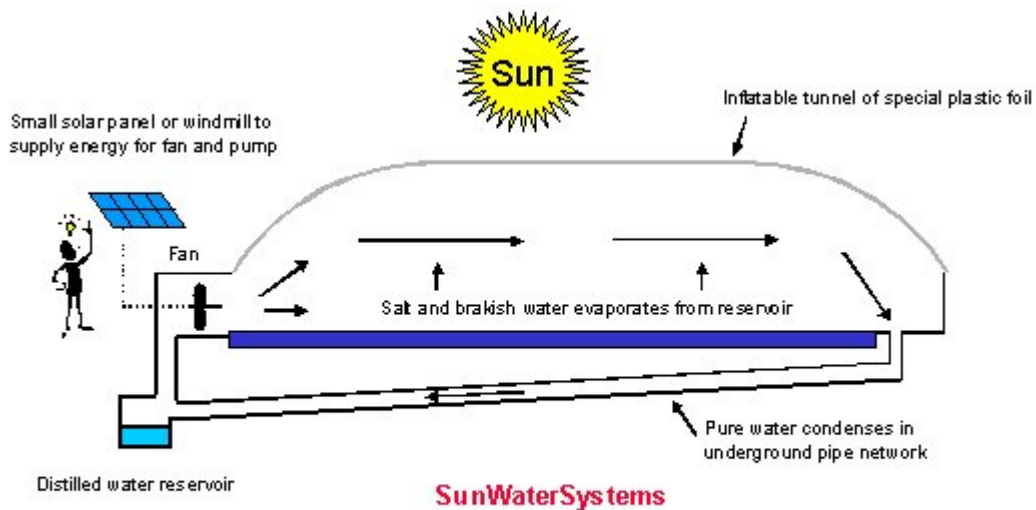




Promotion de l'Électrification Rurale et de l'Approvisionnement Durable en Combustibles Domestiques **PERACOD**



FICHE SUR LES DIFFERENTS TYPES DE SECHOIRS SOLAIRES A CONVECTION NATURELLE ET FORCEE

Nadine Berthomieu
avril 2004

Séchoir solaire passif tunnel (développé par le CEAS)



- Encombrement: 150 x 150 x 60 cm
- Capacité: **20 kg** de produits frais

Coût départ atelier: 145 000 F CFA

Contact : Yacouba TAPSOBA, ceas-rb@fasonet.bf, ytapsoba@hotmail.com

Le séchoir Coquillage (développé par le GERES)

Description :

Le séchoir coquillage est un séchoir solaire indirect à convection naturelle et destiné à l'autoconsommation et à la vente locale. Il est essentiellement utilisé par les familles, les coopératives et les groupements de femmes.

Depuis 1992, 170 séchoir de ce type ont été diffusés au Sénégal, et près de 6000 au Burkina Faso.

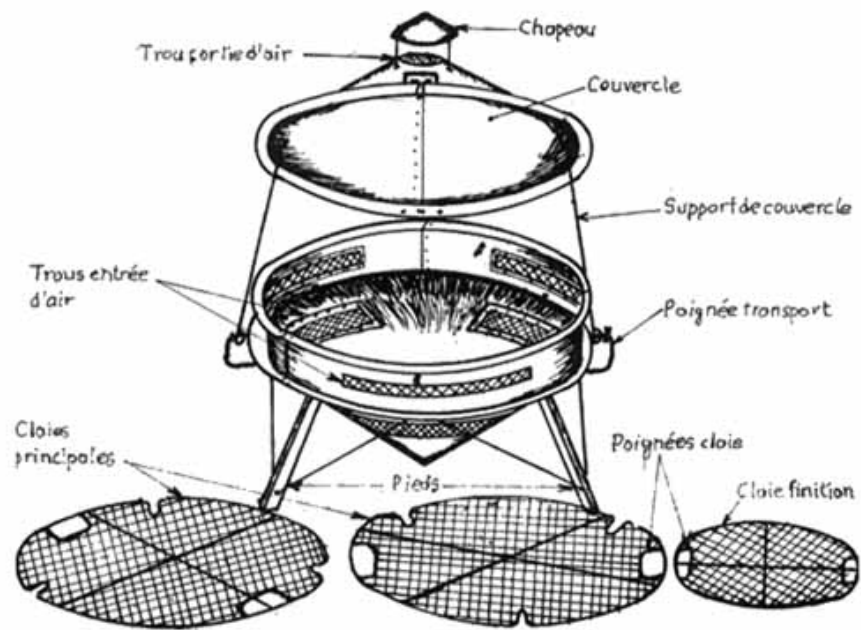
Ce séchoir est actuellement fabriqué par des artisans forgerons locaux et diffusé par des structures locales indépendantes.



