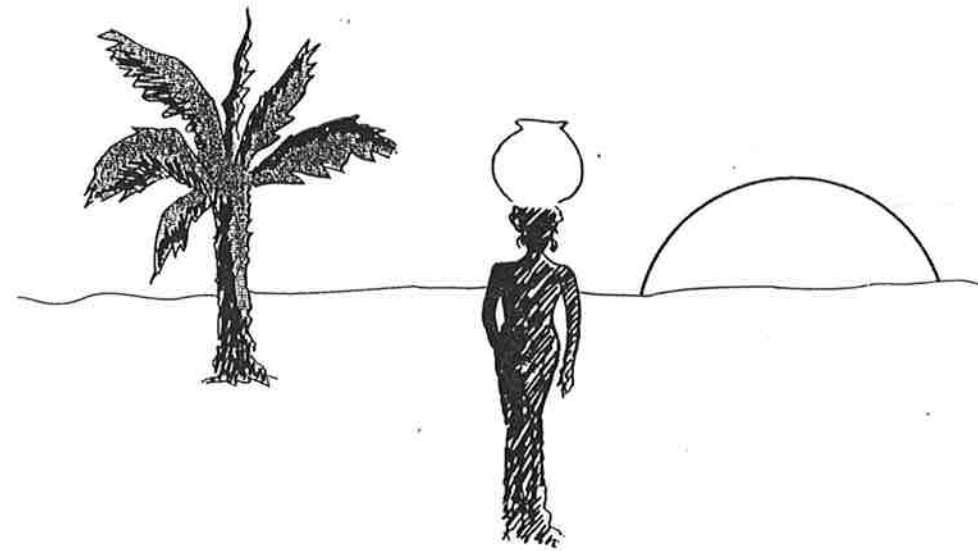




**CUISSON ET SECHAGE
DES ALIMENTS**

**Technologies Energies Renouvelables
adaptées aux besoins des
Pays en Développement**



Technologies Energies Renouvelables

adaptées aux besoins des

Pays en Développement

Cuisson et séchage des aliments

Sommaire

- Besoins de cuisson et de séchage p.1
- Techniques de cuisson p.1
- Foyers améliorés p.2
- Cuisinières solaires p.3
- Illustrations p.4
- Techniques de séchage p.5
- Illustrations p.9
- Ouvrages de référence P.10
- Adresses utiles p.10

teneur en sucre. Ils subissent le même traitement que les légumes à l'exception du blanchiment.

2. Mise en place du séchoir

Il s'agit de sélectionner la personne qui sera responsable du séchoir et de trouver un endroit approprié.

Cela nécessite une animation au niveau villageois pour que les gens comprennent que le séchage solaire engendre un gain de temps mais aussi une plus grande qualité des produits.

3. Entretien

La période propice de séchage se situe entre mai et novembre; il s'agit donc d'entretenir le séchoir pendant et hors des périodes de séchage, notamment le mettre à l'abri des pluies, des enfants ou des voleurs.

4. Notions de cuisine

La cuisson est différente avec des légumes déshydratés (mais conservant une grande partie de leur valeur nutritive grâce au séchage solaire) et nécessite une petite formation sur des recettes de cuisine adaptées.

tion jusqu'à l'apprentissage de la réutilisation des produits déshydratés.

Ce séchoir peut être fabriqué par les forgerons de la région en trois jours et ceux-ci le vendent entre 20 000 et 30 000 FCFA.

Sur une surface d'entreposage de 1.4 m², il a une capacité de séchage de 5 kg de produits en trois jours, permettant un temps d'amortissement très court (1 an-1 an et demi).

Après des problèmes dus à un mauvais entretien des séchoirs la première année, le séchoir coquillage se diffuse dorénavant dans des conditions optimales grâce à l'appui du groupement villageois et des formations assurées aux femmes et aux forgerons. Il est présenté au marché qui se tient tous les trois jours.

Il a même reçu un prix lors d'une foire régionale.

Parallèlement, des séchoirs sont maintenant à disposition de l'école primaire; les enfants s'initient ainsi dès leur plus jeune âge au séchage solaire des produits de leur jardin potager.

production totale. Cette situation est dramatique dans un pays où une partie de la population ne mange pas à sa faim.

Le gouvernement burkinabé a donc décidé de mettre en oeuvre un programme de vulgarisation du séchage solaire des fruits et légumes pour limiter le gaspillage, avec la participation de l'Institut Burkinabé de l'Energie et de la Fédération des Unions de Groupements Naam, avec l'appui d'une Organisation Non Gouvernementale suisse, le Centre Écologique Albert Schweitzer.

Quatre séchoirs bancs ont été installés la première année qui a permis de recenser les différents problèmes. Cette première phase a abouti à la fabrication par les artisans burkinabés d'un modèle plus adapté. Quatre nouveaux séchoirs (1 276 200 FCFA), séchoirs type Atesta, ont ainsi été mis en oeuvre.

Chaque séchoir peut sécher environ 1 200 kg de mangues par mois, soit 4 tonnes par an ce qui donne 200 kg de mangues séchées par mois et 700 kg par an.

Il a une surface d'entreposage de 12 m² et ses dimensions sont de 2,5 m de large sur 6 m de long et 2,35 m de haut.

Diffusion du séchoir banco Atesta au Burkina Faso

Le Burkina Faso est un grand producteur de mangues (100 000 tonnes produites en 1989) qui exporte environ 20% de sa production. Pendant les mois de mai et juin, les marchés sont tout à fait saturés et les pertes sont estimées à environ 30% de la

ILLUSTRATIONS

Diffusion du séchoir coquillage au Burkina Faso

Le séchoir coquillage est un séchoir familial utilisé pour les fruits, les légumes et les céréales. Mis au point par le GERES (France), il a été présenté pour la première fois en 1988 dans la région du Lac de Bam.

Un deuxième voyage en 1989 a permis de consolider sa diffusion. Celle-ci a consisté en la formation de deux animateurs et des forgerons qui sont chargés de la construire et de le commercialiser.

