



SÉCHAGE SOLAIRE

Introduction

La chaleur du soleil, associée au vent, est utilisée pour sécher les cultures vivrières, dans le but de leur conservation, depuis des milliers d'années. Les autres cultures, comme la culture forestière, doivent être séchées avant de pouvoir être propre à l'utilisation, dans le cadre de la construction, par exemple. Ce séchage au soleil a souvent été effectué par le biais de séchoirs solaires, avec une zone de séchage disposée dans un espace clos et ventilé - le plus souvent avec une couverture en polyéthylène, en acrylique ou en verre - pour une meilleure exploitation des éléments de l'opération de séchage. Une quantité innombrable de conceptions sont utilisées, et chacune présente des avantages et des inconvénients. Toutefois, il existe trois modèles de base sur lesquels les autres sont inspirés : le séchoir solaire en coffre, la tente séchoir, et le séchoir solaire en tunnel. Ces modèles sont comparés ci-dessous, à la suite d'une brève description des principes de séchage.

Principes de base du séchage

Le séchage dépend :

- de la température, de l'humidité et de la quantité d'air utilisée
- de la taille des pièces à sécher
- de leur structure physique et de leur composition
- du dispositif de circulation de l'air au sein du système de séchage

La chaleur n'est pas le seul facteur nécessaire au séchage. Le type, la qualité et la quantité d'air qui circule sur et au travers des pièces à sécher détermine le taux de séchage. Le taux d'humidité contenue dans l'air utilisé pour le séchage est important, c'est ce que l'on désigne sous l'appellation d'humidité absolue. Le terme d'humidité relative (RH) est plus commun, il résulte de la division de l'humidité absolue par la quantité maximale d'eau qui peut être contenue dans l'air, lorsqu'il est saturé. Le RH est exprimé en pourcentage, et un air entièrement saturé présente un taux de RH de 100 %. Cela signifie qu'il ne peut pas absorber d'humidité supplémentaire. Un air contenant une certaine quantité d'eau, à basse température, aura, lorsqu'il sera chauffé, une plus grande capacité de rétention d'eau. Le tableau ci-dessous donne l'exemple d'un air à 29°C avec un RH de 90 %. Cette terre, lorsqu'il sera chauffé à 50°C, aura alors un RH de seulement 15 %. Cela signifie qu'au lieu d'être capable d'absorber seulement 0,6 g d'eau supplémentaire par kilogramme (à 29°C), il est capable d'absorber 24 g par kilogramme. Sa capacité d'absorption d'humidité a donc été augmentée, parce qu'il a été chauffé.

Lorsqu'ils sont placés dans un courant d'air chauffé, les aliments perdent d'abord l'humidité de leur surface. Il s'agit de la phase de taux constant. Comme le séchage se poursuit, l'humidité contenue à l'intérieur de la matière alimentaire s'évapore ensuite, en commençant par les zones les plus proches de la surface extérieure. La capacité de déshumidification devient de plus en plus complexe au fur et à mesure qu'elle s'approche du cœur de la matière et qu'elle s'éloigne de sa surface. Il s'agit de la phase de taux descendant. À terme, il est possible de ne plus être en capacité de supprimer plus d'humidité, et l'aliment est alors en équilibre avec l'air de séchage.

L'effet de la température de l'air sur l'humidité relative

Température de l'air en °C	RH en %	Quantité d'eau/kg d'air nécessaire pour obtenir un RH de 100 % (grammes)*
29	90	0.6
30	50	7.0
40	28	14.5
50	15	24.0

* c'est-à-dire la capacité de l'air à absorber l'humidité (RH = Humidité Relative)

Durant la phase de taux descendant, le taux de séchage est en grande partie contrôlé par la composition chimique et la structure de l'aliment. La conception d'un séchoir dépend de la courbe du taux de séchage de la matière à sécher, mais ses courbes ne sont qu'indicatives et dépendent des facteurs mentionnés ci-dessus. La chaleur nécessaire à l'évaporation de l'eau est de l'ordre de 2.26 kJ/kg. Par conséquent, une énergie d'environ 250 MJ (70 kWh) est nécessaire pour vaporiser 100 kg d'eau. Si l'air ambiant est suffisamment sec, aucun apport de chaleur n'est indispensable. Le meilleur potentiel pour le séchage des cultures dans une courte durée est possible lorsque l'air ambiant est sec et chaud. Si l'air est chaud, alors, une plus petite quantité d'air est nécessaire. Cette température dépendra elle-même principalement de la température de l'air, mais également de la quantité de rayonnement solaire directement reçue par l'aliment à sécher.