Caractéristiques :

- conçu pour protéger les aliments de la lumière directe, des ravageurs (insectes, rongeurs...) et de la poussière.
- réalisable à partir de matériaux disponibles localement.
- capacité : $0.5\text{m}^3/\text{m}^2$ de claie ou 3Kg de produits frais / m^2 de claie. **6m²** de claies tout au plus. **20Kg** de produits frais
- durée de vie du séchoir coquillage estimée à 10 ans. Son entretien est très limité: il est principalement lié au renouvellement des claies et de la peinture noire des tôles (résistante aux UV, avec une couche antirouille conseillée) : estimé à 3.000 FCFA/an.

Coût : 2200 à 3000 FCFA / m^2 de claies. Soit de **13000 à 44000 FCFA** l'unité selon le gabarit.

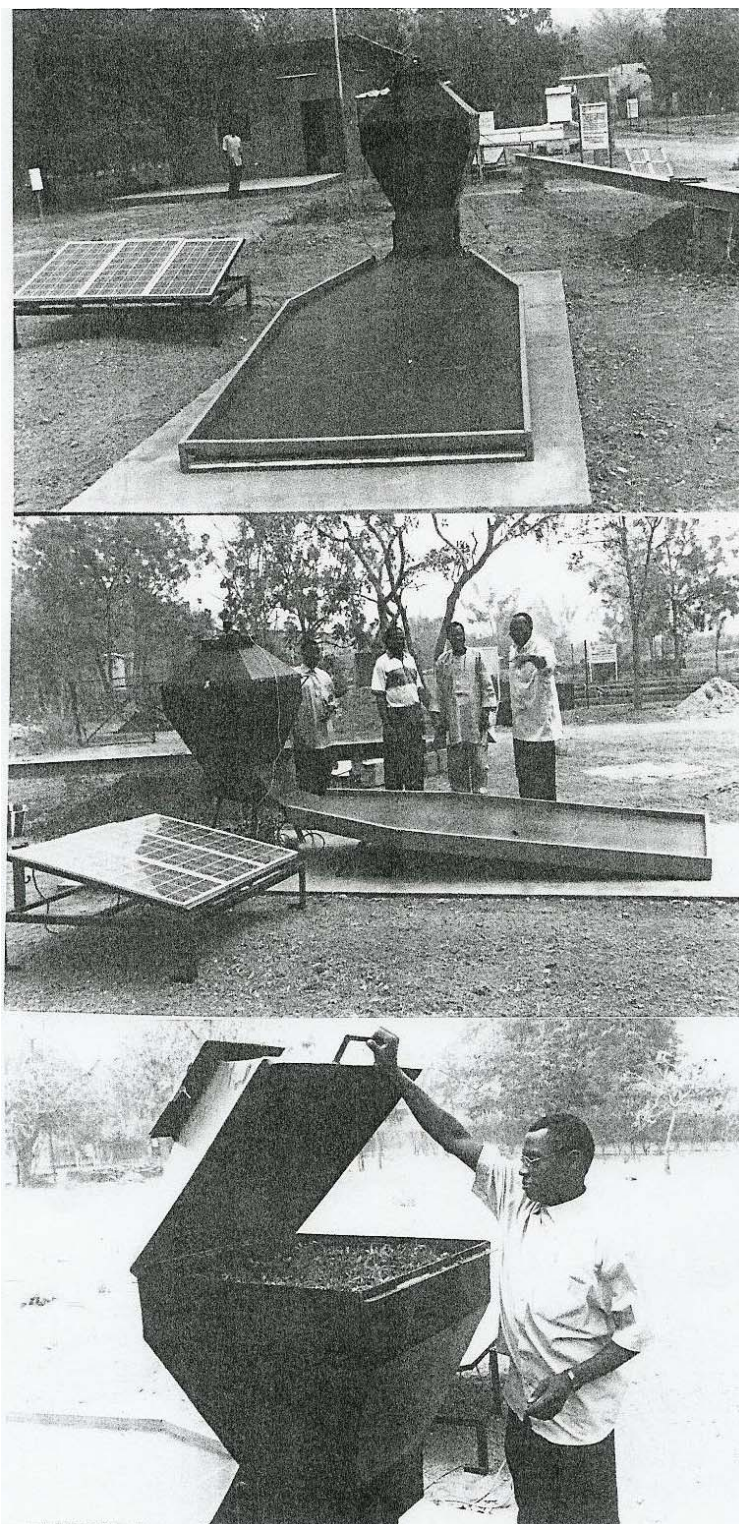


LE SECHOIR COQUILLAGE A TROIS CLAIES

Figure 1 : le séchoir coquillage simple. Capacité : 6m² de claies

Le séchoir Coquillage amélioré par convection forcée (développé par le EIER, Burkina Faso)¹

Description :



¹ Contact : Yézouma COULIBALY et Stéphane OUEDRAOGO . EIER BP 7023 Ouagadougou Burkina Faso
Fax : (226) 31 27 24. Email : yezouma.coulibaly@eier.org

- une chambre de séchage entièrement métallique **sur le principe du séchoir coquillage**
- un capteur solaire de tôle plate noire absorbante inclinable de 0 à 15° sur l'horizontale avec entrée d'air à la base et sortie au sommet. Le capteur solaire est un tunnel de film plastique noir absorbant.
