

Retour sur la formation...

Sécher à la ferme ses plantes aromatiques et médicinales

11 et 12 mars 2024, par **Thibaut JOLIET**

Présentation

Thibaut JOLIET: BPREA en 2004, après une école d'herboristerie (ARH, Ardèche). Formateur (mi-temps) au CFPPA de Montmorot (formations PPAM depuis 15 ans, bio depuis 30 ans) depuis 2005 ; formations longues (BPREA et CS ; 40aine stagiaires) ; formations courtes (Vivéa). Paysan (mi-temps) : ferme Herbier sous la Rochette (distillerie Le Serpent Vert). Moitié plante sèche ; 500 kg plantes/an vendus (moitié du chiffre d'affaires) ; mélanges en vrac ; moitié spiritueux (autre moitié du chiffre d'affaires). 30 plantes cultivées sur 3000 m². Circuits courts (30 magasins).

RÉDACTION ET RENSEIGNEMENTS

Mégane VECHAMBRE (Agribio 04)
Conseillère PPAM bio
06 29 64 24 33
conseillerppam@bio-provence.org

Introduction

Grosses feuilles :

- effeuillage en frais : peut fonctionner avec séchoir bof, prix de vente haut > 200 €/kg sec
- effeuillage en sec : plus rapide, plus rentable mais faut séchoir + gros
- Coupe en frais : séchage + rapide, risque oxydation, faut séchoir qui ventile et + puissant

Thibaut ne connaît personne qui a un atelier PPAM sèches rentable en faisant 100% d'effeuillage en frais.

Petites feuilles (thym...) : sécher en frais, option de tronçonner en frais (après la récolte ou pendant la récolte avec une cisaille à haie par exemple)

Inflorescences (reine des près, origan, sureau...) : sécher en frais, option de couper en frais

Capitules (soudis, bleuet...) : sécher en frais (certains font de la ligule au champ mais trop long)

Fleurs (mauve, bouillon blanc, rose...) : sécher en frais.

Racines : coupe avant séchage systématiquement.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :

Introduction sur le séchage

- Objectif du séchage : stabilisation de la plante et de ses composants.
- Séchage réussi = couleurs vives, arômes marqués, goût prononcé.
- Plantes récoltées saines, propres.
- Temps de récolte entre récolte et mise en claies le plus court possible.

Principe du séchage - généralités

2 mythes dans la filière PPAM :

- « La plante sauvage c'est mieux que la plante cultivée »
- « Il faut faire souffrir les plantes pour qu'elles fassent des principes actifs » : ça peut être vrai dans certains cas (cultiver du thym dans le Jura) MAIS ce n'est pas vrai pour tout (

Attention aux règles qui semblent vraies pour tout, c'est plus complexe !

Dans plein de bouquins, il est dit qu'il faut cueillir avant ou après la rosée pour récolter, ce n'est pas vrai pour les feuilles, ce n'est pas un problème qu'il y ait de l'eau sur les feuilles : l'eau de rosée va partir très facilement au séchoir + quand on récolte pendant la rosée la plante est à la cool.

Généralités :

- Teneur en eau d'une plante fraîche : 50 à 90%
- Variables : météo, température¹, irrigation², fertilisation, ...
- Plante dite sèche = 10% d'eau résiduelle. Comment savoir qu'on y est ? Côté cassant, toucher (température)³, visuel (différences de couleur), sonorité (pas nécessaire de le mesurer a priori)⁴. Pas de développement bactérien + pas d'oxydation.
- Rapport de séchage = (masse « plante fraîche ») / (masse « plante sèche + eau résiduelle »)⁵

ATTENTION, certains rapports de séchage sont à 6 ou 7 dans le livre de Wicki Gerbranda (ce ne sont pas des rapports de séchage mais des rapports de séchage ET de tri). En général le rapport de tri c'est entre 30 et 50%.

¹ Si on récolte alors que l'activité biologique (sol) démarre, la plante sera plus gorgée en eau

² Les grosses feuilles se ferment si sécheresse (évapotranspiration) -> ne pas arrêter l'irrigation juste avant de récolter : 1 coup d'aspersion la veille (ex. pour la mélisse) ! (sinon plante recroquevillée, stomates fermés et séchage compliqué)

³ L'évaporation consomme des calories donc ça chauffe, on ne doit pas avoir de sensation de fraîcheur

⁴ Plus compliqué pour les boutons

⁵ Important en cueillette de connaître le rapport de séchage pour savoir quelle quantité ramasser en frais pour la quantité souhaitée de sec.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Aucun problème à travailler en expédition sur de la plante sèche (prix d'expédition négligeable).
Privilégier le début de semaine pour éviter reprise d'humidité des plantes.

Deux phases :

L'évolution de la teneur en eau de la plante pendant la durée du séchage n'est pas linéaire.

- **Phase d'évaporation rapide** : 5-6h à 48h, selon le type de séchoir (plus que selon la plante). Pourquoi ? Dépend du nombre de m³ d'air qui passe dans les plantes.
- **Phase d'évaporation lente** : moins besoin de ventiler, mais faut que l'air soit bien sec
→ La plante sèche est hygroscopie = elle a envie de revenir à son état naturel = elle pompe l'humidité de l'air = il faut que l'air dans lequel la plante est conservé soit à **40% d'humidité relative** (ce qu'on lit sur un hygromètre) ; correspond à une maison un peu trop chauffée et sèche (pas bon pour l'homme).

