

## DIMENSIONNEMENT

Le raisonnement est le suivant : « Je souhaite produire **X** kg de plante sèche à l'année, avec telle présentation et j'attends telle qualité de séchage. J'ai un pic d'activité sur tel mois de l'année où je dois sécher **Y** kg de plante par semaine, j'ai donc besoin de **Y** mètres carrés de claies.

- Je souhaite travailler avec un déshumidificateur, je choisis un appareil avec une capacité de déshumidification d'au moins **Y** litres/24h et une ventilation la plus importante possible, je dimensionne mon ventilateur par rapport à la ventilation de mon déshumidificateur en tenant compte des pertes de charges dans le circuit.
- Je souhaite travailler avec des capteurs solaires, j'ai besoin de **Z** = (**Y**/3) m<sup>2</sup> de capteur, je calcule ma ventilation pour arriver à une vitesse de circulation de l'air comprise entre 2 et 5 m/s (voir formule page précédente) en tenant compte des pertes de charge dans le circuit.
- Je souhaite travailler avec un système de chauffage de l'air ambiant, je compte 1kW de puissance pour 30 kg de capacité de chargement avec une ventilation comprise entre 200 et 500 m<sup>3</sup>/h en tenant compte des pertes de charge dans le circuit.

## STOCKAGE

Les conditions de stockage de la plante une fois séchée doivent garantir sa conservation. Il doit donc se faire à l'abri de la lumière, des rongeurs, des insectes et dans des conditions hygrométriques favorables afin d'éviter toute reprise d'humidité (humidité relative inférieure à 50 %).

Plusieurs solutions sont envisageables :

Solution	Avantage	Inconvénient
Sacs kraft dans sacs plastique fermés ou cartons filmés.	Coût	Consommation importante
Sacs kraft rangés dans des fûts étanches (métal avec peinture alimentaire ou plastique, les fûts cartons ne protègent pas la plante des reprises d'humidité)	Coût	Difficultés de rangement (plusieurs plantes dans un même fût)
Sacs kraft ou cartons dans une pièce fermée et étanche avec déshumidificateur pour maintenir une humidité relative inférieure à 50 %	Pratique	Coût (investissement et fonctionnement)

La désinsectisation peut se faire par congélation de la plante sèche pendant 48 h. Dans le cas de structures plus importantes avec système de commercialisation en gros, les conditions de stockage doivent être raisonnées en fonction des débouchés et des prix de vente. Les sacs tissés et les sacs « big-bag » ne garantissent pas des conditions de conservation optimum.

La solution la plus pertinente serait donc le stockage de ceux-ci dans un local dédié avec déshumidificateur. Cependant l'investissement dans ce local et les coûts de fonctionnement viennent accroître les coûts de production et diminuer d'autant la marge. Une étude économique incluant le facteur stockage est donc nécessaire.

## INTRODUCTION

### PRINCIPES

#### Définitions :

Extraction de l'eau contenue dans la plante (l'air se charge de cette même quantité d'eau)

#### Objectifs :

- Conservation de la plante (taux d'humidité de la plante autour de 12 %), de ses principes actifs et de sa couleur. Une plante sèche ou en cours de séchage peut reprendre l'humidité = moisissures, décoloration ... Attention aux conditions de stockage et au reprise d'humidité lors du séchage.
- Qualité visuelle, organoleptique et bactériologique conforme aux exigences de l'acheteur.
- Diminution du volume et du poids.

Variables : eau (air et plante), température et durée.

### LA PLANTE

- L'humidité de la plante avant séchage varie de 70 % (sarriette) à 90 % (basilic).
- L'eau se trouve dans chaque cellule de la plante et doit donc migrer à sa surface pour s'évaporer.
- Il existe des forces superficielles qui retiennent l'eau dans la plante, elles sont très faibles lorsque l'eau est abondante, elles deviennent de plus en plus fortes au fur et à mesure que la disponibilité de l'eau diminue.

### L'AIR

- Il est composé d'air sec et de vapeur d'eau.
- Il se caractérise par sa température (T°C) et son taux d'humidité relative (HR%).
- La capacité de l'air à se charger en eau augmente en même temps que l'on augmente sa température, un air à 20°C et 60% d'humidité relative contient 10,5 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau alors qu'un air à 35°C et 60% d'humidité relative contient 24 g/m<sup>3</sup> de vapeur d'eau.
- Le taux d'humidité relative est le pourcentage de vapeur d'eau contenu dans un m<sup>3</sup> d'air par rapport au maximum que ce même m<sup>3</sup> peut contenir à la même température.
- L'humidité absolue est la quantité totale de vapeur contenue dans l'air elle peut s'exprimer en g/m<sup>3</sup>.

### LA DURÉE DE SÉCHAGE

- Elle varie en fonction du taux d'humidité et de la présentation ou granulométrie du produit à sécher, de l'humidité relative et de la température de l'air, du volume d'air passant par les plantes (ventilation).
- Elle ne devrait pas dépasser 5 jours.
- Elle n'est pas compressible en dessous d'un certain seuil à moins de travailler à haute température (6 h à 12 h pour une fleur type mauve, 48 h pour une partie aérienne, non découpée, type menthe).