- le séchoir est à convection forcée alimenté par un générateur photovoltaïque avec batterie d'accumulateur pour le stockage d'énergie :
 1. d'un ventilateur de **80W** à courant continu d'un débit maximal de **800 m3/h**
 2. trois modules solaires totalisant **120 Wc**

Rq : il est initialement destiné au séchage de plantes médicinales qui ont une forte valeur ajoutée permettant ainsi d'amortir son coût élevé.

Coût : 750 000 FCFA (séchoir + ventilateur) + 450 000 FCFA (modules) : 1200000 FCFA

Les principales conclusions qui ont été tirées de cette étude sont :

1. Les temps de séchage sont réduits de 40% à 70% selon les plantes en comparaison avec le séchoir coquillage ordinaire
2. **Les produits conservent leurs couleurs naturelles.**
3. Le séchage peut démarrer à n'importe quel moment de la journée sans risque d'altération du produit. Il peut même s'avérer préférable de commencer le séchage la nuit pour l'évacuation de l'eau libre des produits (nécessité de batteries). La finition du séchage coïncide alors avec la forte chaleur de la journée pour l'évacuation de l'eau liée réduisant ainsi les temps de séchage.
4. La vitesse de séchage du séchoir à convection forcée est moins sensible à une chute brutale de l'ensoleillement ce qui n'est pas le cas pour le séchoir coquillage.

Après discussion avec l'EIER, ce séchoir pourrait contenir jusqu'à 20Kg de produits frais

Essai : séchage d'une racine : le Ndilibara

Humidité du produit frais 71 % (masse humide sur masse totale), masse totale initiale 9,635 Kg