Opération de séchage solaire

Tous les séchoirs doivent disposer d'une ventilation pour être capables de sécher des cultures efficacement. La circulation de l'air peut se faire par convection naturelle, ou bien assistée à l'aide de ventilateurs. Le séchage solaire des aliments est un procédé qui peut être utilisé dans la plupart des régions, mais la rapidité de séchage des aliments dépend des variables indiquées ci-dessus, et plus particulièrement de l'intensité de la lumière et du taux d'humidité relative. Généralement, le temps de séchage standard des séchoirs solaires est compris entre 1 à 3 jours, en fonction de l'ensoleillement, de la circulation de l'air, de l'humidité et du type d'aliment à sécher. La plupart des séchoirs ont un intérieur noir, peints ou recouverts de polyéthylène noir, de façon à absorber autant de rayonnement solaire que possible.

Séchoirs coffres

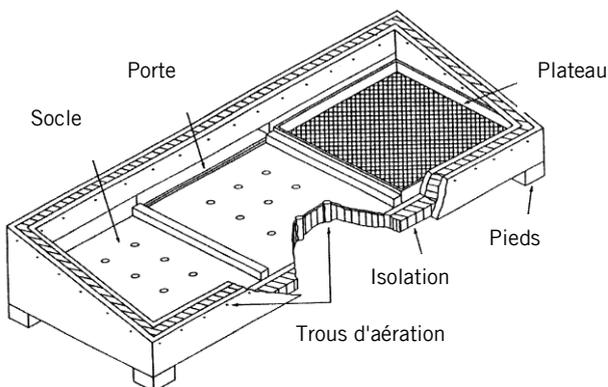


Figure 1 : la structure d'un séchoir solaire en coffre.

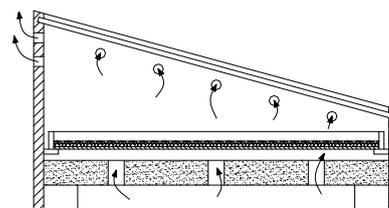


Figure 2 : Coupe transversale d'un séchoir coffre, indiquant les mouvements de l'air qui s'infiltre par des trous d'aération, qui circule en remontant jusqu'aux aliments placés dans les plateaux de séchage, et qui s'évacue vers l'extérieur, par les trous situés sur le haut du coffret.

Séchoirs tente

La particularité des séchoirs tente, en comparaison avec le coffre, c'est que la chambre de séchage et le collecteur sont associés. C'est séchoir sont également une protection contre les poussières, les résidus, la pluie, le vent, et les nuisibles.

Ci-dessous, un séchoir tente beaucoup plus petit. Très semblable au séchoir coffre, il montre les ressemblances des conceptions des séchoirs solaires :