# PRINCIPES DE FONCTIONNEMENTS DES SÉCHOIRS À CLAIES

a

## Evacuation air humide :

Attention à éviter tout risque de condensation sur des parois froides.  
Pour les systèmes avec capteur solaire sans ventilateur (convection naturel), la longueur de la cheminée conditionne le débit et la vitesse de l'air.  
Pour les systèmes avec déshumidificateur (fonctionnement en circuit fermé avec recyclage de l'air), il est possible de placer le déshumidificateur dans l'enceinte de séchage afin de diminuer le coût de l'installation mais avec un temps de séchage allongé (déficit de ventilation).  
Dans tous les cas si un gainage est nécessaire, attention aux pertes de charge, plus le section de gaine est importante moins il y a de perte de charge, attention aussi à ce qu'il y ait le moins possible de frein à une bonne circulation de l'air (coude, T ...)

b

## Plenum :

La taille de celui-ci doit permettre une bonne répartition de l'air pulsé, il est possible d'y installer des chicanes pour casser le flux d'air et obtenir un séchage uniforme.

c

## Claies :

### Dimensionnement :

Compter 1 % de la surface cultivée en surface de claies (à moduler en fonction de la performance du système de chauffage/déshumidification et des caractéristique du ventilateur).

Ou déterminer par un calendrier de récolte le pic d'utilisation du séchoir et compter 1 m<sup>2</sup> de claie par kg de plante fraîche à charger, prévoir une marge de sécurité suffisante afin d'anticiper un possible développement du volume à traiter.

Pour choisir la surface des claies, le meilleur rapport maniabilité/temps de manutention semble être autour d'1 m<sup>2</sup> avec des dimensions de type : 0,8 x 1,20 m. Des claies/caissons (rebord entre 10 et 20 cm), en augmentant la capacité de chargement par m<sup>2</sup>, permettent une bonne économie de temps de travail, mais la ventilation doit être dimensionnée en conséquence (entre 500 et 1000 m<sup>3</sup>/h par m<sup>2</sup> de plancher)

**Matériaux :** la toile supportant les plantes devra être lavable, classée alimentaire tout en permettant un bon passage du flux d'air (moustiquaire inox, store à fromage ...)

d

## Déshumidificateur :

Le choix du déshumidificateur est à faire en fonction du poids de plante à traiter, de la capacité d'investissement et de la vitesse de séchage voulue.

La capacité de déshumidification pour un séchage de durée moyenne devra être d'environ 1 litre/24h pour 1 m<sup>2</sup> de claie.

Si l'on souhaite accélérer le séchage il est possible de partir sur une capacité supérieure, attention au risque de surchauffe.

Et aussi ...

## Temps de travail :

Le temps de chargement et déchargement est directement conditionné par la taille des claies et par l'agencement espace de travail - espace de séchage.  
L'espace de travail doit être raisonné pour minimiser les déplacements et la manutention, il doit comporter une table de travail, un espace de rangement des claies, un espace de rangement pour les sacs, les tamis, balance.... Il doit être en conformité avec la réglementation.

## Investissement :

L'investissement est directement lié au dimensionnement du système (comme pour la rationalisation des coûts de fonctionnement, l'investissement dans un système de séchage doit se faire au plus près des besoins de l'exploitation avec une marge de manœuvre nécessaire correspondant au développement de celle-ci).

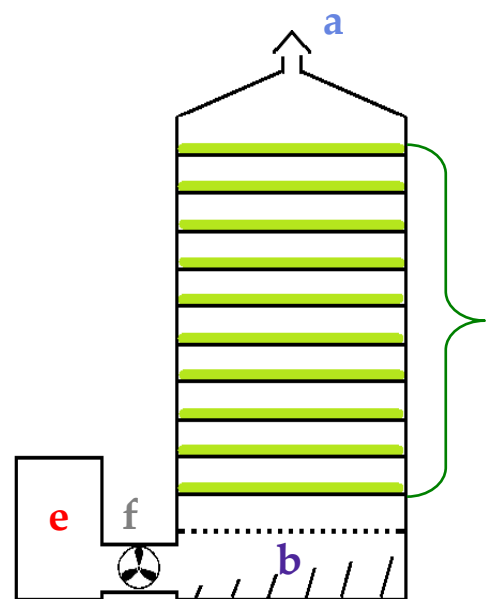
Un système de production (1 UTH) avec valorisation des plantes produites par la transformation n'a, a priori, pas intérêt à investir plus de 1000 € à 1500 € dans son système de séchage (laissant ainsi de la capacité de financement pour le matériel de production et de transformation, c'est à relativiser en fonction de la taille de l'atelier plantes à tisanes commercialisées en l'état).

A contrario, un système de production plus important visant en vitesse de croisière une production annuelle supérieure à 100 kg (valorisée en vente directe ou non) devra se diriger vers des systèmes plus performants et donc plus onéreux.