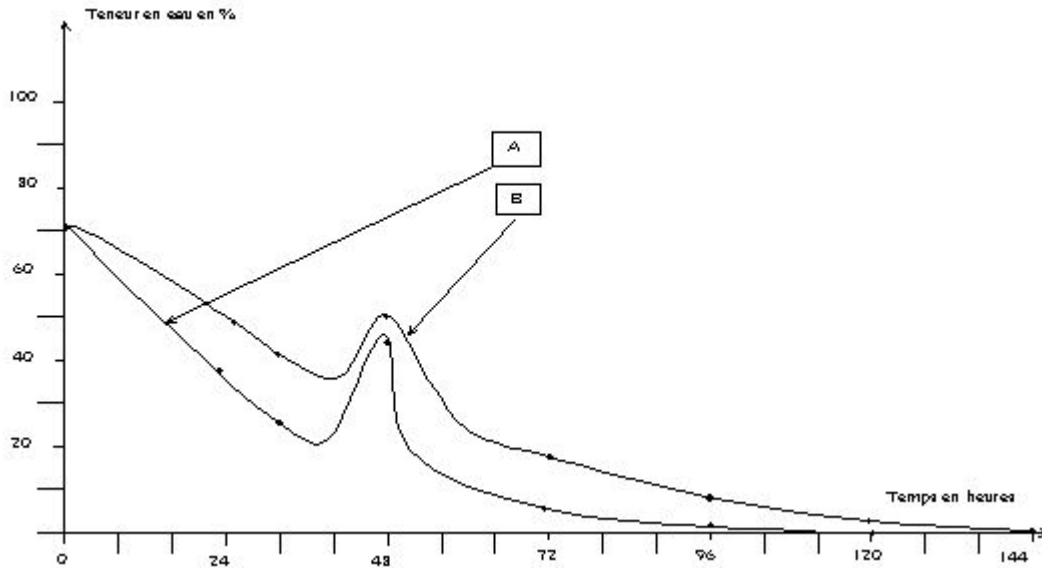


Figure 2 : Cinétique de séchage d'une racine le Ndilibara .
 Courbe A : séchoir convection forcée. Courbe B : séchoir coquillage

En deux jours de séchage, la teneur en eau des produits dans le séchoir à convection forcée passe de 71 à 25 % alors que dans le séchoir à coquillage elle atteint seulement 41%.

Les températures de l'air à l'entrée et à la sortie du séchoir :

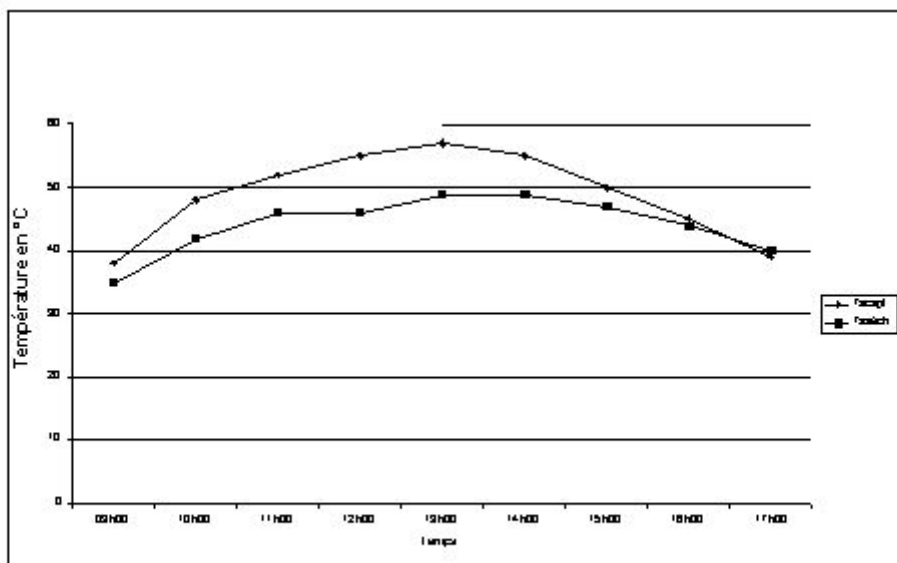


Figure 3 : températures de l'air à l'entrée et à la sortie du séchoir

L'échange de chaleur entre absorbeur et air est excellent puisque l'écart Température sortie de l'absorbeur – Température sortie de l'air) est presque nul à certains moments de la journée.