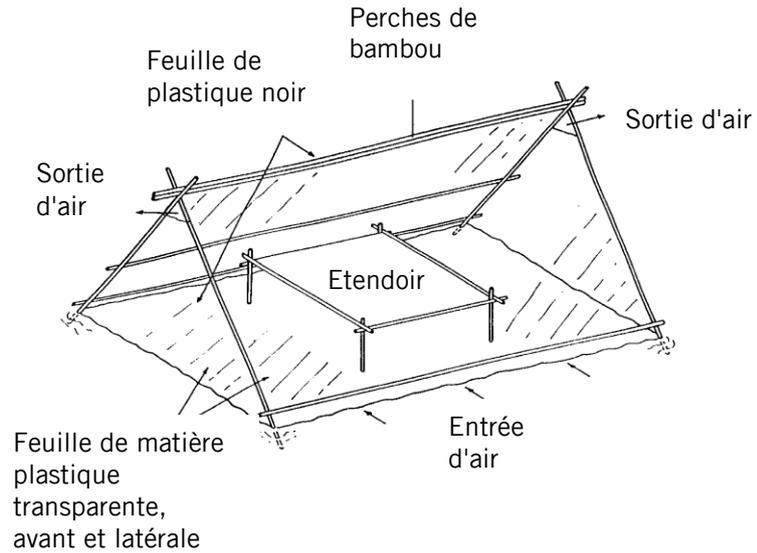


Figure 3 : Séchoir tente.



Figure 4 : Un petit séchoir tente solaire, au Ghana.

Photo : Tony Swetman.



Figure 5 : Un grand séchoir tente solaire, au Ghana.

Photo: Tony Swetman.

Séchoirs solaire en tunnel

Bon nombre de séchoirs solaires utilisent les cellules photovoltaïques pour alimenter les ventilateurs et ainsi faire circuler l'air dans la zone de séchage. Le meilleur modèle de ce type de séchoirs est le séchoir Hohenheim, fabriqué par Innotech en Allemagne. En utilisant un ventilateur pour faire circuler l'air, le temps de séchage se trouve considérablement réduit. L'air circule à travers une zone généralement peinte en noir (zone du collecteur) pour absorber la chaleur du soleil et passe à travers les plateaux qui contiennent les produits destinés à être séchés. Le schéma ci-dessous présente les caractéristiques de ce séchoir.

note technique

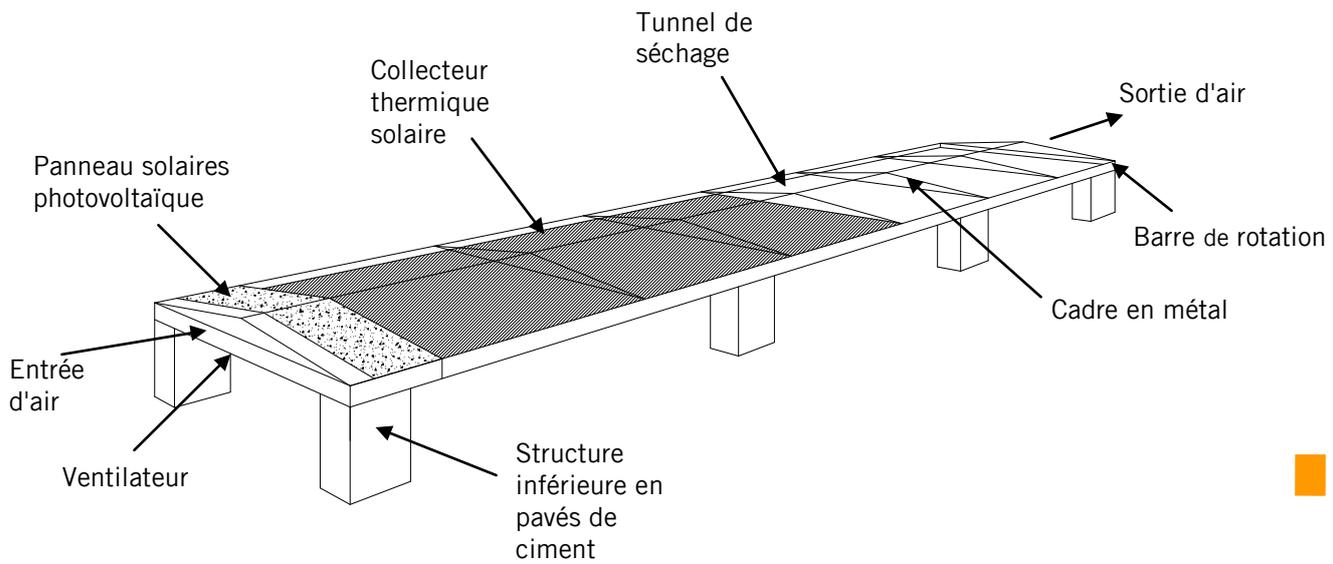


Figure 6 : Plan d'un séchoir solaire en tunnel.