D'un autre côté, une association des femmes (association LAFI) a été constituée assurant leur formation de la mise en place du séchoir, techniques de séchage, préparation, surveillance, conserva-

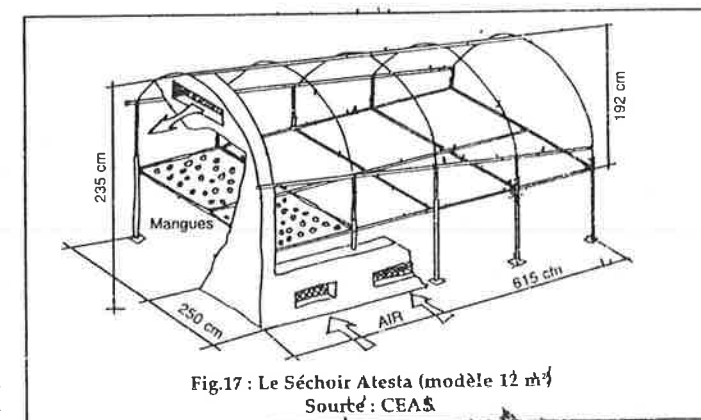


Fig.17 : Le Séchoir Atesta (modèle 12 m²)
Source : CEAS

Le coquillage est posé sur des pieds en tube et il y a 2 crochets pour le maintien de l'ouverture du séchoir.

Le coquillage est peint en noir et une moustiquaire est posée sur le trou d'évacuation d'air.

Applications

Utilisé au Burkina Faso, au Mali, au Niger et au Sénégal, il peut servir, en dehors des périodes de séchage, de garde-manger, de coffre... Il est très robuste ce qui compense ses faibles performances. Pour une surface d'entreposage de 1,4 m², il coûte entre 20 000 et 30 000 FCFA (1991), au Burkina Faso.

2. Séchoirs collectifs

Ce sont des séchoirs destinés aux collectivités ou groupements villageois ou à de gros producteurs.

a) Séchoirs en banco

D'une surface d'entreposage de 18 m², sa charpente est constituée de banco et de bois.

Il est recouvert de film plastique polyéthylène clair et transparent. Les températures moyennes atteintes dans ce séchoir varient de 57 à 69 °C selon les périodes, ce qui lui confère une assez grande vitesse de séchage.

Utilisé pour le séchage des fruits, légumes et céréales, son prix est de 15 000 FCFA (1991) au Burkina Faso.

b) Séchoirs mixtes

Il s'agit de séchoirs semi-industriels utilisés au Togo et construits essentiellement avec des matériaux locaux.

Le séchoir mixte a un système de préchauffage de l'air ambiant. L'absorbant est en gravier peint en noir et une couche de gravier surélevée par rapport au niveau d'entrée d'air assure un stockage partiel de l'énergie et permet une meilleure répartition dans la cabine de séchage.

L'aire de séchage se compose de 32 m² de plateaux en aluminium et permet un séchage en trois jours.

Le coût élevé de ce séchoir le rend rentable pour des produits à forte valeur d'usage : épices, plantes médicinales ou denrées rares.

Son prix est de 25 000 FCFA (1991).

c) Séchoirs à convection forcée

Les séchoirs à convection forcée combinent une vitesse de circulation d'air élevée et une augmentation modérée de la température. La convection d'air est accélérée par l'emploi d'un ventilateur électrique (alimenté par le réseau ou par un générateur photovoltaïque). Ils sont plus onéreux mais permettent un séchage plus rapide. Il en existe plusieurs modèles.

Séchoir solaire à céréales :

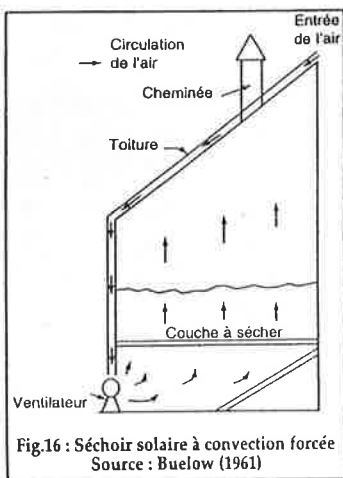
Le toit et la face exposée au soleil sont peints en noir pour améliorer leur capacité d'absorption des rayons solaires et servir de capteurs solaires. Un conduit d'air est aménagé sous le toit. La chaleur absorbée par les surfaces peintes en noir est transmise par conduction à l'air qui se trouve à l'intérieur du conduit, qui se trouve ainsi porté à une température plus élevée. Un ventilateur placé à la base du conduit d'air aspire l'air chaud et le refoule à l'intérieur du séchoir; après avoir traversé la couche de céréales, l'air est évacué à l'extérieur par la cheminée.

Séchoir solaire à fruits

Il s'agit d'un séchoir solaire de type hybride avec un ventilateur électrique pour l'évacuation de l'air chaud du capteur. Il se compose de quatre éléments :

- capteur solaire 6 x 6 m

- brûleur à pierre servant également à brûler les résidus agricoles



- échangeur de chaleur de 30 x 30 x 3 m avec une cheminée de 3 m de haut

- deux chambres de séchage de 2 x 6 m chacune

D'une capacité de 1500 kg, il peut sécher les mangues, les tamarins et les bananes.

Par temps pluvieux, un système auxiliaire de chauffage au GPL et aux résidus agricoles peut être utilisé.

Conditions d'une diffusion réussie

De nombreux modèles de séchoirs solaires de toute taille existent dans les pays du Tiers-Monde. L'expérience conduit à les améliorer d'année en année et à les adapter de mieux en mieux aux besoins des populations. Cette liste n'est donc pas exhaustive mais elle permet de connaître un large éventail des produits existants.

La construction du séchoir par les artisans locaux est une des étapes importantes de la diffusion des séchoirs solaires.