Risques d'un tel séchoir : la température de l'absorbeur peut atteindre 57°C pendant que la température extérieure est voisine de 37°C, ce qui donne un écart de température voisin de 20°C. Pour un séchoir à convection forcée, cette valeur est plutôt élevée. En moyenne, l'air

est chauffé de 38 à 45 voire 50°C et évacué après passage sur les produits à 40 à 45°C. Ces bas niveaux de température permettent de conserver intacte la qualité curative des plantes médicinales.

Le séchoir solaire par convection forcée : expérience du Bangladesh²

Cette expérience mettait juste en évidence les performances achevée par un séchoir à ventilation forcée par rapport à un séchoir à ventilation naturelle, dans le cas du séchage de céréales.

Description :

- des collecteurs plans de **1.6 m²** (surface absorbante peinte en noir, recouverts de plastique). Ces collecteurs sont tournés vers le Sud avec un angle de 23.5 degrés.
- **un ventilateur de 20W, 30Wc** installés.
- La chambre de séchage est 1.72mX0.91mX0.175m, **soit 0.15 m³ au total**, elle est faite d'acier.

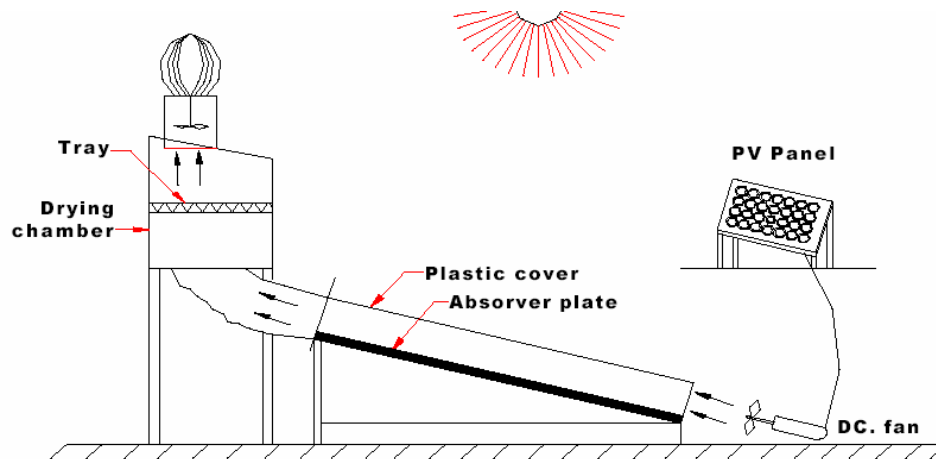


Figure 1 PV Operated Forced Convection Solar Dryer

Figure 4 : séchoir solaire avec claies superposées.

² Contact : T. Saleh* & M.A.R. Sarkar, Department Of Mechanical Engineering, Bangladesh University Of Engineering & Technology (BUET). Dhaka 1000, Bangladesh Email: rashid@me.buet.ac.bd

Le graphe 5 suivant traduit l'évolution de l'hygrométrie en pourcentage de masse sèche au court du temps dans la journée :

