



## Le séchage solaire des produits agricoles

BOUKADOUM née BOULEMTAFES Amel

Attachée de Recherche

Projet Séchage solaire

Equipe Systèmes Solaires à Basses températures

Division Energie Solaire Thermique et Géothermie

E-mail: a\_boulemtafes@cder.dz

Les applications basées sur la conversion à basses températures de l'énergie solaire en énergie thermique sont nombreuses et diverses. Parmi celles-ci, on peut citer le chauffage solaire de l'eau sanitaire, le chauffage et le rafraîchissement des locaux ainsi que le séchage solaire des produits agricoles.

Le séchage, opération importante dans toute transformation de produits issus de l'industrie agro-alimentaire, est un procédé très énergivore. Cela explique le recours de plus en plus fréquent aux énergies renouvelables et principalement l'énergie solaire par l'utilisation des séchoirs solaires.

### Qu'est ce que le séchage ?

Par définition, le séchage est une technique de purification visant à débarrasser un mélange homogène ou hétérogène d'un constituant liquide. Sécher un produit consiste à apporter l'énergie nécessaire à la vaporisation de l'eau du produit (chaleur latente de vaporisation), puis à évacuer la vapeur formée. Le but d'une telle opération est, soit de rendre à une substance traitée ses qualités mécaniques ou physico-chimiques initiales, soit de faciliter son stockage et sa conservation.

Il existe plusieurs procédés de séchage : les procédés mécaniques (presse, décantation ou centrifugation), les procédés physico-chimiques (adsorption, absorption, réfrigération et séchage par évaporation). Ce dernier consiste à transférer le liquide à éliminer dans la phase gazeuse qui le baigne. Le changement de phase exige un apport de chaleur assez considérable. Il peut être direct (chauffage par échangeur, par effet joule, par radiations infrarouges ou par courants de haute fréquence) ou bien c'est la phase gazeuse elle-même qui assure l'apport de chaleur nécessaire (air chaud). Le séchage par évaporation est un processus très complexe qui fait intervenir un double transfert. Le premier est un transfert de chaleur destiné à réduire la teneur en eau dans le produit. Le second est un transfert de masse qui implique un déplacement du fluide de l'intérieur du produit vers sa surface. Ces deux transferts exigent un apport de chaleur considérable, d'où l'intérêt d'utiliser une source de chaleur renouvelable. C'est le cas des séchoirs solaires.

### Pourquoi le séchage ?

Le séchage constitue l'un des principaux moyens de conservation des denrées alimentaires périssables. En effet, en éliminant l'eau, on inhibe l'action des germes microbiens (levures, moisissures, bactéries) responsables du pourrissement. C'est aussi une étape nécessaire dans la congélation de certains produits, car l'élimination de l'eau diminue leur poids et leur volume. En résumé, le séchage permet d'améliorer la conservation des produits, de faciliter leur transport, de réduire les risques de pertes de produits après récolte et surtout d'élargir la commercialisation de ces produits en les rendant disponibles toute l'année.

### Les séchoirs solaires

Le séchage naturel connu et pratiqué par nos ancêtres consiste à exposer le produit à sécher directement au soleil, en l'étalant au sol sur des nattes ou des claies. Ce type de séchage, bien qu'il soit simple et gratuit, a l'inconvénient de nécessiter de longues durées de séchage, d'exposer le produit à la poussière, à la pluie et aux insectes. D'où altération de la qualité et risque de pourrissement et de moisissures qui peuvent atteindre jusqu'à 50% des récoltes.

Ce n'est qu'au 20<sup>ème</sup> siècle avec l'apparition du concept de l'activité de l'eau (water activity  $A_w$ ) et la connaissance des mécanismes de transfert de l'humidité dans les produits que furent développés les premiers séchoirs artificiels conçus selon des règles scientifiques.

### Types de séchoirs solaires

#### 1- Les séchoirs-Tunnel

Ce sont des séchoirs industriels destinés au séchage des grandes récoltes et dans les processus de conservation de certains aliments. Ils se composent d'un champ de capteurs solaires et d'un circuit aéraulique, le tout constituant le générateur d'air chaud. Le produit à sécher est disposé dans des chariots montés sur des rails, qui traversent un tunnel de quelques mètres de façon continue (Figure1).