Parallèlement, il s'agit de motiver les populations à l'utilisation de ces séchoirs. Si la construction est laissée aux hommes, l'utilisation en revanche revient aux femmes qui sont traditionnellement chargées du séchage.

Plusieurs étapes :

1. Préparation des aliments à sécher

Tous les produits à sécher doivent être frais.

Le poisson : Les gros poissons doivent être vidés. Le poisson peut être salé avant séchage suivant les habitudes. Le séchage solaire est parfait pour le poisson. Le poisson séché doit être ensuite emballé dans des sacs en plastique.

Les légumes : Les légumes doivent être lavés avant séchage puis triés. Certains légumes doivent être épluchés ou dénoyautés ou blanchis. Ils sont coupés en cubes, tranches, lamelles ou rondelles. Ils sont emballés dans des sacs en plastiques ou des bocaux.

Les fruits : Les fruits séchent plus lentement que les légumes à cause de leur

BESOINS DE CUISSON ET DE SÉCHAGE

La cuisson et la conservation des aliments sont deux besoins liés d'autant plus que les pays en développement sont confrontés à deux crises majeures :

- la déforestation liée à l'utilisation accrue de bois de feu pour cuisiner les aliments,
- la pénurie d'aliments notamment en dehors des périodes de production.

Besoins de cuisson

Dans la plupart des pays du Tiers-Monde, le bois de feu couvre 80 à 95 % de la consommation d'énergie primaire. Mais cette surexploitation de la forêt conduit à une déforestation dramatique qui elle-même engendre la désertification.

De nombreux pays du Sud sont alors confrontés à la "crise du bois de feu". Quatre causes majeures sont à l'origine de cette dernière :

- des périodes de sécheresse prolongée,
- les besoins en terres agricoles et en terrains pour le pâturage du bétail d'une population rurale sans cesse croissante,
- l'absence d'une gestion rationnelle de la forêt,
- l'exode rural et l'expansion des villes fortement consommatrices du bois du milieu rural.

Les effets de la crise sont amplifiés par l'accroissement régulier de la démographie, le peu de rationalisation de l'approvisionnement en bois des villes et l'absence d'une politique appropriée des prix des combustibles (faible valeur du bois sur pied par rapport à celle des énergies importées de substitution, gaz et kérosène)

Pourtant, les besoins de cuisson sont évidemment importants même si la disponibilité réelle de bois de feu est nettement inférieure au niveau de la consommation.

Traditionnellement, les populations utilisent, pour le grillage, la friture, le mijotage ou la cuisson au four, des foyers à bois dont le rendement énergétique est très faible.

La crise du bois de feu rend obligatoire l'utilisation de foyers améliorés, type foyers améliorés à bois ou à charbon de bois d'un rendement plus élevé (et parallèlement, l'amélioration des techniques de carbonisation) ou foyers à gaz ou encore le recours aux cuiseurs solaires dans les régions les plus touchées par la pénurie de bois.

L'utilisation de ces moyens de cuisson permet en effet d'économiser du bois et donc de ralentir la déforestation. De plus, ces foyers peuvent être produits localement et cela contribue alors à l'amélioration des revenus de ceux qui les fabriquent.

Besoins de séchage

Dans les pays du Sud, les produits alimentaires sont conservés par le séchage à l'air libre, posés simplement sur le sol ou sur des nattes. Mais, cette technique répandue dans la plupart des pays en développement pose des problèmes d'hygiène et n'évite pas le pourrissement.

Or, ces pays n'ont pas les moyens financiers de disposer de chaînes de froid ou de conserveries pour le transport et le stockage des aliments. Le problème est d'autant plus crucial que la plupart des denrées alimentaires se caractérisent par une forte saisonnalité.

Le séchage solaire des fruits, légumes, plantes aromatiques et médicinales, viandes, poissons et grains est une méthode qui offre bien des avantages par rapport au séchage traditionnel et qui met en oeuvre des techniques simples.

Ces avantages sont entre autres une hygiène accrue, une meilleure conservation et une plus grande commodité par rapport au séchage à l'air libre.

En évitant le pourrissement des denrées, le séchage solaire contribue à améliorer l'approvisionnement en nourriture dans les sites isolés, notamment en dehors des périodes de production.

C'est de plus une initiative productrice de revenus et d'emplois.

TECHNIQUES DE CUISSON

Notions de base

La mise en oeuvre de nouvelles techniques de cuisson nécessite au préalable de connaître les besoins des ménages par l'étude des ustensiles de cuisine, des habitudes culinaires et des ressources locales de matériaux et de combustibles.

Dans cette optique, la mise en place d'un comité de pilotage (un gestionnaire + un agent de vulgarisation + un artisan producteur expérimenté...) est souvent utile et son rôle doit être clairement défini.

Il s'agit ensuite d'élaborer une liste de questions simples pour aider les utilisateurs potentiels à définir leurs besoins.

Les foyers améliorés ou les cuiseurs solaires doivent être soumis à des tests sur le terrain :

- test d'ébullition d'eau qui simule les étapes habituellement suivies pour la cuisson des repas;
- test de cuisine contrôlée qui sert à comparer le combustible consommé et le temps à cuire un repas sur des foyers différents, à déterminer si un foyer peut effectivement cuire la gamme des repas normalement préparée dans la région, à comparer des pratiques culinaires différentes sur un même foyer;
- estimation quantitative des besoins de combustibles, sur la base d'enquêtes et détermination du combustible utilisé : bois ou charbon de bois.

A ce sujet, il faut parallèlement sensibiliser les ménages au problème du déboisement et le cas échéant, développer des méthodes de carbonisation améliorées pour le charbon de bois.

Il faut étudier les conditions d'une politique de prix encourageant selon les cas l'adoption des nouvelles méthodes de carbonisation et l'utilisation de foyers à charbon améliorés, ou l'adoption de foyers à bois améliorés ou encore l'adoption des cuiseurs solaires.