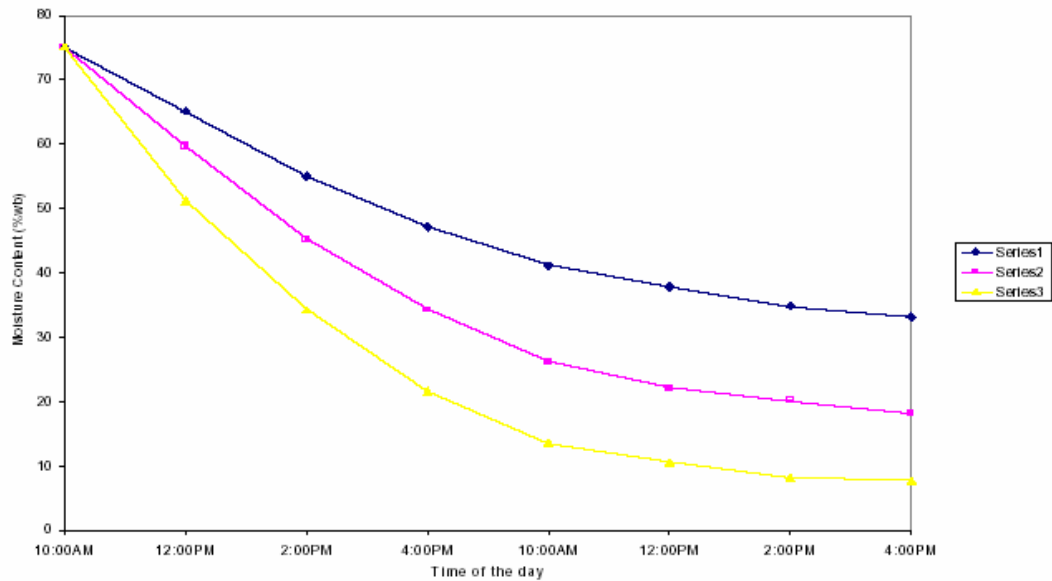


Figure 5 : cinétique de séchage entre les différents type de séchoir

Série 1 : séchage solaire classique

Série 2 : séchage avec les collecteurs plans

Série 3 : séchage avec les collecteurs et la ventilation forcée

Avec la ventilation forcée, on abaisse nettement l'hygrométrie du produit à la fin de la journée (de 20% à 9%).

Les conclusions sur cette expérience furent les suivantes :

1. le séchoir permet d'obtenir toujours des températures de plus de **30°C au delà de la température ambiante**
2. la bonne adéquation entre la disponibilité de l'énergie solaire et les capacités de séchage conséquentes par une ventilation générée par énergie

Le séchoir Geho³ : développé par l'Université de Hohenheim

Description :

Ce séchoir convient pour les unités semi-artisanales d'une équipe de 5 / 6 personnes. Conçu dans les années 90 par des universitaires allemands de l'université de Hohenheim⁴, il a été diffusé en plusieurs exemplaires en Afrique (Maroc, Egypte) et Asie (Thaïlande). Aujourd'hui, le GERES⁵ l'a récemment expérimenté au Ladakh (Himalaya Indien) pour le séchage de pommes et abricots et en Afrique de l'Ouest pour les légumes, les tubercules et les produits céréaliers.

³ Atelier Technologie Appropriées Songhai Center BP 597 Porto Novo. République du BENIN

⁴ Herr Prof Dr. Wener Muehlbauer. Inst. Agrartechnik in der Tropen, Postfach 700562 Stuttgart 70

⁵ contact GERES : Fabrice Thuillier : geres.thuillier@free.fr



Dernières améliorations apportées au séchoir : un divergent en plaques métalliques noires permet d'augmenter la vitesse d'entrée d'air