Pour les systèmes qui travaillent avec de l'air ambiant réchauffé : phase d'évaporation négative = reprise d'humidité, qu'il faut essayer d'éviter. C'est tout le problème des systèmes solaires.

Par plantes :

Parties aériennes herbacées avec tiges (menthe, mélisse, basilic, persil...) :

- Teneur en eau importante (70-90%)
- Récolter tôt le matin, avant que le soleil tape : vaut mieux avec de la rosée, qu'en plein cagnard
- 2 à 5 j de séchage, entre 24h et 3 j si coupé : tous les jours où une plante est dans le séchoir, elle perd en molécules... Plus la durée de séchage est courte mieux c'est ! (ne pas excéder les **5 jours**)
- Epaisseur de chargement : dépend de la ventilation
- Menthes et mélisses : t°C faible (30-35°C) au moins au début, avec montée en t°C progressive (solaire)

Feuilles (émondage en frais) :

- Durée très variable selon plante
- Possible avec séchoir peu puissant
- Couche fine (il n'y a pas les tiges qui permettent la circulation de l'air)
- Couche épaisse si feuilles coriaces (arbres, arbustes, verveine)
- T°C : dépend des principes actifs (surtout si volatils), dépend sensibilité espèces (stomates)

Fleurs et inflorescences :

- Teneur en eau importante (70-90%)
- T°C assez forte, 35 (mauve, rose...) - 40°C (bleuet, soucis, escholzia...) CAR plantes qui continuent à évoluer (vers la graine) après récolte = il faut les bloquer ! Un bleuet qui blanchit au séchoir, c'est qu'il a été récolté trop tard (il évolue vers la graine) -> séchoir pas assez puissant pour bloquer l'évolution + on peut monter un peu en t°

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

- Attention (escholzia, bouillon blanc, mauve) : reprise d'humidité sur la 2^{ème} phase de séchage ; parasitisme ; degré de séchage des boutons floraux (rose, millepertuis quand boutons) et capitules (soucis) -> sur-sécher (soucis : essayer de casser en 2)

NB bleuet, pour éviter que ça blanchisse : stabiliser au soleil ; récolte le matin, pré-faner au soleil une demi-journée, séchoir. Si séchoir assez performant : on peut le récolter tous les 2 jours, sinon tous les jours.

Fruits :

- Fruits charnus / fruits secs
- En PPAM surtout fruits secs = akènes d'apiacées
- Fruit charnu : cynorhodon (récolté très dur et rouge, avant gelées⁶)
 - o Entiers : séchage long (10-15 j) MAIS quel usage ?...
 - o Le mieux : couper ou concasser (pour supprimer akènes et poils) : c'est chiant rien qui va bien, fouloir à raisin (ça concasse, ça ne broie pas) puis battage et tri
- Si séchoir bien ventilé : on peut tout faire (sauf peut-être tomate et fraise). Attention, pas évident d'avoir une aromatique fruit dans la tisane si fruit entier, pas concassé. Champignon facile (attention sporulation).

Pas besoin de monter la t°C pour les fruits. Monter trop (> 40-45) fait péter les vitamines.

Pomme : facile, mais on n'aura pas l'effet chips de pomme très craquante (on n'y arrive pas avec un séchoir à plantes). Quartier de pomme = 3 jours.

On pense souvent aux fruits pour les mélanges, mais pas aux légumes (betterave, carotte...).

Racines :

- En général récoltées à l'automne
- T°C moyenne 35°C
- Attention t°C forte = phénomène de croutage

Quand on démarre, avec nouveau séchoir, on va rater des lots, et c'est important ! Ca permet d'identifier quels sont les limites du séchoir.

Principe du séchage – l'air

Introduction :

Composition : air sec + vapeur d'eau.

Caractérisé : T°C et taux d'humidité relative.

Définition de l'**humidité relative** (HR) : plus la T°C est basse, moins l'air a de capacité à se charger en eau, et inversement. On arrive plus facilement aux 100% d'HR le matin = passage de l'état gazeux à l'état liquide = brouillard.

⁶ Confiture : récolter du rouge et congeler. Confiture : raffineuse (marque Robotcoupe ou autre).

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Autre façon de le dire : On prend 1 m³ d'air et il a une certaine capacité à se charger en eau. L'humidité relative, c'est à combien il est chargé en eau. L'air se chauffe la journée, il se charge en eau, la nuit passe, à 6h du matin il y a du brouillard car c'est à cette heure-là que l'air est le plus froid = ça diminue sa capacité à se charger en eau = brouillard.

Courbe : Les courbes représentent les % d'HR.

→ **Plus l'air est chaud, plus il peut se charger en eau !**

Deux possibilités :

- On joue sur la t°C pour diminuer l'HR
- On joue sur l'HR par la déshumidification.

Exemple : air extérieur 20°C -> HR = 60%. On passe par un capteur solaire ; on réchauffe de 10°C ; l'humidité absolue n'a pas changé, l'HR est passée à 35% = on peut finir le séchage tranquille.