Figure 7: Un sèche-Hohenheim, au Ghana. Peinture noire étant appliquée sur le collecteur. Photo: Tony Swetman.

note technique

Il existe un grand nombre d'autres types de séchoirs solaires, la plupart présentant différents modes d'isolation et de systèmes de circulation de l'air. Certains disposent d'une cheminée, fixé sur la sortie, pour favoriser une meilleure circulation de l'air, d'autres utilisent des systèmes de chauffage externe tel que l'eau chaude, pour permettre un séchage plus important pendant la nuit ou lorsque le ciel est nuageux, ce qui réduit l'efficacité du séchage. Toutefois, tous ces modèles ne sont que des variantes des trois modèles décrits ci-dessus.



Figure 8 : Vue à l'intérieur d'un sèche-Hohenheim tunnel solaire. Photo: Tony Swetman.

Comparaison entre le séchage au soleil et le séchage solaire

Le grand avantage d'un séchage en plein air, c'est qu'il présente un investissement minimal. Il représente un travail intensif, bien que cela ne soit pas un inconvénient dans les régions où le travail ne coûte pas cher. Un avantage important du séchage solaire, c'est que le produit est à l'abri de la pluie, des insectes, des animaux et de la poussière. Cela engendre une meilleure hygiène et une meilleure qualité du produit, et cela permet d'éviter de couvrir ou de déplacer les produits dans un endroit abrité en cas de pluie. Le séchage solaire, en particulier lorsque l'on utilise des ventilateurs, permet de contrôler le processus de séchage à de hautes températures, et peut s'avérer plus rapide, ce qui réduit le risque éventuel de propagation de moisissures, ou de détérioration du produit. Toutefois, il faut veiller à ne pas sécher les aliments à une température trop élevée car un séchage trop rapide peut aboutir sur un produit sec à l'extérieur, mais encore humide à l'intérieur. C'est ce que l'on appelle la « cémentation ». Cela peut donner la fausse impression que le produit est entièrement sec. À terme, le stockage de cette humidité piégée au remontera vers la surface extérieure du produit, soulevant l'humidité et provoquant la formation de moisissures, et la pourriture.

Comparaison entre les séchoirs solaires et les séchoirs à combustion

Le choix de l'utilisation du rayonnement solaire ou des séchoirs à combustion, par exemple alimentés par le bois, le charbon, le gasoil, le gaz ou l'électricité, dépend du coût d'investissement de l'équipement, du coût des matières premières à sécher, des coûts d'exploitation du séchoir et du prix susceptible d'obtenir pour le produit séché final. Le chauffage au gasoil permet un bien meilleur control des opérations de séchage que le chauffage solaire, et ne dépend pas du rayonnement du soleil pour fonctionner. Cependant, il est possible d'associer le séchage solaire avec une source d'énergie au gasoil, afin de réduire les coûts de carburant. Ces systèmes incluent le préchauffage de l'air par l'énergie solaire.

note technique

Le choix d'un séchoir solaire

Le choix parmi les différents types de séchoirs solaires dépendra des exigences locales, comme la taille de production ainsi que le budget disponible. Si l'objectif est de répondre aux besoins de petits agriculteurs pour le séchage de leurs propres récoltes, le coût de l'investissement pourrait bien être la principale contrainte, et par conséquent, des séchoirs peu coûteux sous forme de tentes recouvertes de plastique, semblent être le choix le plus approprié. En revanche, les grands exploitants commerciaux, avec des débouchés garantis pour leurs produits, peuvent envisager la mise en place d'un ensemble de séchoirs solaires avec ventilateurs et une couverture en verre, système plus approprié à leurs besoins.