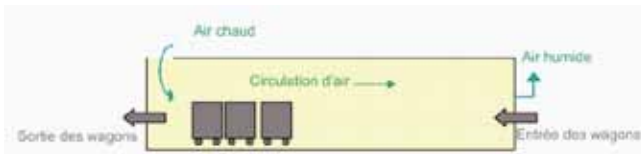


Figure 1 le séchoir tunnel [1]

## 2- les séchoirs-stock

Appelés aussi séchoirs étuves, ce sont des séchoirs immobiles, où le produit à sécher est entreposé sur des claies ou étagères. Les séchoirs stocks peuvent être directs ou indirects.

### Les séchoirs solaires directs (séchoirs-serre)

Dans ce type de séchoirs, l'insolateur (capteur solaire) et le stock (chambre de séchage) forment un seul bloc. Le séchoir est constitué d'un caisson isolé à sa base et recouvert d'une vitre ou d'un plastique clair. Les aliments à sécher reçoivent directement les rayons du soleil à travers la couverture transparente (Figure 2). Ce type de séchoir est adapté au séchage des fruits et légumes dont la teneur en eau initiale est importante et qui nécessitent de longues durées de séchage (Figure 3).



Figure 2 . Séchoir solaire direct portable

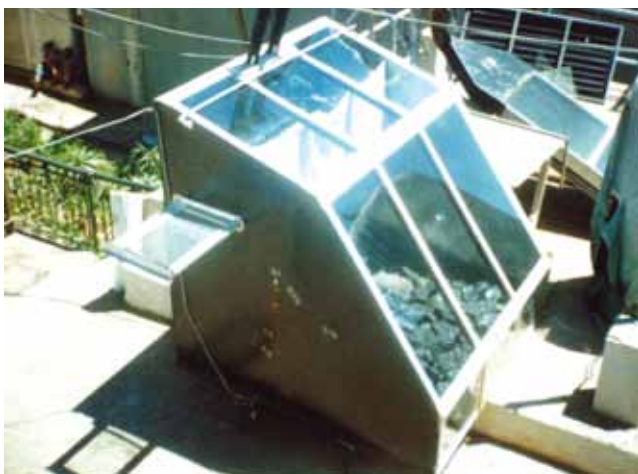


Figure 3 . Séchoir solaire serre réalisé au CDER [2]

### Les séchoirs solaires indirects

Ils sont composés d'insolateurs couplés à une chambre de séchage. L'insolateur sert à chauffer l'air et à l'envoyer dans cette dernière (Figure 4). En convection naturelle, ceci ne suffit pas à réchauffer l'air à la température désirée, ce qui explique l'ajout d'une cheminée. L'énergie supplémentaire qui se trouve à la base de la cheminée améliore considérablement le fonctionnement du séchoir en augmentant le débit de l'air dans la masse du produit à sécher.



Figure 4 . Deux types de séchoirs solaires indirects

### Le séchage solaire des plantes aromatiques et médicinales

Le séchage des plantes aromatiques et médicinales (PAM) est une étape essentielle dans l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique, car tout en facilitant les prochaines étapes de transformation, elle permet aux plantes de garder toutes leurs qualités et permet de les conserver plus longtemps.

L'Algérie, de par sa position géographique, jouit de conditions climatiques et de ressources hydriques très favorables au développement de cultures intensives des PAM. Cependant cette filière reste encore très peu développée dans notre pays.

Depuis plusieurs années, l'équipe Système Solaire Basses Températures du CDER, à travers le projet séchage solaire, s'intéresse au rôle que peut apporter l'énergie solaire au développement de l'industrie agro-alimentaire et pharmaceutique [3]. A cet effet, un premier séchoir solaire indirect destiné au séchage des plantes aromatiques et médicinales a été réalisé et testé [4] pour le séchage de quelques plantes aromatiques (Figure 5). Il se compose de :

- D'un capteur solaire plan à air à simple circulation et à simple vitrage. Il est constitué d'un box en tôle galvanisée recouvert d'un vitrage transparent au rayonnement solaire et d'un absorbeur noir. Le box est isolé par de la mousse de polyuréthane. L'air circule entre l'isolant et l'absorbeur à l'intérieur de couloirs réalisés en bois. A l'entrée et à la sortie du capteur, deux tuyères sont placées respectivement pour l'admission et l'échappement de l'air.