Deux systèmes en PPAM :

- Séchoir avec air ambiant : on intervient sur l'humidité relative.
- Séchoir avec déshumidification : on intervient sur l'humidité absolue.

NB si système fermé : plutôt déshumidification.

Séchoir solaire ? Dans certains cas ce n'est vraiment pas possible : Perpignan et en Amérique du Sud → 35°C et 85% HR. T°C et HR élevé : si air saturé à 35°C à 80% d'HR, on est autour des 30 g/m³ de vapeur d'eau. Si on le réchauffe suffisamment pour descendre à 35%HR, il faut monter la T°C du séchoir à 50°C = pas possible pour les plantes !

Flux d'air dans un séchoir :

- Chaque m³ d'air a une capacité à se charger en eau, définie par la T°C et l'HR
- Un flux d'air est caractérisé par un **débit** (m³/h) et une **vitesse** (m/s)
- Débit et vitesse dépendent de la **pression** et de la **surface traversée par le flux d'air**
 - o Débit est inversement proportionnel à la pression : débit d'air freiné par les obstacles
 - o Vitesse est inversement proportionnel à la surface traversée par le flux d'air : si on réduit la surface, à débit équivalent, on a une vitesse supérieure

Deux types de flux d'air :

- **Flux horizontal** (séchoir « pièce ») : on passe au-dessus et en-dessous des claies
- **Flux vertical** (séchoir « caisson ») : air contraint à passer à travers les claies

La pression :

- Unité : Pascal (Pa)
- Flux horizontal : pas d'obstacle = pas de pression
- Flux vertical : pression (à laquelle est soumis le flux d'air), qu'il faut calculer.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

- Pour traverser une grille (= claie) : 100 Pa⁷
- Pour traverser un mètre de plantes : 400 Pa (thym) à 800 Pa (mélisse, car tassée)

Le débit :

- Flux horizontal : débit assez faible
- Flux vertical : max à 1000 m³/h par m² (sinon les plantes s'envolent)

Les ventilateurs :

- Hélicoïdal = pression faible = système avec flux d'air horizontal (moins cher qu'un centrifuge à débit équivalent)
- Centrifuge (turbine, roue du hamster) = pression plus importante = système à flux d'air contraint (= vertical)

Pour choisir un ventilateur, on sait à quel débit et quelle pression on veut travailler.

Gros système (caillebotis) : attention au bruit !

Ventilateur sans variateur : autour des 500€

Ventilateur + variateur : autour des 1500€

Les différents types de séchoir

Ce n'est pas le système qui fait la durée de séchage : c'est un volume d'air, à une T°C et une HR donnés. Les deux systèmes les + simples à gérer : « armoire simple » et « pièce ».

Séchoir pièce : bien adapté en Bretagne car permet de sécher quelles que soient les conditions météo.

2 écoles dans les PPAM sèches en circuits courts : Ariès (séchoir armoire) VS Altaïr (séchoir pièce)

Séchoirs « armoires » :

2 à 10 m³, étanche à l'air, claies.

- **Armoires simples (pas de flux d'air) :**

- *Intérêts : simple, coût faible (500€), encombrement limité/facile à déménager*
- *Inconvénients : chargement imité, ventilation trop faible pour plantes coupées (ne va pas bien sécher), plutôt couches fines, pas de circulation d'air car pas de ventilateur (sauf le petit du déshu) donc les claies éloignées du déshu peuvent mal sécher*
- **Déshumidificateur**
- Adapté pour 50 à 100 kg de plantes sèches/an, et effeuillage en frais (ok pour safran)
- Pas de circulation d'air (pas de pression), flux plutôt horizontal
- 30 m² de claies max (3 travées avec déshu au milieu), 20 cm entre chaque claie
- Régulation t°C : on isole si pièce trop froide

Attention, si déshumidificateur trop puissant : monte en T°C, le crame et crame les plantes.

⁷ Donc il faut déjà pas mal de pression pour traverser une claie ! Donc éviter d'empiler trop claie dans une armoire...

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Attention, on ne fait pas ça dans un grenier car chauffe, il doit être dans une pièce à 20-25°C (isoler si zone froide).

- **Armoires à flux d'air contraint (le + efficace énergétiquement) :**

- o *Intérêt : capacité chargement importante, rapidité de séchage, homogénéité séchage, couches épaisses*
- o *Inconvénients : conception et gestion + complexe, coût potentiellement important (selon le chargement souhaité ; implique taille du ventilateur, du déshu...)*
- o Adapté pour herbo en atelier principal (Thibaut : 2000€ de système, 2000€ de matériaux)
- o On oblige le flux d'air à passer là où on veut
- o **Avec ou sans déshumidificateur**
- o Plenum haut (30 cm) et plenum bas (30 cm, récupère le flux d'air)
- o Entre les 2 = claies
- o 2 logiques de circulation d'air :
 - Horizontal (ressemble système armoire simple) : claies décalées, système autonome possible = on peut travailler en convection naturelle (cheminée peinte en noir en sortie de séchoir = attire l'air) = ventilateur pas indispensable
 - Vertical : pression, **ventilateur obligatoire** (centrifuge), obstacles dans plenum bas pour bien répartir flux, plus facile pour plante coupée
- o Couplage de **plusieurs apports d'énergie possible pour sécher, avec ventilateur** (voir schéma) :
 - **Solaire**, la journée, quand il fait beau / **Déshumidification**, la nuit ou en période de pluie (quand il nous faut récolter et sécher, quelque soit les conditions climatiques)
 - Registres pour ouvrir/fermer
- o Régulation t°C : régulateur de t°C = thermostat qui régule lui-même le déshumidificateur. On est dans un endroit frais, régulation du déshu ok. Si endroit un peu trop chaud, on préfère le couplage.