Fabricants

Innotech Ingenieursgesellschaft mbH
Weilemer Weg 27
D-71155 Altdorf
Allemagne
Tel : + 49 (0)7031 / 74 47 41
Fax : + 49 (0)7031 / 74 47 42
E-mail : Info@Innotech-ing.de
site Web : <http://www.innotech-ing.de/Innotech/english/TT-Data.html>
Séchoir Hohenheim

Projets de recherche coordonnée dans toute l'Inde sur les sources d'énergie renouvelable pour l'agriculture & les industries agroalimentaires <http://www.icar.org.in/ciae/aicrpres.htm>

Cascade Électro-Thermique Pvt Ltd
3, Cascade Layout, Luna Nagar
Coimbatore - 641 025
Inde
Tel : 91 422 2402406 / 2402506
91 422 2401576 / 2400254
E-mail : info@visitcascade.com
site Web : <http://www.visitcascade.com/light&air.htm#dry>

Informations

- *Un examen sur le séchage des aliments par le solaire* par Barbara Kerr
<http://www.solarcooking.org/dryingreview.htm>
- *Équipement de séchage solaire*. FAO - technologie d'économie de travail
http://www.fao.org/sd/teca/tools/lst/LSTP19_en.html
- *une introduction aux applications de l'énergie solaire pour l'agriculture*
<http://www.powernaturally.org/publications/agguide.pdf>
- *HEDON Réseau de l'Énergie des Ménages*
[Construction et l'utilisation d'un séchoir solaire simple pour conserver les aliments hors Saison](#)
- *Le séchage solaire à petite échelle des fruits et légumes : Expériences et procédés*
http://pmb.sicac.org/opac_css/doc_num.php?explnum_id=881

note technique

Lectures complémentaires

- *Drying of Foods (Séchage des aliments)*, Note Technique de Practical Action
- *Small-scale Drying Technologies (Technologies de séchage à petite échelle)*, Note Technique de Practical Action
- *Drying Chillies (Séchage des piments)*, Note Technique de Practical Action
- *Drying Apricots (Séchage des abricots)*, Note Techniques de Practical Action
- *Drying Food for Profit : A Guide for Small Businesses (Séchage des aliments à but lucratif : Un guide pour les petites entreprises)* Barrie Axtell, 2002, Practical Action Publication ISBN 1 85339520 X
- *Setting up a Food Drying Business : A step-by-step guide (Mise en place d'une entreprise de séchage d'aliments: Un guide étape par étape)*, Fabrice Thuillier, 2002, Practical Action Publication, ISBN 1 85339 498 X
- *Drying foodstuffs: techniques, processes, equipment : technical guidebook (Séchage des produits alimentaires)*, Jean François Rozis, 1997, Backuys Publishers
- *Producing Solar Dried Fruit and Vegetables for Small-scale Enterprise Development. (Production de fruits et de légumes séchés par le solaire, pour le développement d'une entreprise à petite échelle)*. Natural Resource Institute (Institut des Ressources Naturelles), Central Avenue, Chatham Maritime, Kent ME4 4TB, Royaume-Uni. 1996

Ce document a été réalisé par Tony Swetman pour Practical Action, en Novembre 2007.

Practical Action
 The Schumacher Centre
 Bourton-on-Dunsmore
 Rugby, Warwickshire, CV23 9QZ
 Royaume-Uni
 Tel : +44 (0)1926 634400
 Fax : +44 (0)1926 634401
 E-mail : inforsew@practicalaction.org.uk
 site Web : <http://practicalaction.org/practicalanswers/>

Practical Action est une œuvre caritative avec une particularité. Nous savons que les idées les plus simples peuvent avoir les résultats les plus probants, en changeant la vie des plus pauvres dans le monde entier. Pendant plus de 40 ans, nous avons étroitement collaboré avec ces gens les plus pauvres du monde – en utilisant des technologies simples pour combattre la pauvreté et améliorer leurs vies. Nous travaillons régulièrement dans 15 pays d'Afrique, d'Asie du Sud et d'Amérique Latine.

note technique