Il s'agit également :
 - de former des artisans ou les femmes à l'auto-construction des nouveaux matériels par l'organisation de sessions de formation.
 - ainsi que de les former à la commercialisation des nouveaux matériels, tout en organisant des opérations de promotion sur les points de vente.

Foyers améliorés à bois ou à charbon de bois

1. Foyers en banco 3 Pierres améliorées

a) Description

C'est un foyer proche du foyer traditionnel construit à partir de trois pierres.
 Il s'agit d'une dalle en banco (3 volumes de banco, 1 volume de paille, 1 volume de bouse de vache ou de crottin d'âne) sur laquelle on enfonce trois pierres en triangle.
 On pose la marmite dessus puis on construit un mur en banco autour de la marmite en aménageant un espace entre marmite et mur. On trace ensuite une porte à la base du mur pour pouvoir placer le combustible.



Fig.1 : Foyer 3 pierres amélioré
Source : J.P. JOREZ

b) Avantages

Le fait de construire le mur autour de la marmite permet de récupérer le maximum de chaleur, de répartir la chaleur sur toute la surface de la marmite et de protéger le feu contre le vent.
 Cela permet également d'économiser

de 30 à 40 % de bois, de gagner du temps sur la préparation des repas et de protéger ses enfants des brûlures et sa maison des incendies.
 Ce foyer est bien adapté au milieu rural dans la mesure où il est facilement constructible à l'aide de matériaux locaux, où il est d'un entretien facile et d'une bonne durabilité.

c) Application

Des foyers "3 pierres" en banco sont diffusés au Burkina Faso grâce à la méthode de l'auto-construction qui consiste à former dans un village un noyau de femmes qui en formera d'autres.

2. Foyers améliorés métalliques

a) Description

Fabriqué à l'aide d'un marteau, d'un burin et d'une enclume, il est fait de tôle de récupération provenant de carcasses, de véhicules ou de vieux fûts de pétrole. L'assemblage des différentes parties du foyer peut être réalisé par pliage ou rivetage. Il en existe plusieurs types, suivant les pays et selon le combustible utilisé : bois ou charbon de bois.

b) Applications

le cylindre à bois pour marmites sphériques ou cylindriques

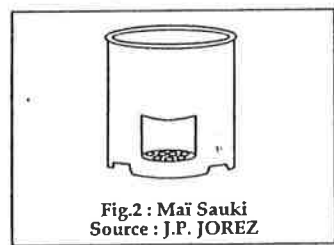


Fig.2 : Maï Sauki
Source : J.P. JOREZ

Exemple : Foyer Maï Sauki au Niger. Environ 60 000 foyers Maï Sauki ont été vendus entre 1985 et 1987, dans le cadre d'un projet financé conjointement par la GTZ et le PNUD/Banque Mondiale et qui visait la production de foyers améliorés par les artisans, leur commercialisation et la sensibilisation des populations.
 Le foyer métallique à bois présente une économie de combustible de 30/40%.
 Le Maï Sauki représente une consommation de 0,4 kg/pers./jour de bois alors que le foyer traditionnel consomme 0,84 kg/pers./jour.

Le rond à charbon de bois pour marmites cylindriques



Fig.3 : Sakkanal mono
Source : J.P. JOREZ

Exemple : Foyer Sakkanal au Sénégal. Développé sous deux formes, le foyer Sakkanal peut être monomarmite mais il existe également un modèle multimarmite qui permet l'utilisation de différentes tailles de marmites sans variation significative de la performance du foyer (foyer conique à charbon de bois).

Le foyer à charbon de bois monomarmite présente une économie de 40% de combustible et de 30% de temps par rapport au foyer traditionnel. Quant au modèle multimarmite, il représente 35% d'économie de combustible et 20% d'économie de temps. Il est plus performant que le foyer 3 pierres en banco et plus solide également, mais il est plus cher.

3. Foyers améliorés céramiques

a) Description

Le foyer amélioré céramique est un foyer en terre cuite fabriqué à partir d'un mélange à base d'argile et réalisé généralement par des potiers et potières professionnels. Il est confectionné à partir d'un moule interne en terre cuite, puis assemblé sur un tour. Après séchage à l'air libre, il est cuit dans un four.

b) Applications

Foyer FILLI au Tchad

Fabriqué par des potières depuis des décennies, ces dernières commencent à le commercialiser.
 Ce foyer présente une économie de 35% de bois par rapport au foyer traditionnel.

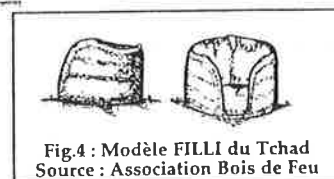


Fig.4 : Modèle FILLI du Tchad
Source : Association Bois de Feu

convection naturelle, passe à travers les claies puis s'échappe par les orifices de la partie supérieure, alors que de l'air frais pénètre par les trous du plancher.

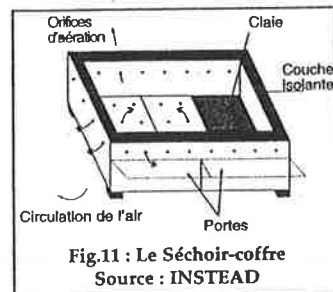


Fig.11 : Le Séchoir-coffre
Source : INSTEAD

Construction

La longueur du coffre doit être trois fois égale à sa largeur pour réduire au maximum l'ombre que pourraient projeter les parois latérales. La pente doit être suffisante pour permettre à l'eau de s'écouler pendant les périodes de pluie. Le séchoir peut être en bois, en naltage ou en vannerie, ou en métal. L'isolant peut être de la sciure, de la bagasse, de la fibre de noix de coco, de l'herbe ou des feuilles sèches et la couche d'isolant doit faire 50 mm.