Pour amener air chaud si capteur solaire : gaine de ventilation diamètre 20 à 40 cm en galva.

Séchoirs « pièces » :

Intérêt : simple (conception, facile à gérer), la meilleure homogénéité de séchage (claies du haut et du bas sèchent à la même vitesse), possible d'y stocker.

Inconvénients : encombrement important, couches fines, TEMPS DE TRAVAIL & ERGONOMIE (surtout si > 100 m² de claies), fonctionnel surtout avec CHARIOTS.

Pièce dédiée au séchage, travées avec claies ou chariots roulants (le top, roll horticole très bien), forcément avec **déshumidification** (car pas de flux d'air), un ou plusieurs ventilateurs (hélicoïdal ok), peut servir de lieu de stockage.

Pratique de mettre les ventilateurs sur platine et roulettes pour pouvoir les déplacer facilement et mettre en face des claies où on vient de charger des plantes.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Ne doit jamais servir aux tâches effectuées avant et après séchage (poussière).

On peut éventuellement s'en servir de lieu de stockage si déshu permet de maintenir un taux d'humidité entre 20 et 40%.

Dans un séchoir pièce il n'y a pas d'entrée d'air = déshu.

Séchoirs « caissons » (= caillebottis) :

Intérêt : pas de claies donc diminution drastique temps de travail, capacité de chargement important, peu coûteux.

Inconvénients : encombrement important, très technique de faire un beau séchage sur plante difficile, monospécifique donc pas adapté aux petites structures diversifiées SAUF si quelques plantes pour une coop. en plus du circuit court.

Maçonné, grille, ventilation, système de réchauffage. Système de recyclage de l'air.

4-6 m² à beaucoup plus. Débit max 1000m³/h par m².

Système adapté circuits longs, gros volumes et diversité faible.

Ne permet de travailler qu'une espèce à la fois (sauf si division possible).

Nécessite bâtiment agricole bien ventilé.

HACCP ? Peu de risques bactériologiques, donc peu de « regard » sur les séchoirs, pas encore problématique sur d'éventuels contrôles. Mais il faut le penser « HACCP » (surface au sol lessivable, lave-main à l'entrée) ou a minima marche en avant si possible quand on s'installe.

2009, étude comparative de systèmes de séchage sur la Franche-Comté : IMPORTANCE DE LA TABLE DE TRI / DE VIDAGE DES CLAIES POUR DIMINUTION TEMPS DE TRAVAIL.

<https://www.calameo.com/books/000294077a4563c8a4de7>

Les différents apports d'énergie

Deux types :

- **Apports caloriques (circuit ouvert)**
- **Déshumidification (circuit fermé)**

APPORTS CALORIQUES :

1/ Capteurs solaires

On va chercher de l'air chaud : sous la toiture d'un bâtiment, à l'extérieur, dans un tunnel...

- Le plus simple (grenier) : captage de l'air chaud sous une toiture
- Faire un doublage sous toiture : par ex. création lame d'air chaud par un doublage sous les chevrons
- Tunnel nantais ou serre : bâché noir, bâché transparent avec bâche noir au sol (Thibaut s'inquiète sur la rémanence de plastiques quand chauffé)
- Tunnel horticole, à plants : fin de saison plants en mai-juin, on utilise son air chaud ensuite

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

- Serre verre adossée à un mur sud (attention à l'isolation du toit du mur sinon condensation)
- **LE PLUS PERFORMANT = capteur solaire air/air** : 2 lames d'air séparées par un corps noir ; une statique, qui chauffe, et une dynamique qui chauffe et va dans les plantes. Polycarbonate agricole.

Si pas d'électricité, pas de ventilateur : il faut jouer avec la convection naturelle, et donc dans l'idéal mettre les capteurs solaires plus bas que le séchoir (quitte à mettre le séchoir sur pilotis).

Deux problématiques :

- Si surchauffe :
 - o on ombre les capteurs
 - o on fait varier l'inclinaison des capteurs
 - o on joue sur la ventilation : on augmente la vitesse de l'air dans les capteurs (plus l'air passe vite, moins il chauffe) : on augmente le débit d'air (on fait passer + d'air donc il passe + vite, mais si on n'est pas déjà en débit max de 1000 m³/h/m²) ou on diminue la surface d'entrée d'air dans le capteur (petite guillotine en bout de capteur)
- Si manque de soleil :
 - o fermer le séchoir la nuit, si fin de séchage (attention fermentation si début de séchage)
 - o inclure une masse thermique dans le flux d'air : gros galets (ou autre) dans le plenum bas
 - o ajouter une batterie de chauffage électrique, en complément (résistance électrique)
 - o on couple l'apport solaire avec un autre apport calorique ou avec déshumidification

Si période très chaude (PACA) : possibilité de ne pas utiliser de capteurs (« solaire passif »).

