



Photo J. Doat.

*Cuisson de l'huile de palme dans des marmites 3 pieds — Région des Niayes (Sénégal).*

# LES FOYERS AMÉLIORÉS UNE SOLUTION POSSIBLE POUR ATTÉNUER LA PÉNURIE EN BOIS DE FEU DANS LES PAYS DU TIERS MONDE

par Jacqueline DOAT

*Division Cellulose Energie Chimie  
du C.T.F.T.*

## SUMMARY

### IMPROVED FIREPLACES : A POSSIBLE MEANS OF MITIGATING THE SHORTAGE OF FIREWOOD IN THIRD WORLD COUNTRIES

*Since the firewood crisis is becoming increasingly acute in developing countries which do not have substantial forestry resources, solutions must be found rapidly. One of them could be the provision and use of improved fireplaces enabling housewives to save some of the wood used for the day-to-day cooking of food.*

*This article attempts to sum up work done in this field by different institutes and organizations, and trials carried out in situ. Diagrams of some twenty typical fireplaces among those proposed and tried out in the tropics are given. Yields recorded with these fireplaces are indicated; though the figures obtained are in many cases not easily comparable, it appears that the use of improved cookers in place of the traditional « 3-stone » hearths allows of an energy saving equivalent to between 20 % and 40 % of the wood burned.*

## RESUMEN

### HOGARES MEJORADOS PARA EL CONSUMO DE LEÑA

Una solución posible para atenuar la penuria de leña en los países del tercer mundo

*Al ser cada día más aguda la crisis de leña en los países en desarrollo que no disponen de recursos forestales importantes, es preciso encontrar una solución rápida para este problema. Una de estas soluciones podría consistir en la difusión de hogares mejorados para el consumo de leña que permitan conseguir ahorros de una parte de la leña que se utiliza para la preparación diaria de los alimentos humanos.*

*Se intenta, en este artículo, proceder a la síntesis de los trabajos efectuados en este sector por parte de distintos institutos y organismos, así como pruebas diversas en la práctica. Se dan precisiones acerca de los esquemas de unos veinte hogares tipo, que figuran entre aquellos que se han propuesto y sometido a prueba en el mundo tropical. Los rendimientos registrados por medio de estos hornos son debidamente precisados, y ello a pesar de que las cifras obtenidas resulten con frecuencia difícilmente comparables. No obstante, parece que la utilización de cocinas de tipo mejorado, en sustitución de los hogares tradicionales de « 3 piedras », permite obtener una ganancia energética que se sitúa entre un 20 y un 40 % de la leña consumida.*

## SITUATION DU PROBLÈME

Le bois ne représente que 5,4 % de l'énergie globale consommée dans le monde mais il constitue pour les 2/3 de l'humanité la ressource énergétique domestique principale sinon quasi exclusive. L'emploi du bois est donc très inégalement réparti sur l'ensemble de la planète. Ainsi, dans les pays industrialisés, à l'exception de quelques cas particuliers (zones de montagnes, contrées boisées de l'Europe du Nord et de l'Est ou du Canada), l'utilisation du bois est devenue très limitée (0,7 % de l'énergie totale consommée).

A l'inverse, dans les pays en voie de développement, le bois demeure (avec les excréments animaux et les déchets végétaux) la seule ressource énergétique disponible pour les populations rurales et souvent la seule ressource financièrement accessible pour les populations urbaines pauvres. La part du bois dans l'énergie des pays en voie de développement est en moyenne de 20 à 21 %, elle correspond à 60 % de l'énergie utilisée en Afrique, 17 % en Asie, 18 % en Amérique latine et jusqu'à 90-95 % dans certains pays (Népal, pays du Sahel). Le tableau A résume cette répartition et donne quelques exemples pour des pays développés ou en voie de développement.

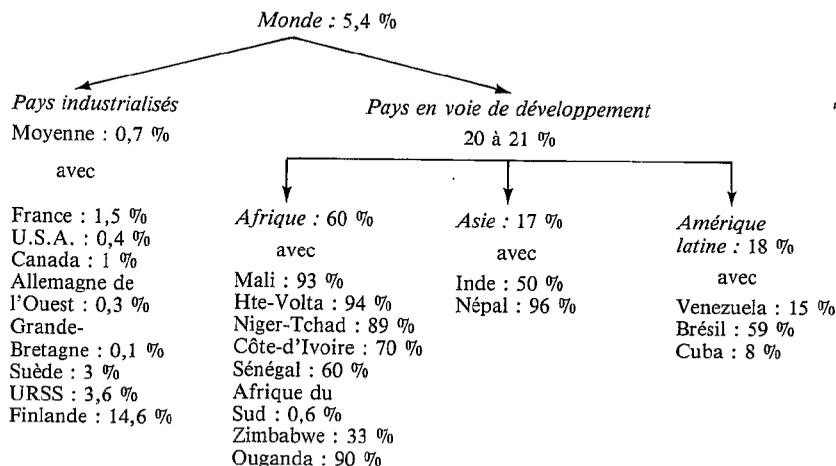
Jusqu'à une époque relativement récente, il existait un équilibre entre les ressources disponibles et les prélè-

vements effectués par les populations. Mais peu à peu, en de nombreux points du monde, l'accroissement et la concentration de population ont conduit à une destruction de plus en plus importante de la végétation ligneuse naturelle (défrichements agricoles, surpâturage, feux et prélèvements bois de feu) et à une rupture de cet équilibre.