Applications

Les températures de séchage en séchoir-coffre pour les fruits et les légumes sont de l'ordre de 60 à 80 °C. Il est recommandé dans les régions où l'humidité est trop élevée.
 Ce séchoir a l'avantage de mieux préserver la teneur en vitamine des fruits si l'on prend soin de le recouvrir d'un matériau opaque.

b) Séchoirs-tentes

Description

Le séchoir-tente se compose d'une armature rigide recouverte de feuilles de plastique translucide aux deux extrémités de la tente et sur la paroi exposée au soleil et de feuilles de plastique opaque sur la paroi qui est à l'ombre (celle-ci peut être enroulée pour régler la température intérieure et la circulation de l'air) et sur le sol à l'intérieur de la tente.

Applications

Le séchoir tente a été conçu initiale-

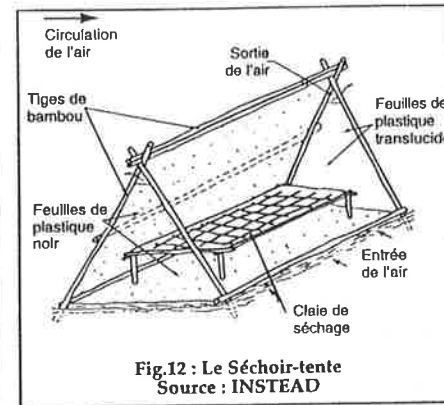


Fig.12 : Le Séchoir-tente
Source : INSTEAD

ment pour le séchage du poisson, pour lequel il est plus rapide que le séchage au soleil (3 jours au lieu de 5). De plus, il minimise l'infestation du poisson par les insectes.
 Il peut également être utilisé pour le séchage des légumes en veillant à ne pas faire sécher des légumes au goût prononcé avec des légumes plus fades.

c) Séchoirs à cheminée

Description

Il comprend deux unités séparées : le capteur et la chambre de séchage. Le capteur (châssis incliné) est recouvert de plastique translucide. Il réchauffe l'air ambiant qui est ensuite amené à la base de la chambre de séchage. Le plancher est recouvert de plastique opaque comme la face arrière-

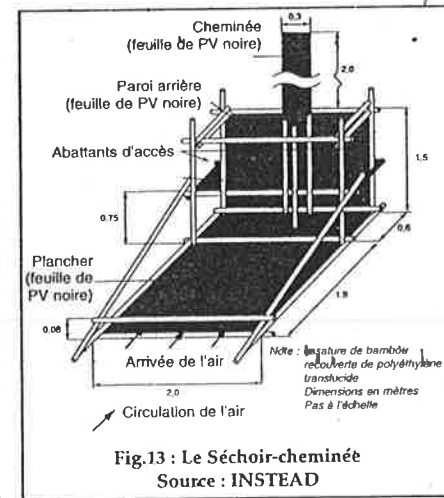


Fig.13 : Le Séchoir-cheminée
Source : INSTEAD

re de la chambre de séchage et les côtés du séchoir. Au sommet de la chambre de séchage est placée une cheminée à l'intérieur de laquelle l'air s'échauffe, s'élève et entraîne l'air du capteur à travers la chambre de séchage.

Applications

Il est particulièrement bien adapté au séchage du riz, celui-ci devant être séché à une température de 45-55°C, à vitesse constante. Du fait de la circulation d'air accrue, ce type de

séchoir permet de sécher en 3 ou 4 jours des couches de paddy de 10 à 15 cm d'épaisseur.

d) Séchoirs en forme de coquillages

Description



Fig.14 : Le Séchoir-Coquillage
Source : GERES

Composé de 2 coquilles en tôle de 1 m de diamètre, percées de 180 trous de 1,5 cm de diamètre et garnie de 2 poignées pour soulever le séchoir. La coquille

supérieure comportant un orifice d'évacuation de l'air de 15 cm de diamètre est garnie d'une poignée pour soulever le couvercle. Une virole en tôle, soudée à la coquille inférieure est faite de 3 bandes de tôle percées et reliées par des rivets et son diamètre est de 2 cm inférieur à celui de la coquille. Elle est garnie d'ergots supports de claies en haut et en bas pour pouvoir poser deux claies. Les claies d'un diamètre inférieur de 2 cm à celui de la virole sont en grillage et garnies de poignées et une claie de finition de 50 cm de diamètre se pose dans la coquille inférieure.

- améliore la commercialisation
- réduit le pourrissement
- améliore les conditions de transport
- améliore l'hygiène du séchage
- améliore la conservation
- réduit les fluctuations de la valeur nutritive

quand l'air passe d'abord à travers un capteur solaire où il se réchauffe avant de pénétrer dans la chambre de séchage. Les séchoirs avec capteur solaire et chambre de séchage séparés sont plus performants mais plus complexes.

Méthodes et matériaux de construction

1. Dimensionner le séchoir solaire

- en fonction de la quantité de produits à sécher.
- En pratique, une surface de 1 m² pourra recevoir environ 10 kg de produits frais.
- en fonction des dimensions des matériaux disponibles sur le marché
- Il s'agit d'utiliser, dans la mesure du possible, les matériaux disponibles localement.

2. Choisir les matériaux

Pour l'ossature en bois, ce sera du bois brut ou du bois débité selon les disponibilités locales et les facteurs écologiques. Les feuilles de plastique seront en polyéthylène ordinaire (qui dure une saison) ou en plastique de meilleure qualité ou encore en verre selon les disponibilités financières.

3. Définir les critères techniques

- capacité du séchoir,
- importance du lot à sécher,
- durées de séchage,
- teneur en eau initiale du produit et teneur en eau résiduelle souhaitée,
- température maximale de séchage, effet du rayonnement solaire sur le produit,
- intensité de l'insolation et sa durée, température et humidité de l'air, vitesse du vent,
- disponibilité d'énergie électrique si l'on souhaite s'équiper de convection forcée,
- qualité, durabilité et prix des matériaux,
- main d'oeuvre disponible,
- alimentation du site en eau potable pour la préparation du produit avant séchage.