Le mieux est de coupler solaire et déshumidification (armoire à flux d'air contraint).

2/ Systèmes à combustion (bois, fuel, gaz)

Pour des plantes qu'on cueille tôt au printemps (aubépine), pour des périodes moins ensoleillées, des racines, on peut avoir envie de chauffer un peu pour assurer séchage. Par ex. : doubler un tuyau de poêle à bois, faire entrer air de la pièce dans la double-couche et faire passer dans les plantes. Autre ex. serpentin air dans un réfrigérant d'alambic.

DESHUMIDIFICATION :

- Système classique « pompe à chaleur (PAC » (compresseur et gaz) : marche bien, seul inconvénient : on ne contrôle pas si on fait du froid ou du chaud. On enlève le bac et on évacue l'eau autrement. Prix : 200 à 1500€. Conseillé de prendre un matériel un peu costaud...
- Autre système : déshumidificateur à roue : + cher car plus gourmand en énergie.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Air humide passe par la roue déshydratante / circuit secondaire : air (ambiant) de régénération chauffé (batterie électrique de chauffage) qui passe dans la roue (pour la décharger de son eau).
Intérêt : ne bouge pas la t°C de l'air.

Quand on achète un déshumidificateur, il y a une fiche technique avec des caractéristiques (pour les 2 machines) :

- capacité de déshumidification : en litre/jour ou litre/heure, à T°C et taux HR donné (souvent 30°C et 80% HR)
 - o *Trotec indique maintenant la « capacité de déshumidification absolue », attention il faut bien regarder à 30° et 80% HR (dans les petites lignes...)*
- débit d'air (car ventilateur dedans) : souvent trop faible, plus on a d'air mieux c'est
- plage de fonctionnement : plus elle va haut mieux c'est (mieux 38 que 35°C)
- puissance...

Marques :

- Rexair à une époque (mais n'ont pas pris le virage du numérique)
- Trotec maintenant (vente en ligne facile, – cher)
- On peut acheter du Delonghi (magasin de bricolage) mais pas terrible, très souvent obsolescence programmée sur l'électronique.

Utilisation :

- armoire simple : déshu posé dans l'armoire
- armoire à flux d'air : déshu dans un espace dédié
- pièce : déshu posé dans la pièce

Déshu un peu en hauteur pour évacuer l'eau par gravité

Exemples de séchoirs (photos)

Armoire simple :

- le mieux est qu'il n'y ait pas d'ossature intérieure : on construit les murs qu'on vient assembler (sans chevrons, sinon l'air passe par là), on coupe les OSB (15-18 mm) comme un mur (ossature extérieure (tasseaux) pour faciliter le vissage) et idem pour le sol.

Armoire à flux d'air contraint :

- idem armoire simple pour la construction
- ex. Olivia Désir, Le Jardin d'Ô, optimisations : claies décalées et pas de rebord + ventilateur en bas pour la sortie d'air. [Vidéo de son séchoir ici.](#)

Exemple chez Thibaut :

- passage séchoir 1 à 2, je veux augmenter mon volume de production mais je n'ai pas plus de place : passage de 20 à 7 m² de claies, et capacité de production multipliée par 2 (passage de 150 à 350 kg de plantes sèches/an) = plus de capacité de déshu, plus de

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

ventilation et possibilité de charger en couches épaisses. Séchage en 24-48h avec déshumidificateur puissant (vs 2 à 5 jours avant le 1^{er}).

- séchoir 3 : arrivée d'air par grenier (grosse gaine), registre (clapet), gros ventilo centrifuge (1500 m³/h à 1000 Pa = un avion !, faut le réguler si on utilise qu'une travée), fausse claie qui condamne si besoin une des travées (sur 3), claies 60*80 de 10 et de 15 (mais pas facile de maintenir une pression homogène avec 2 tailles de claie -> à refaire : que du 15, et si beaucoup de méditerranéennes = 20-25), déshu (Trotec, 650S) dans gaine technique, régulateur t°C (modèle en 220 : marque Elliwell, modèle IC+902, 100€) = permet de couper le déshu quand surchauffe, variateur de fréquence pour faire varier le débit du ventilo (permet aussi de passer du monophasé au triphasé), bois 3 plis (sympa en visuel), sortie arrière en haut avec registre, clapet qui sépare gaine technique et le reste dans le plenum haut (pour faire système complètement ouvert), pas de capteur solaire = va chercher de l'air sous la toiture/grenier (système le + simple)
- pourquoi pas séchoir pièce ? 650 kg sec sorti séchoir, sur 3 travées de 0,5m² au sol : encombrement optimal !

Séchoir pièce :

Système pièce (Dordogne) :

- pièce sale d'entrée : ventilation dans un couloir de pré-séchage
- dans le séchoir : déshu au plafond, ventilation sur roulette (dirigée en fonction des besoins), chariots à roulettes
- inconvénients : claies un peu grandes, trop peu d'espacement entre les claies, chariot en bois bof car bouge

Système pièce (Dordogne, Ouma plantes, 600 kg plantes sèches/an) :

- très gros déshu (150 litres/jour), risque surchauffe donc il y a une clim (car objectif séchage max 28°C), ventilateurs au plafond
- 2^{ème} pièce pour finir le séchage : petit déshu, petits ventilos
- Contacteurs sur les portes : éteint les ventilos quand on ouvre la porte, et inversement.