Il a cependant fallu qu'apparaissent des situations de *pénurie* pour que ce phénomène soit pris en considération par les non-spécialistes bien que de nombreux forestiers dans le monde aient, bien avant les journalistes, lancé des cris d'alarme malheureusement non écoutés.

La raréfaction du bois autour de certains centres urbains implantés dans des régions à faible potentiel initial de ressources ligneuses (Afrique Sahélienne, Plaines indo-pakistanaïses, Côte pacifique d'Amérique du Sud) et celle constatée dans certains pays ou régions à très forte concentration humaine (et souvent niveau élevé de consommation en bois) telles les zones de montagnes : Altiplano andin, Ethiopie centrale, Turquie orientale, Népal a en effet mis en évidence des cas de pénurie entraînant des mesures d'autorotationnement de la part des populations. Peu à peu au cours des dix der-

TABLEAU A  
PART DU BOIS DANS LA CONSOMMATION ÉNERGÉTIQUE GLOBALE



nières années les forestiers et les écologistes réussirent à alerter la communauté internationale et à faire prendre conscience à l'humanité de la gravité de ce que certains ont appelé « la deuxième crise énergétique mondiale ». Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE) et les agences internationales UNESCO et FAO ont alors mis en œuvre des études visant à apprécier l'importance réelle de cette crise énergétique.

A la conférence de Nairobi sur l'Énergie réunie en août 1981, la FAO a présenté les premières conclusions d'une étude sur l'importance quantitative de ce problème et les prévisions pour l'an 2000.

Quatre types de situations furent identifiés (la situation en Chine n'étant pas analysée) :

— Des zones de pénurie, touchant 100 millions d'hommes, où l'on manque de bois pour cuire deux repas par jour et où il est difficile sinon impossible de se chauffer durant les nuits froides. En l'an 2000, environ 160 millions d'êtres humains vivront dans ces zones.

— Des zones de crise, touchant un milliard d'individus, dans lesquelles le prélèvement en bois est supérieur à la production naturelle des forêts d'où une surexploitation de la ressource qui entraînera dans peu de temps une pénurie. En l'an 2000, cette population atteindra 1,6 milliard d'habitants et de nouveaux points de pénurie apparaîtront.

— Des zones actuellement équilibrées où vivent 250 millions d'hommes où la productivité est théoriquement égale ou supérieure au prélèvement mais dans lesquelles existe un risque de déséquilibre pour l'an 2000 (400 millions d'habitants prévus).

— Des zones satisfaisantes disposant d'un potentiel supérieur aux besoins, sans problèmes actuels et futurs.

Si rien n'est fait pour modifier les tendances constatées, plus de 2 milliards d'êtres humains vivront en l'an 2000 dans un *environnement naturel dégradé* ne leur assurant plus les ressources de matière ligneuse nécessaires pour la cuisson des aliments, le chauffage et l'artisanat industriel et entraînant par ailleurs une destruction des sols arables et une baisse dans le rendement des cultures. Les populations pauvres des centres urbains de nombreux pays en développement connaîtront une très grave pénurie en combustibles.

L'ampleur des mesures à prendre est considérable, l'étude de la FAO ayant montré que le déficit global actuel en bois de feu est de l'ordre de 400 millions de m<sup>3</sup> et pourrait atteindre 900 millions de m<sup>3</sup> en l'an 2000.

D'ores et déjà certaines solutions peuvent être proposées. Ces solutions sont de trois ordres :

— Augmenter les disponibilités en matière première ligneuse (aménagement et exploitation rationnelle des formations naturelles - reboisements).

— Proposer des combustibles de remplacement technologiquement, sociologiquement et financièrement acceptables par les populations, à substituer au bois ou au charbon de bois.

— Réaliser des économies de combustibles au niveau de l'utilisation ménagère par l'emploi de foyers « améliorés ».

Ce dernier point est, en effet, extrêmement important car il peut être atteint, semble-t-il, dans un délai relativement bref et pour un coût modeste (comparé par exemple à celui des reboisements). C'est pourquoi depuis quelques années, de nombreux chercheurs, spécialistes de terrain, sociologues, vulgarisateurs appartenant soit à des organismes officiels, soit à des organismes non gouvernementaux, soit à des groupes humanitaires de volontaires pour la paix, le progrès et le déve-

loppement se sont penchés sur cette question tandis que l'opinion publique commence à être sensibilisée à ces problèmes.