- D'une boîte de séchage parallélépipédique réalisée entièrement en tôle galvanisée et isolée de l'intérieur. Sur sa face avant, une porte à doubles battants permet le chargement et

le déchargement des produits à sécher. Ceux-ci sont disposés sur des claies en grillage permettant le passage de l'air.



Figure 5 . Séchoir solaire indirect destiné au séchage des PAM, réalisé au CDER [3]

A titre d'exemple, nous présentons quelques résultats expérimentaux du séchage de la menthe dans un séchoir solaire indirect. Le choix de la menthe se justifie par son abondance et sa très grande consommation en Algérie.

Sur la figure 6, nous avons représenté la courbe de la teneur en eau de la menthe en fonction de la durée de séchage. On remarque que celle-ci décroît fortement en début de séchage avant d'atteindre une allure plus stable vers la fin de celui-ci. La courbe d'évolution de la vitesse de séchage est représentée sur la figure 7.

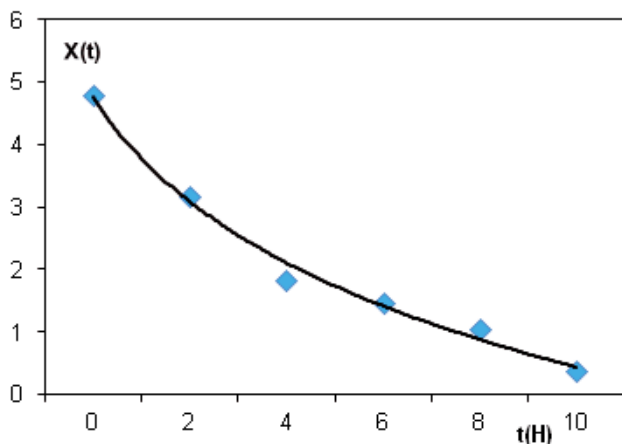


Figure 6 . Courbe d'évolution de la teneur en eau de la menthe  $X(t)$  en fonction de la durée de séchage..

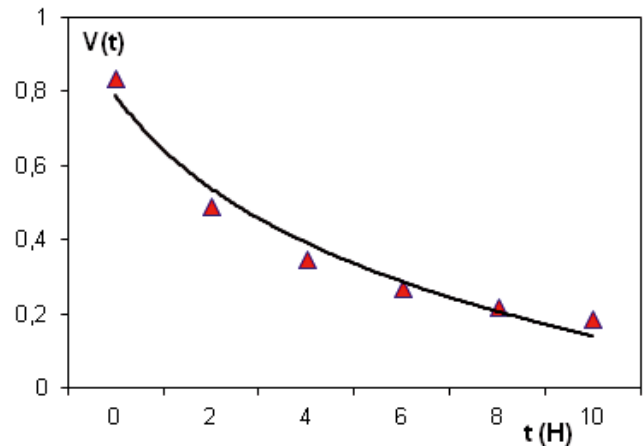


Figure 7 . Courbe d'évolution de la vitesse de séchage  $V(t)$  au cours du temps

Les résultats obtenus par ce séchoir sont prometteurs, car tout en réalisant une économie d'énergie, le séchoir permet un gain de temps considérable sur la durée de séchage, comparativement au séchage naturel. Aussi, d'autres séchoirs sont en cours d'étude et de réalisation dans le cadre d'un Projet National de Recherche entrepris par l'équipe du projet.

## Références

- [1] [http://www.ctmnc.fr/pages/images/doc/DIDEM-Rapport\\_de\\_vulgarisation-2.pdf](http://www.ctmnc.fr/pages/images/doc/DIDEM-Rapport_de_vulgarisation-2.pdf)
- [2] S.El Mokretar et al. Etude du Bilan d'Énergie et de Masse d'un Séchoir de Type Serre-Applications au Séchage des Produits Agro-alimentaires Rev. Energ. Ren. Vol. 7 (2004)
- [3] A. Boulemtafes et al. le séchage solaire des plantes médicinales et aromatiques-application au séchage de la menthe 1er Séminaire Maghrébin sur les Sciences et les Technologies de Séchage SMSTS, 17-18-19 Décembre 2006, à Tozeur Tunisie.
- [4] A. Boulemtafes et al. Energy and Exergy analysis of the solar drying process of Mint 1st Conference & Exhibition Impact of Integrated Clean Energy on the Future of the Mediterranean, Beirut Lebanon, April 14th -16th 2011