Question des portes : faut que ce soit durable et fonctionnel

- comme des portes : prennent de la place (sauf si s'ouvre sur les cloisons), que 2 travées possibles -> ne pas avoir d'encombrement de portes dans l'espace
- coulissante : pas simple pour étanchéité
- qui s'ouvre de bas en haut (cf. Thibaut) : gain d'espace, se lève à la main car léger

Brassage ? Si séchoir à flux d'air contraint : important que la mise en claie soit homogène, sans quoi l'air passe par les cheminées donc ne sèche pas les plantes. Si couche fine : on revient sur les plantes que pour vider. Si couche épaisse : rétractation de la masse qui génère des cheminées sur le tour de la claie -> nécessaire de venir brasser au moins 1 fois, quand on a dépassé la phase d'évaporation rapide (quand la feuille commence à se tenir). Ex : chargement à 10h, revient à 20h le soir pour brasser, sec le lendemain matin (feuille coupée).

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Les matériaux

Indispensable : thermo-hygromètre (à l'extérieur du séchoir avec petit trou pour y faire entrer la sonde).

La boîte (séchoir) :

Rappel : si flux d'air contraint, étanchéité à l'air doit être au top. Si armoire/simple pièce, moins important.

Ne pas exclure d'utiliser des murs porteurs existants, à condition que le mur soit sain. Rien n'empêche aussi de maçonner un séchoir (avec par ex. enduit à la chaux cirée à l'intérieur vs attention enduit terre car s'effrite).

Panneaux sandwich : théoriquement ok, vérifier type de plastique (pas PVC car très rémanent). Pas d'exigence en bio sur les matériaux utilisés. Nature et Progrès/Simples : conseillé de travailler avec du bois massif.

Quel que soit matériau : éviter l'effet paroi froide.

- Si on veut travailler en bois massif : prendre du bois moufeté (rainures-languettes AVEC colles cellulósiques, sinon ne suffit pas), comme parquet, lambris.... NE PAS PRENDRE DU LAMBRIS DECLASSE il y a des nœuds).
- Sinon, on peut travailler avec des panneaux : bois industriel ; classement selon colles (choisir E1) :
 - le top E1, colle mais sans formaldéhyde = certains OSB (3, marque Chrono),
 - TBOPIN panneau qui ressemble contreplaqué, aspect bois (15-18 mm)
 - Panneaux 3 plis, lames de bois massif collées dans différents sens, existe avec tout type d'essences, aspect bois massif, très beau et agréable, prix x2 par rapport à OSB (pas choisir trop épais, 18-22 mm)

[pas de contreplaqué classé E1, faut pas]

[pas besoin de douglas (chiant car nœuds), châtaigner... car aucun insecte n'ira se mettre dans un bois déshumidifié]

Placo avec enduit lissé : ok (placo pas rémanent).

Autres : siporex, briques chaux-chanvre + enduit chaux lissé (ex. cire d'abeille saponifié pour rendre lessivable).

Pour étanchéifier les angles : silicone (acétique, le mieux), ou compriband (beaucoup utilisé en maison écolo, mais rémanence ?). Les puristes essaient avec des petites bandes de feutrine, insérées quand on visse. Pour la jointure des portes : feutrine...

Echelles et glissières :

- Bois non traitées (toute essence), sections usuelles en charpente ; 6-4, 4-4, 27-40, 40-40
- Pas facile à trouver non traité : chez le scieur ?
- Bien de raboter si brut de sciage

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Claies :

Couche fine :

- taille 1 m² : 80-120, 70-120, 80-130
- bois intermédiaire pour soutenir la toile (si la claie est longue)
- dans les angles : on peut visser direct, équerres ou morceau de bois qui fait équerre
- toile, si couche fine : la mettre au-dessus (agrafeuse murale) car pas besoin de glissière (nécessaire si toile en-dessous, pour ne pas l'arracher quand on manipule la claie)

Retour sur nombre de claies par travée : max 10 claies ! S'il y a en a 10 elles sont en décalé (pas en flux d'air contraint vertical). Et encore 10 claies ça fait haut (au moins 2m).

Toile :

- Fibres naturelles :

Draps de mamie : ok si pas de flux d'air.

Toile à beurre en coton, toile à fromage en lin.

⇒ Si on veut travailler en fibre naturelle : drap de récup est le mieux

- Pas naturel : obligatoire si flux d'air contraint

Plastique alimentaire PEHD (4-6€/m²) : stores à fromage, DIATEX (tissu agricole PEHD pour les plantes, fil plus fin que le store à fromage). Ne s'effiloche pas. DIATEX un peu moins cher.

Alimentaire cher : inox (50€/m²).