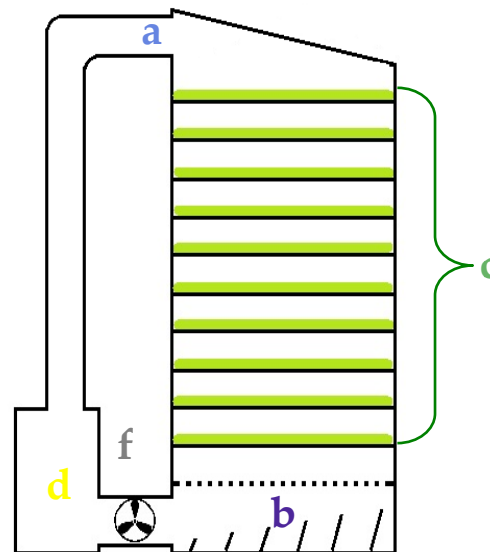
## Coût de fonctionnement :

Il est primordial de maîtriser sa consommation d'énergie d'une part pour limiter les coûts de fonctionnement et donc les charges et d'autre part pour limiter l'impact écologique de l'activité. Pour ce faire :

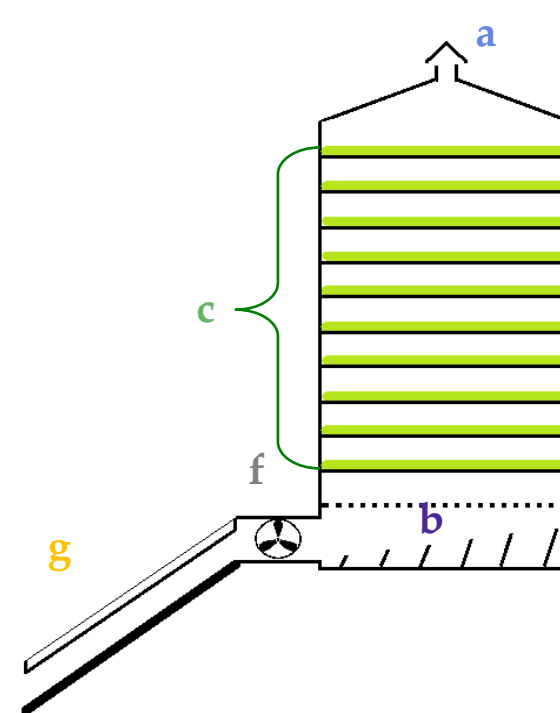
- Dimensionner l'installation au plus proche de vos besoins en anticipant tout de même une évolution du système qui puisse se faire en parallèle du développement de l'activité.
- Rationaliser l'utilisation du système = gestion rigoureuse du fonctionnement. = remplissage maximum sur une durée minimum



c



c



g

e

## Système de chauffage (fuel, gaz, bois, électrique) :

Pour fuel et bois, les fumées de combustion ne doivent pas rentrer en contact avec les plantes, échangeur obligatoire.  
Compter 1 kW pour 30 kg de capacité de chargement.

f

## Ventilateur :

**Déshumidificateur :** Caler le débit du ventilateur sur celui du déshumidificateur en tenant compte des pertes de charges et donc de la pression nécessaire au maintien de ce débit.

**Capteur solaire :** Le débit de ventilateur est à calculer en fonction des capteurs pour obtenir une vitesse de l'air comprise entre 2 et 5 m/s. La formule est : débit en m<sup>3</sup>/h = vitesse de l'air en m/s x épaisseur de la lame d'air en m x largeur du capteur en m x 3600).

Tenir compte des pertes de charges et donc de la pression nécessaire.

**Chauffage :** compter 200 et 500 m<sup>3</sup>/h pour 30 kg de capacité de chargement en tenant compte des pertes de charge dans le circuit.

## Capteur solaire thermique air :

La surface de capteurs est à calculer en fonction des besoins en énergie du système. Compter 1 m<sup>2</sup> de capteurs pour 3 à 5 m<sup>2</sup> de claies.

Les capteurs ayant les meilleurs rendements sont ceux ayant deux lames d'air : une lame d'air statique (entre le vitrage et le corps noir) et une lame d'air dynamique (entre corps noir et fond de caisson)

NB : Il est possible de coupler plusieurs systèmes, notamment pour un séchoir à capteur solaire dans une zone où l'ensoleillement n'est pas suffisant. Dans le cas d'un couplage solaire/déshumidification, il faudra nécessairement différencier, totalement ou partiellement deux circuits d'air, un circuit fermé pour le déshumidificateur et un autre avec une entrée air ambiant réchauffé et une sortie d'air humide, le passage d'un circuit à l'autre peut être géré automatiquement par un binôme thermostat/hygrostat. Dans le cas d'un couplage solaire/réchauffeur autre (électrique/bois ...), seule l'arrivée d'air sera double, le système pourra être géré automatiquement à condition que la source alternative au solaire le soit aussi (chaudière à granulés, brûleur fuel ou gaz, résistance électrique...).