurs ont une plage de fonctionnement qu'il convient de respecter, au-dessus de la température maximum le système ne travaille plus puisqu'il n'est plus en mesure d'amener l'air au point de rosée et il rentre en surchauffe.

Les systèmes étudiés maintiennent pendant, la durée de leur fonctionnement une HR comprise entre 15 % et 30 %.

- **Caractéristiques techniques**

	Séchoir à ventilation	Séchoirs à claies + déshumidification
Volume utile	50 m ³ de séchoir permet de traiter 15 ha	
Durée de séchage (approximative)	5 jours maximum	
Débit du ventilateur	1 000 m ³ /h/m ² pour ce séchoir de 15 m ³ .	
Puissance électrique nécessaire		
Températures	30-50°C	

2. APPLICATIONS

- **Impacts produits**

Un traitement thermique basse température (30 et 40 °c) ainsi qu'un faible niveau d'humidité en fin de traitement permet une bonne conservation de la plante (taux d'humidité de la plante autour de 12 %), de ses principes actifs et de sa couleur.

D'une manière générale, plus le système de déshumidification est puissant par rapport à la capacité de chargement du séchoir, plus le séchage est rapide et garantit donc la conservation des principes actifs, de la couleur et des qualités organoleptiques.

En cas d'utilisation d'un réchauffeur d'air, les fumées de combustions ne devront pas entrer en contact avec les plantes.

3. IMPACTS ECONOMIQUES ET ENVIRONNEMENTAUX

Economie	Séchoir à ventilation - Caillebottis	Séchoirs à claies + déshumidification
Investissement		Pour les petites exploitations (productions inférieures à 100 kg par an)
Coûts d'exploitations	Temps de chargement et déchargements Moins de manipulation.	Main d'œuvre +++
Aspects énergétiques	Consommations fuel ou gaz. + Consommation électrique ventilation	Usage déshumidificateur

Environnement	Séchoir à ventilation - Caillebottis	Séchoirs à claies + déshumidification
Consommation eau	0	0
Consommation énergie	+++	++
Rejets	Fumées de combustion	Eau de condensation

4. CONTRAINTES REGLEMENTAIRE

Il n'y a pas de contrainte réglementaire en ce qui concerne l'application de la technologie aux produits

5. IMPACT AGRICULTURE BIOLOGIQUE

Ces technologies sont adaptées aux produits de l'agriculture biologique.

6. ÉQUIPEMENTS, CONSTRUCTEURS, MATURITE...

- **Maturité de la technologie**

Les deux applications technologies sont classiquement mises en œuvre dans les exploitations de production de plantes médicinales et aromatiques.

Le séchage par ventilation concerne la plupart des installations actuelles pour les grosses productions : il se fait sur caillebotis (entre 20 et 80 m² généralement) avec un ventilateur et un réchauffeur (souvent à gaz).

Les installations avec déshumidificateur se trouvent plus souvent pour des petites structures, généralement des séchoirs à claies.

- **EQUIPEMENTS**

- **Séchage par ventilation**

On compte un séchoir de 15 à 20 m³ pour traiter un ha de plantes. Un séchoir d'environ 50 m³ de séchoir permet de traiter 15 ha de 5 espèces différentes avec un échelonnement des récoltes.

Il existe de nombreuses formes de séchoir : la plus répandue est le séchoir en dur, à l'intérieur d'un bâtiment. Un caillebotis en bois se situe à 60 - 70 cm du sol, supportant une grille inox ou acier.

➤ **Le ventilateur**

La capacité du ventilateur doit être de 1 000 m³/h/m² pour ce séchoir de 15 m³.

La pression p nécessaire : généralement 25 à 50 mm CE. La perte de charge se calcule en fonction de l'état et du type de plante, de la hauteur, et de la vitesse de l'air.

Le débit D nécessaire à cette pression est de 300 à 1 000 m³/h par m² selon l'avancement de séchage.

➤ **Le générateur d'air chaud ou réchauffeur** pour la fin de séchage ou les traitements périodes pluvieuses ou froides.

Un réchauffage de 1°C permet d'augmenter le pouvoir évaporant de 0,25 g/m³ et d'abaisser l'humidité relative de 4 à 5 %.

Il faut 1,25 kJ pour réchauffer 1m³ d'air de 1°C. Soit une puissance nécessaire de 17 kW pour réchauffer 10 000 m³ /h de 5°C - 1 KW pour 30 kg de capacité de chargement.

Les énergies peuvent être le fuel, le gaz, le solaire, ou la biomasse : le fuel fournit 35 000 kJ/l, le gaz propane fournit 46 000 kJ/kg. Certains séchoirs fonctionnent à l'énergie solaire : l'air chaud est produit à partir de cellules photovoltaïques placées sur le toit du bâtiment.

Un séchoir de 20 à 30 m² coûte entre 5 000 et 12 000 €, ventilateur, générateur d'air chaud et grille inox compris : tout dépend des matériaux utilisés, de la part d'auto construction et de l'état du matériel (neuf ou occasion).

Pour ce dimensionnement, un ventilateur neuf coûte environ 1000€ ; un générateur de chaleur à gaz 3 000 €, une grille inox, 1 300 €.

➤ **Séchage par déshumidification**

En plus du séchoir, il faut investir dans un appareil de déshumidification. Il existe de nombreux modèles de déshumidificateurs.

Cf. liste (non exhaustive). CFT (Ecosec, Passat), PureLine, Alpatec

Exemples de caractéristiques

Marques	Puissances W	Capacité 30°C, 80% HR	Ventilation	Prix	Site internet
Rexair	370 à 480 W	22 l/j	400 m ³ /h		https://www.rexair.fr/deshumidificateur-professionnel-confort-mobile/
Trotec TTK	Jusqu'à 700 W	Gamme étendue de 10 à 50 l/j	Jusqu'à 350 m ³ /h		https://www.trotec24.fr/machines/deshumidification

7. BIBLIOGRAPHIE UTILE

- Plantes aromatiques et médicinales : premiers pas dans la production bio en Languedoc Roussillon : Mettre en place un atelier de plantes aromatiques en partenariat avec des entreprises.

http://www.sud-et-bio.com/sites/default/files/Brochure_plantes_aromatiques_et_medicinales.pdf

- La journée annuelle technico-économique des plantes à parfum, aromatiques et médicinales bio 9 octobre 2008 dans le Puy de Dôme

http://www.cpparm.org/wp-content/uploads/Journee_2008_sechage.pdf

- FICHE TECHNIQUE - PPAM BIO « PROCEDES ET TECHNIQUES DE SECHAGE DE PPAM BIO A LA FERME » 2013

<http://www.biopaysdelaloire.fr/wp-content/uploads/2017/02/FICHE-PPAM-SECHAGE.pdf>

CRIEPPAM (Centre Régionalisé Interprofessionnel d'Expérimentation en Plantes à Parfum Aromatiques et Médicinales) www.crieppam.fr.