4. Définir les critères socio-économiques

- investissement à consentir pour la construction du séchoir,
- prix du produit à sécher et prix de

vente probable une fois séché,

- propriétaire du séchoir,
- responsable(s) du fonctionnement et de l'entretien du séchoir,
- chargé(s) de la construction du séchoir,
- possibilité d'obtention de fonds des autorités ou d'organismes internationaux.

Ces différents critères définissent le type de séchoir solaire qu'il sera possible de construire, selon les matériaux disponibles, les possibilités financières, la qualification de la main-d'oeuvre, etc.

En conclusion, le séchoir solaire est utile quand il peut remplacer les méthodes conventionnelles en raison des économies de combustibles que cela entraîne, quand il y a un bon ensoleillement mais une humidité relative, quand la qualité des produits séchés s'en trouve améliorée. Au contraire, il n'a pas d'utilité dans les cas où les sources d'énergies conventionnelles sont abondantes, quand l'ensoleillement n'est pas suffisant, quand le personnel local n'a pas été suffisamment formé et quand cela n'améliore pas la qualité des produits séchés par rapport à un séchage au soleil.

Catégories de Séchoirs solaires

1. Séchoirs individuels ou familiaux

a) Séchoirs-coffres

Description

Coffre rectangulaire isolé, recouvert de verre ou d'une feuille de plastique translucide.

Des trous d'aération sont ménagés dans le plancher, la partie supérieure et la partie arrière du coffre. L'intérieur est noirci pour absorber le rayonnement solaire. Des claies perforées sont placées à l'intérieur du coffre et l'accès aux claies se fait par des portes aménagées dans la partie inférieure de la paroi arrière.

Fonctionnement

Les rayons solaires traversent la paroi translucide et sont absorbés par les surfaces intérieures noircies qui réchauffent à leur tour l'air à l'intérieur du coffre. L'air chaud s'élève par

Foyer Tulipe au Burkina Faso

Fabriqué à partir du modèle d'un potier burkinabé, il représente 30/40% d'économie de bois par rapport au foyer traditionnel. Des études ont montré qu'il consommait 0,51kg /pers./jour contre 0,76kg/pers./jour pour le foyer traditionnel au Burkina Faso.

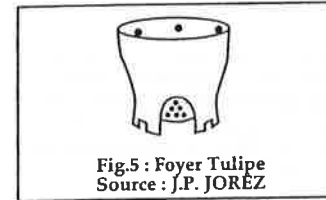


Fig.5 : Foyer Tulipe
Source : J.P. JOREZ

Foyers à gaz

Certains pays du Sud, notamment les pays du Sahel, se sont lancés dans une politique de butanisation pour remplacer le bois et le charbon de bois, devenus rares et chers. Cela s'est traduit par des détaxes à l'importation pour le gaz.

1. Le Blip

Ainsi Camping Gaz International a mis au point un produit simple et peu coûteux, le Blip, qui a commencé à pénétrer le marché sénégalais en 1974, au moment du lancement du programme de butanisation (programme financé par le Fonds Européen de Développement, FED, dont l'objectif est de parvenir à une homogénéisation des prix du gaz dans les pays du Sahel).

Il s'agit d'un réchaud constitué d'une petite bonbonne de GPL de 2,75 kg, d'un trépied calant le réservoir et l'isolant du sol, d'une grille permettant de poser la marmite, d'une vasque assurant la protection contre le vent en cas d'utilisation en plein air et d'un brûleur. Le Blip est aujourd'hui fabriqué sur place par des sociétés locales. On trouve maintenant ce produit aux îles du Cap Vert, en Haïti, aux Philippines, au Pakistan et en Indonésie.

2. Le Nopalé

Sengaz, la filiale de Total spécialisée dans le gaz au Sénégal, a développé une bouteille-réchaud Nopalé constituée d'une bouteille de GPL de 6 kg, équipée d'une boîte à clapet, d'un socle et d'un brûleur vissé directement sur la bouteille.

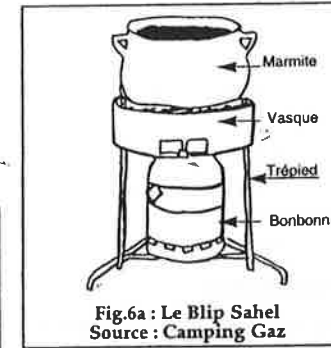


Fig.6a : Le Blip Sahel
Source : Camping Gaz

Le socle est fabriqué par des entreprises locales et les bouteilles sont importées du Nigéria et du Cameroun. Le Nopalé est commercialisé au Sénégal au prix de 10 000 FCFA (1990) et au Mali, sous le nom de Guateli, au prix de 16 000 FCFA (1990).

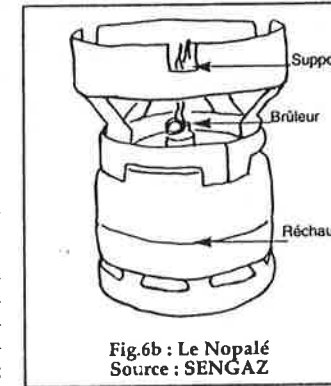


Fig.6b : Le Nopalé
Source : SENGAZ

Cuisinières solaires

La production de chaleur d'un cuisinier solaire est déterminée par le taux d'irradiation solaire (jusqu'à 1000 W/m²), la surface de captation du cuisinier (entre 0,25 et 2 m²) et par son rendement thermique (entre 20 et 50 %).

1. Cuisiniers solaires type valise

a) Description

La valise solaire est une boîte de métal noir (le meilleur matériau est l'aluminium) bien isolée (avec de la laine de verre) dans laquelle on place les marmites contenant la nourriture.

Le couvercle de la boîte est une vitre qui laisse entrer les radiations solaires

Un deuxième couvercle qui est un miroir (ou une feuille de plastique ou même des feuilles de paquet de cigarettes) peut être incliné pour intensifier les radiations solaires quand il est ouvert et garder la chaleur quand il est fermé.

b) Avantages

Ils utilisent le rayonnement direct et diffus, font office de four, sont légers et transportables, maintiennent la nourriture chaude jusqu'au soir, sont faciles à construire, sont les moins chers des cuisiniers solaires.

c) Inconvénients

Ils ne permettent pas de frire; le temps de cuisson est assez long, on ne peut pas accéder à la nourriture pendant la cuisson car le fait d'ouvrir le couvercle fait immédiatement baisser la température.