⇒ toile peut être fine si armoire simple ou pièce

⇒ toile plus rigide si flux d'air contraint

Agrafer avec agrafeuse murale (attention pas les agrafes 5 mm, trop gros, va sortir avec le bois qui sèche)

Dimensionnement d'un séchoir : les calculs

1/ Calendrier de récolte et volume de plantes prévisionnel

On parle en plante fraîche

2/ Surface de séchage nécessaire

Caisson :

- masse récoltée
 - divisée par masse volumique
 - divisée par hauteur de chargement
- = surface de grille nécessaire

Claies :

- **poids de plantes fraîches lors du pic de séchage semaine (en kg frais)**

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

- divisé par nombre de séchages par semaine (= 1 séchage si 2-5 jours / 2-3 séchages si 24-48 h)
- divisé par poids de plantes / m² de claie (rappel : 1 kg si couche fine, 5 kg si couche épaisse en moyenne)

Taille de claie, rappel : 1 m² couche fine, 0,5 m² couche épaisse (sinon trop lourd).

3/ Débit d'air

- Système pièce : hélicoïdal, 100-200 Watts
- Flux d'air contraint claies décalées : dépend déshu, on sera autour des 500 m³/h/m²
- Flux d'air contraint vertical : débit max 1000 m³/h/m² (au-delà ça s'envole...)
(attention par m² au sol)

En flux d'air contraint vertical, pour choisir le ventilateur, on calcule la pression, car ventilo caractérisé par débit et pression.

Pression (Pascal) = Pertes de charges = (100 Pa x nombre de claies) + (400 à 800 Pa x nombre de mètres de plantes) = la pression du ventilateur qu'il faut acheter

100 Pa pour une claie, 400 Pa pour sarriette, 800 Pa pour mélisse (selon espace entre les feuilles)

Si j'obtiens 1000 Pa à ce calcul, c'est trop, du moins ça coûte cher le ventilo (1000 €) -> il faut faire des travées moins gros → on va plutôt chercher 1500 m³/h/m² à 500 Pa (plutôt facile à trouver, 300€).

Pour choisir le déshumidificateur associé, on se cale sur le choix du ventilo, qui dépend du chargement : minimum 1 litre/jour pour 1 kg de chargement => nombre de kg de chargement par claie x nombre de claies = X kg => déshu à X litres/jour.

2 possibilités :

- dimensionnement à demi-charge : ventilo entrée de gamme, 500 Pa, coûte pas trop cher, conso ok, si plein mettra plus de temps à sécher
- dans un second temps : on remplace par un ventilateur plus gros et on achète un variateur

4/ Apport d'énergie

Dimensionnement du capteur solaire :

- 1 m² pour 3-5 kg plantes (si endroit où il fait très sec : 1 m² pour 5 kg c'est ok)
- Dimension idéale : 2m de long x 1m de large
- Vitesse : 2 à 5 m/s (si 2 : monte doucement et chauffe plus, et inversement pour 5)
- On veut calculer l'épaisseur de lame d'air dynamique :
débit d'air choisi / (vitesse x largeur de la lame d'air x 36)

Ex. : 500 / (3 x 1 x 36) = 4,6 cm => épaisseur de la lame d'air

Si plusieurs travées, on fait un capteur solaire par travée, plus simple.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Dimensionnement du déshumidificateur :

- Séchage tranquille : 1 litre/jour/kg de plante fraîche (séchage en 2 à 5 jours)
- Si plus rapide : 1,5 à 2 litre/jour/kg de plante fraîche (attention, risque surchauffe si surdimensionné -> régulateur ou couplage) (séchage en 24-48h)

Si surchauffe : régulateur de t°C

Dimensionnement du système chauffage (résistances électriques, fuel, gaz, bois) :

- 50 Wh pour 1 kg de plantes

Ergonomie et espace de travail

- Penser l'espace pour pouvoir travailler à plusieurs
- Penser l'espace comme une cuisine
- Souvent plutôt zone sale à l'entrée (où on travaille la plante fraîche) et zone propre vers la sortie (travail de la plante sèche : sortie du séchoir, tri...)
- Maladie du producteur de plantes : système respiratoire, allergies (pollen, poussières) ... Il faut essayer de mettre des systèmes d'extraction ; extracteurs localisés par ex. La poussière c'est lourd, une hotte de cuisine ne suffit pas.
- Table de travail pour remplissage des claies pour mise au séchoir : avec de rebords, sa taille doit correspondre à une claie + caisse ou récipient de récolte (pour pouvoir poser les 2)
- Table de travail pour vidage des claies, sert aussi à faire du tri ou effeuillage ; il faut deux hauteurs : hauteur du plan de travail + hauteur 20-30 cm plus bas, pour vider facilement.

Vidanges de tables (faire assez gros pour ne pas risquer les brisures).

Balayette table de séchoir : balayette à maroufler (papier peint).

Extracteur d'air : extracteur + grosse gaine en galva, renvoie vers le grenier.

Le stockage

Stockage :

Stockage optimal : conservation de la qualité pendant 1 an, voire 2, « norme » 18 mois.

2 ans sur un thym, ok, sur calendula bof.