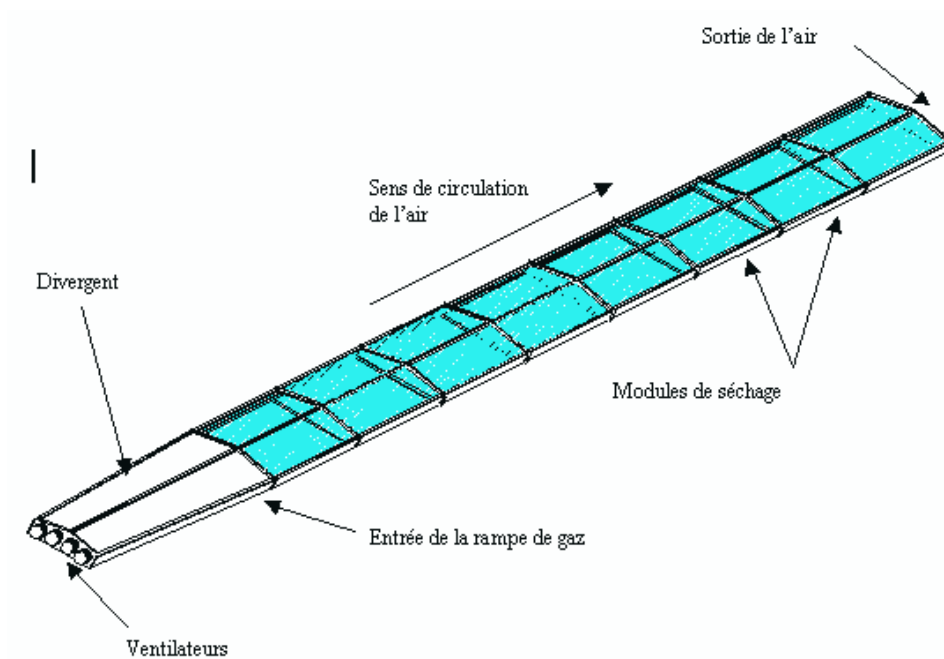


Figure 6 : le séchoir Gého

Caractéristiques

- ventilation forcée avec **4 ventilateurs de voiture totalisant 40W de puissance électrique consommée : 1100 m³/h en moyenne**
- collecteurs métalliques noirs
- toit en Plexiglas
- chambre de séchage: **11.4 m²** de surface, dimensions : L = 12 m ; l = 1.3 m ; H = 0.3 m, soit **4.68m³**. Peut contenir jusqu'à 150 Kg de produite frais
- claies en bois avec un filet anti-parasites

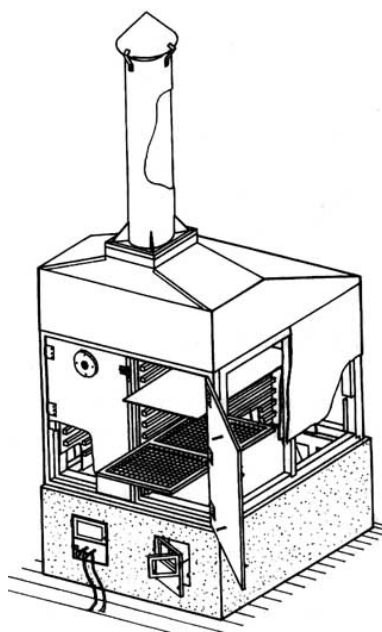
Performances

Capacités de séchage : de 60Kg à 150Kg
Temps de séchage : de 6 heures à 48 heures dépendamment

Coût : 800 000 FCFA sans les panneaux. 600 000 : panneaux + ventilateurs.

Total : 1400 000

Actuellement en étude : séchoir Solaire convection forcée avec appoint diesel (CEAS)⁶



Description :

- Le chauffage est accouplé à deux séchoirs ATESTA⁷ d'une capacité de 100 kg de mangues fraîches chacun.
- Séchoir ATESTA :
 - deux cellules de séchage concomitantes, pourvues chacune d'une entrée d'air, d'un brûleur et d'une gaine de séchage recevant 10 claies de 0,7 m² chacune, séparées de 80 cm.
 - 6,5 kg de produits frais / m² de claie, soit 46 kg de produit frais

Coût de fabrication : 400 000 FCFA

Caractéristiques techniques du chauffage :

⁶ Contact : ceas-rb@fasonet.bf, Daniel SCHNEIDER : ceas.ne@bluewin.ch, TAPSOBA Yacouba ytapsoba@hotmail.com

⁷ ATESTA, 01 BP 3306, Ouagadougou 01, Burkina Faso. Tél.: 226 30 23 93 Fax: 226 34 10 65

- ventilateur alimenté par 4 panneaux de 100 Wç3 vitesses de ventilation : 480 / 700 / 1100 m³/h
- **consommation : 2,5 kg de gaz / h**
- dimensions d'encombrement : 134 x 55 x 92 cm, soit 0.8m³
- combustible : gasoil ou gaz
- capacité du système : 100 kg de mangues fraîches chacun.