2. Cuisiniers réflecteurs

a) Description

Ils se composent de réflecteurs paraboliques et d'un système permettant de maintenir la marmite contenant les aliments au point focal du cuisinier.

b) Avantages

Les températures de cuisson sont élevées, les temps de cuisson sont assez courts, certaines versions font également office de four.

c) Inconvénients

Ils n'utilisent que le rayonnement direct, l'orientation doit donc être modifiée tous les quarts d'heure, peu efficaces par temps nuageux, dangers de brûlures, ne conservent pas la chaleur jusqu'au soir.

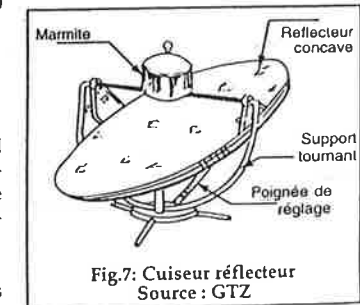


Fig.7: Cuisinier réflecteur
Source : GTZ

3. Cuisseurs à accumulation de chaleur

a) Description

Ils collectent la chaleur du soleil pendant la journée et la conservent jusqu'au soir et même jusqu'au lendemain matin. Ils se présentent comme une boîte sur laquelle est adossé un collecteur de chaleur.

Ce dernier est relié à la boîte par un conducteur de chaleur et la chaleur est conservée dans la boîte grâce à la réserve d'eau ou d'huile.

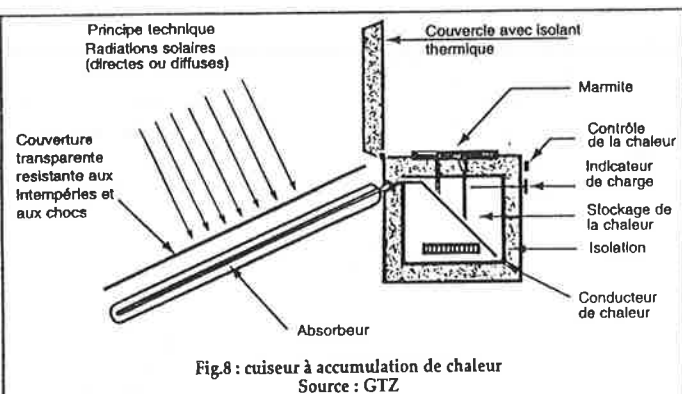
Le collecteur produit de la vapeur qui s'élève jusqu'à une boîte de cuisson et chauffe le fond et les cotés de la marmite.

b) Avantages

Le panneau solaire étant séparé du four, on peut cuisiner à l'intérieur ou à l'ombre et la nourriture est facilement accessible.

c) Inconvénients

Températures limitées de cuisson et mauvaise transmission de la chaleur.



b) Avantages

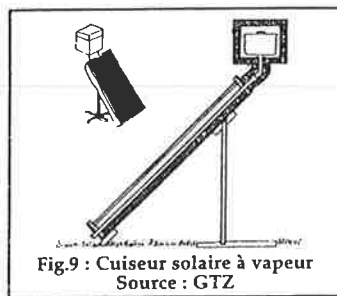
Le fait de conserver la chaleur jusqu'au lendemain matin correspond aux habitudes culinaires des pays en développement où les deux repas principaux sont ceux du soir et du matin. La nourriture est facilement accessible. Les températures de cuisson sont élevées.

c) Inconvénients

Leur prix élevé, leur poids et le fait qu'ils ne soient pas transportables.

4. Cuisseurs solaires à vapeur

a) Description



Applications

De nombreux programmes ont été développés en Inde, en Chine, au Pakistan, etc., notamment par la GTZ mais ce sont de relatifs succès dans la mesure où les cuisseurs solaires apparaissent mal adaptés aux habitudes culinaires; mis à part le cuisseur à accumulation de chaleur, ils ne permettent de faire la cuisine que dans la journée, or les repas sont souvent pris matin et soir.

Cependant, le cuisseur solaire est bien adapté au mijotage et au réchauffage des aliments.

Enfin, les cuisseurs solaires sont bien acceptés dans les régions où le bois est rare et cher, et quand ils sont subventionnés car leur prix est élevé.



ILLUSTRATIONS

Commercialisation des foyers améliorés au Rwanda

Il s'agit d'un projet exécuté dans le cadre du programme ESMAP (Energy Sector Management Assistance Programme) entre octobre 1987 et 1990 avec un financement conjoint du gouvernement hollandais et des Nations Unies.

1. Contexte

Utilisés surtout pour la cuisson, le bois de feu, le charbon de bois et les résidus agricoles fournissent plus de 90% de l'énergie consommée au Rwanda. Le niveau de demande durable de bois-énergie était d'après une étude ESMAP de 1989, de 16% inférieur à la demande en 1987.

L'objectif du projet est de contribuer à réduire la consommation de bois de feu et par conséquent le déboisement, grâce à la mise au point de foyers performants et de méthodes plus rentables pour la production du charbon de bois.

Le projet comporte deux volets :

- Foyers améliorés à charbon de bois
- Sélection du foyer amélioré convenant le plus aux ménages, formation d'artisans-producteurs pour la fabrication du foyer amélioré, identification des caractéristiques du foyer nécessaires à la campagne de commercialisation.
- Techniques de carbonisation améliorées
- Identification des acteurs et des pratiques dans le cycle de production du charbon, préparation d'un programme de sensibilisation pour promouvoir le boisement et l'utilisation de méthodes de production plus rentables.