Objectifs :

- Pas d'UV
- Pas de reprise d'humidité

➔ Récipients étanches : fûts alimentaires étanches acier (attention fût plastique : forme pas pratique) pour 100-200 kg plantes sèches / an max (30 fûts de 200L, 40€/pièce neuf) -> faut être très rigoureux sur la traçabilité ! NB fûts kraft : attention, pas étanche souvent.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

- ➔ Pièce à hygrométrie contrôlée (parfois même moins cher que solution précédente, selon les volumes travaillés, et plus simple en gestion = raques...) : chez Thibaut 20-25 m² pour 600 kg plantes sèches.

Stockage à T°C basse ok vis-à-vis du parasitisme.

Parasitisme :

- Bien finir de sécher (pas d'eau = pas de vie)
- Puis congélation : soucis, aubépine, tilleul... : 24 à 48h
- Mites :
 - o bien séparer les flux de matières domestiques et professionnels
 - o congélation systématique des flux entrants (si on achète-troc des plantes)
 - o congélation systématique des sacs vides qu'on nous rend
 - o nos sacs si on réutilise, quand ils sont vides : congélation systématique !
 - o pièges à phéromones, en anticipation pour repérer leur arrivée
 - o bois dans la pièce : enduit chaux ciré et pas de bardage bois !!
 - o si infestation : congélation des cartons de sachets avant livraison.

Congélateur assèche, mais quand on sort le sac risque de condenser l'humidité de l'air : faut mettre les sacs kraft (Agrijute) dans des sacs plastique.

Rongeurs : ne consomment pas les plantes mais lieu idéal pour nid.

Fiche séchage (CAB Pays de la Loire)

a. Evacuation air humide :

- Attention parois froides -> condensation
- Si on met des gaines : plus elles sont grosses et lisses, moins il y a de pertes de charge

Si 1000m³/h : grosse gaine spiralée en galva 30 cm. Ne pas mettre de coude ou de T moins de 50 cm avant le ventilateur. MAIS dans la mesure du possible, éviter le gainage, avec des sections de passage d'air plus importantes, donc avec moins de pertes de charge + économise (idem séchoir Thibaut).

Souvent en solaire : connexion directe, càd que le placard de séchage fait la même largeur que la sortie de capteur.

b. Plenum :

- Entre 40cm et 1m, obstacles ou pas

c. Dimensionnement des claies

1 possibilité (la + empirique) : 10m² de claie pour 1000m² de culture = 1% de la surface cultivée.

1 autre possibilité (plus adapté) : calculer ce besoin = calendrier de récolte : liste de plantes cultivées/cueillies en lignes / semaines en colonnes. On indique dans les cases le poids frais. On calcule les totaux par semaine pour identifier les pics de volumes à faire rentrer dans le séchoir (indique pics de travail en récolte aussi !).

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence

Dimensionnement idéal théorique : 1 m² (0,8 x 1,2).

Dimensionner le ventilateur en fonction : entre 500 et 1000 m³/h (couche épaisse).

d. Déshumidificateur

Infos à regarder :

- une capacité (L/jour ou L/h), ex. 32 L/j à 30°C à 80%HR
- le débit du ventilateur du déshumidificateur, ex. 250 m³/h (400-500 max)
- plage de fonctionnement (10 -35°C)
- puissance (600 W) – branché tout le temps mais pas forcément en fonctionnement continu

Séchoir en cave : si on ne peut pas fonctionner en gravitaire car en-dessous niveau du sol ou niveau des évacuations existantes dans le lieu, il existe des pompes de relevages sur certains modèles.

NB : il y a toujours besoin d'un ventilateur, sous si on veut travailler en convection naturelle.

Quelques références :

- Séchage « tranquille » 5 jours : 1 L/jour à 30°C 80%HR par kg de chargement (plante fraîche).
- Pour aller plus vite : jusqu'à 2 à 2,5 L/jour à 30°C 80%HR par kg de chargement. Pour 30m² de claies : 30 x 2,5 = 75 L/jour.

Rappel déshumidification : idéal 32°C et 20%HR.

Problème principal : ventilation insuffisante sur ce genre de machine → pour une même capacité, choisir le modèle qui a la plus grosse ventilation.

e. Chauffage (fioul, gaz, bois)

f. Ventilation

Capteur solaire :

Vitesse de l'air dans le capteur : 2 à 5 m/s.

Débit d'air (m³/h) = vitesse de l'air (m/s) x épaisseur lame d'air (m) x largeur lame d'air (m) x 3600 (conversion heure > secondes). → Soit un débit x une surface = vitesse.

g. Capteur solaire thermique

Calcul de base : combien de calories pour évacuer

1 m² de capteur pour 3 à 5 kg de plantes.

Séchage des fruits - légumes

Tomate :

Variétés à sécher. Couper en 2, vider.

Problème : ne sèche pas de manière homogène → principe : tout sécher à bloc et blanchir après séchage (pour sécher de manière homogène et gérer la bactériologie), puis mise à l'huile.

Procédés industriels : bains avant séchage.

Petits fruits (hors fraise) :

Tel quel sur claie.

Attention, tisane avec fruits secs : pas ou peu d'arômes.

Agribio04 – Mégane VECHAMBRE – Conseillère PPAM bio – conseillerppam@bio-provence.org

Action réalisée avec le soutien financier de :



AGRIBIO 04
L'Agriculture BIO
des Alpes de Haute-
Provence