Performances

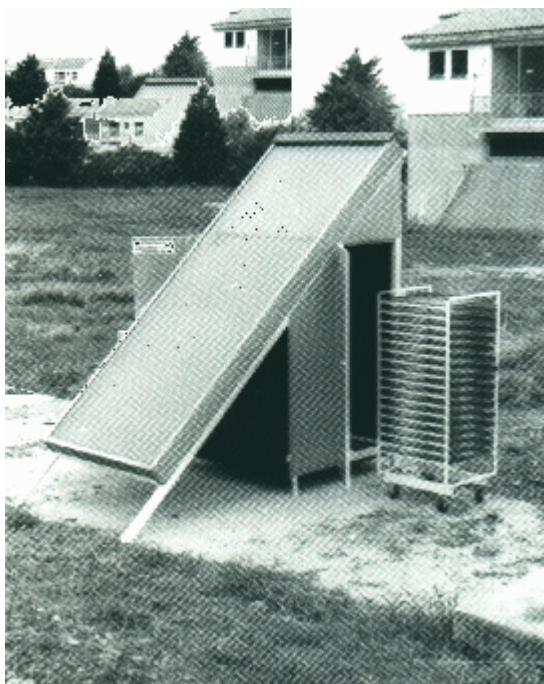
Le temps de séchage de 100 kg de mangues varie entre 14h et 18h en fonction de la saison.

Les études de prix et de rentabilité du système sont en cours.

Coût estimatif : 210 FCFA/Kg de mangue sèche

Autres types de séchoirs commercialisés en Europe

Le séchoir insolateur à air



Séchoir partiellement solaire polyvalent modulaire.

Cet appareil est destiné à être couplé à un insolateur à air jouant le rôle de source de chaleur d'appoint. Chaque module constitue un petit séchoir-caisson à chauffage partiellement solaire et comprend :

1. un insolateur à simple passe. L'air circule entre l'absorbeur et l'isolant arrière. La surface de **captation est d'environ 220cm²**.
2. un caisson de séchage possédant ses réglages propres et isolés de l'ambiance par 50 mm de mousse de polyuréthane peut contenir jusqu'à **40 kg** de fruits frais. Les produits à sécher sont installés sur des claies (10) en plastique alimentaire posées sur un chariot roulant sur rails. Son avance peut être manuelle ou motorisée.
3. Un circuit aéraulique de recirculation d'air solidaire de la chambre de séchage permet de faire recirculer une fraction réglable de l'air sur une source de chaleur conventionnelle de **4 kW (résistances électriques commandées par un thermostat électronique)** afin de contrôler l'humidité de l'air de séchage et éventuellement d'économiser de l' énergie.
4. L'air provenant de l'insolateur est aspiré par un ventilateur centrifuge : **300 m³/h** ; (80 mm CE, 220 V), passe au-dessus des résistances électriques puis traverse les produits à sécher du bas vers le haut. Il est ensuite totalement ou partiellement recyclé ou évacué.

La possibilité de choisir la température de séchage, la fraction d'air qui va être recyclée, le temps de séchage par 24 h, permet de faire varier la "couverture solaire" (rapport de l'énergie solaire captée à l'énergie totale de chauffage) entre 0 et 100 % et de réaliser ainsi

d'importantes économies d' énergie de chauffage. Grâce à l'énergie qu'il fournit, le coût de l'insolateur peut être récupéré en 3-4 ans.

Le séchoir tunnel indirect polyvalent pour fruits et légumes de Corneilla de Conflent (66)

Il s'agit d'un séchoir tunnel indirect polyvalent. Les fruits sont introduits sur des claies amovibles qui peuvent facilement être remplacées par des paniers pour le séchage des plantes aromatiques.



1. **Le tunnel**, parfaitement isolé, **d'un volume utile de 3,2 m3** a une capacité de moyenne de **600Kg de fruits frais**
2. 16 éléments capteurs de 60 cm de large et 2,50 m de long montés en parallèles.
3. Double circulation dans les capteurs (entrée entre la vitre et l'absorbeur , sortie sous l'absorbeur), ainsi que la circulation de l'air dans les produits à sécher : **ventilateur centrifuge de 850 W de puissance et de 1000 m3.h-1 de débit nominal.**
4. Le séchoir, d'un débit évaporatoire de 10 kg.h-1 d'eau comporte un appoint électrique de 12 kW régulé par un thermostat.