2. Résultats

a) Volet Foyers améliorés

20 000 foyers améliorés ont été vendus depuis le début du projet. Bien que la majoration de l'investissement ait été de plus de 100%, les délais d'amortissement pour les ménages étaient de moins d'un mois. Pour les artisans, la marge bénéficiaire est plus élevée qu'avec les foyers traditionnels. La

consommation moyenne de charbon de bois par ménage a baissé de 35%, soit 330 grammes/pers./jour contre 510 grammes/pers./jour.

Concrètement, plusieurs modèles de foyers ont été proposés aux ménages d'après l'étude de leurs pratiques culinaires : cuisine peu diversifiée qui consiste en haricots secs et féculents. Les repas sont pris le midi et le soir. Ils sont réchauffés, en moyenne, 5 fois/semaine, l'eau est réchauffée 1 fois/semaine, ainsi que la bière de banane. C'est le "Kigali-Haut", foyer monomarmite métallique, qui a été choisi après enquête auprès des ménages. Il est proposé en plusieurs tailles et il leur permet d'économiser près de deux sacs de charbon par mois.

La quantité totale de charbon de bois économisée a été de 4422 tonnes en 1990. Les économies de bois atteignent 55 276 tonnes pour 1990. Le projet qui n'a coûté que 322 000 \$ sur deux ans et demi a entraîné une économie d'argent pour 1990, de 0,9 million \$.

b) Volet Technique de carbonisation améliorée

260 charbonniers traditionnels ont été formés aux nouvelles méthodes de production entre 1987 et 1990 et 60% d'entre eux continuent de les utiliser. Une politique de prix a été élaborée qui repose sur le principe selon lequel la valeur du bois dépend de la nature de son produit fini, de l'essence consommée pour l'acheminer à son point de vente et du marché principal du produit fini. Parallèlement, une politique de taxation visant à favoriser l'utilisation de techniques de carbonisation efficaces a été proposée pour le charbon de bois : une taxe élevée pour un sac acheté à un producteur traditionnel (25%) et une taxe modérée pour un sac acheté à un producteur utilisant les méthodes améliorées (12%). Enfin, les méthodes améliorées doublent le rendement des charbonniers et la qualité du charbon de bois est supérieure.

Cuisseurs - Valises au Pakistan

Une Organisation Non Gouvernementale assure la diffusion de cuisseurs solaires, dans un camp de réfugiés, au Pakistan, depuis 1984.

1. Contexte

Plus de 3 millions de personnes ont quitté l'Afghanistan depuis 1979 pour venir se réfugier de l'autre côté de la frontière, au Pakistan.

Leur principal besoin en énergie concerne le combustible nécessaire à la cuisson mais la situation du bois de feu est critique au Pakistan : 60 000 hectares de forêts disparaissent chaque année.

Pour tenter de remédier à cette situation, l'ONG SERVE (Serving Emergency Relief and Vocational Enterprises) a lancé un projet de diffusion d'un cuisseur-valise.

2. Description

Caisse avec poignées dont les parois et le fond sont doublés par un isolant de 5 cm :

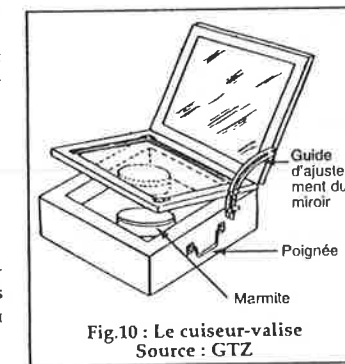
- La face supérieure est une fenêtre à double vitrage de 45 x 90 cm qui capte les rayons solaires et qui est inclinée à 18° par rapport au plan horizontal, pour optimiser la pénétration des rayons du soleil; de plus, un grand miroir plan renvoie un supplément d'énergie à l'intérieur du cuisseur.

- L'enceinte isolée peut contenir 4 récipients en métal noir d'une capacité de 1,5 litres chacun (correspondent à la préparation d'un repas d'une famille de 7 personnes).

- Les températures maximales obtenues à l'intérieur de l'appareil varient entre 140°C en hiver et 175°C en été.

- L'appareil permet la cuisson du repas principal en 2 heures environ et l'après-midi un autre repas peut se cuire en 3 heures.

3. Stratégie de diffusion et résultats



Un groupe de démonstrateurs, parmi les réfugiés, propose aux chefs de famille d'acheter le cuisseur au prix de 15 \$. Le cuisseur fabriqué en série revient à 50 \$ mais la différence a été comblée par diverses subventions. Les prix proposés représentent un mois de bois, le cuisseur est donc amorti en un mois environ.

La cuisinière est ensuite initiée au fonctionnement du cuisseur par une démonstratrice.

La maintenance est assurée par un groupe de réfugiés qui a été entraîné à l'entretien des cuisseurs, ce qui a engendré pour eux une source supplémentaire de revenus.

En 5 ans, plus de 4 000 cuisseurs ont été mis en service et l'économie de bois de feu atteint actuellement 200 tonnes par an.

TECHNIQUES DE SÉCHAGE SOLAIRE

Notions de base

La conservation des aliments par le séchage est une des techniques de transformation alimentaire les plus anciennes.

Le séchage au soleil consiste à étaler les aliments en plein air sur une surface plane. Mais dans les climats humides ou pluvieux, la diminution du taux d'humidité est irrégulière et intermittente. Les risques de pertes augmentent et la qualité du produit s'en trouve altérée. Certains aliments sont alors trop secs alors que d'autres ont une trop forte teneur en eau. Les risques de contamination par la poussière et l'infestation par les insectes sont élevés.

Le séchage solaire présente des avantages par rapport au séchage au soleil :

Séchage des Grains :

- améliore la qualité du produit
- améliore la conservation
- réduit le temps et l'espace nécessaires
- améliore la commercialisation
- débarrasse plus rapidement les champs
- facilite la récolte et le stockage en hivernage
- améliore l'hygiène du séchage

Séchage des Fruits, légumes, poissons :

- réduit le caractère saisonnier du produit