Il a donc semblé intéressant d'essayer de résumer dans un texte de synthèse l'ensemble des techniques proposées et l'état actuel des études de façon à faire le

point dans ce domaine. C'est le but de cet article réalisé à partir de la documentation déjà nombreuse écrite sur le sujet, de divers contacts qui ont pu avoir lieu à l'occasion de réunions ou congrès internationaux et des constatations sur le terrain même rendues possibles par certaines missions dans les pays tropicaux.

## EMPLOI ACTUEL DU BOIS DANS LES PAYS TROPICAUX

On a vu précédemment que la demande en bois de feu était et resterait très importante dans les pays en voie de développement puisqu'en une année un habitant de ces régions consomme de 0,5 à 2 m<sup>3</sup> de matière ligneuse soit 0,8 à 3 kg par jour. Il convient à présent de préciser quel est l'emploi de ce bois et quelles sont les techniques d'utilisation. La demande en bois est, en effet, influencée par de nombreux facteurs d'ordre géographique, climatique ou sociologique. Le bois sert à chauffer les habitations pour les régions situées en altitude ou possédant un climat ayant des saisons marquées ou des nuits froides. Il est également une source d'éclairage pour les veillées traditionnelles. La majeure partie du bois sert cependant pour la cuisson des repas.

Les habitudes alimentaires dépendent des coutumes régionales :

- pour le nombre de repas chauds pris en commun par la totalité de la famille ou au contraire en petit groupe au niveau de chaque femme et de ses enfants,
- pour le nombre de plats dans un repas complet,
- pour la présence ou l'absence de sauce nécessitant une préparation spéciale, etc...

Un fait reste pourtant à peu près constant : la base de la cuisine traditionnelle correspond surtout à des aliments bouillis ou tout au moins cuits longtemps à petit feu. Pour ce faire, les femmes africaines utilisent géné-

ralement, en un ou plusieurs exemplaires selon le nombre de plats, ce que l'on appelle un foyer « trois pierres » constitué de façon rudimentaire par trois cailloux de hauteur à peu près égale entre lesquels le bois à brûler est introduit et sur lesquels une marmite repose en équilibre. Un schéma de ce foyer est donné ci-après (schéma 1).

Une autre technique est également suivie : la ménagère emploie parfois (pour les plats préparés en grande quantité ou par exemple pour extraire et purifier l'huile de palme) un récipient surélevé par 3 pieds métalliques. Ces pieds peuvent être soudés à la marmite ; si ce n'est pas le cas, un trépied peut aussi remplacer les trois pierres (voir schémas suivants 2 et 3).

Toutefois, ce matériel étant plus onéreux que le précédent, c'est le foyer « trois pierres » qui reste le plus répandu. Malheureusement, ce mode de cuisson a un rendement énergétique déplorable. La plus grande partie des calories potentielles du bois est perdue par rayonnement, par les fumées ou à cause du vent et il ne reste comme équivalent calorifique utilisé réellement pour la cuisine qu'à peine 5 % du bois initial. Ces chiffres qui peuvent paraître très faibles, ont été cités à plusieurs reprises par différents organismes et vérifiés par le C.T.F.T. Il suffirait donc d'amener ces rendements à 8-10 % pour que la moitié du bois de feu actuellement brûlé soit ainsi économisée.

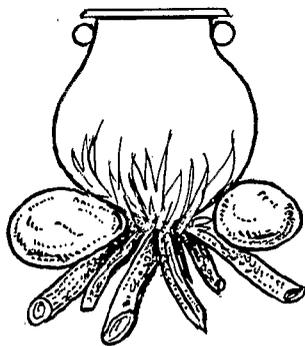


Schéma 1



Schéma 2

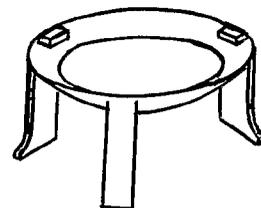


Schéma 3



Photo J. Doat.

*Déchets ligneux utilisés pour la cuisson des aliments — Région des Niayes (Sénégal).*

C'est ce à quoi se sont employés tous ceux qui ont essayé de construire avec les moyens locaux des foyers plus performants visant surtout à diminuer les déperditions de chaleur. Il est difficile d'indiquer les noms de tous les groupements ou individus impliqués dans cette recherche. Les grandes organisations internationales telles la C.E.E., l'O.N.U.D.I., l'O.C.D.E., le P.N.U.D., l'U.S.A.I.D., etc... s'intéressent à ces problèmes et accordent des financements pour la réalisation des travaux. Parmi les groupes bénévoles, on peut citer les volontaires pour le progrès, les peace corps, I.C.V.A. (International council of voluntary agencies), V.I.T.A. (Volunteers in Technical assistance), etc... Différentes associations ont été créées, par exemple : le Club du Sahel (C.I.L.S.S.), l'Arbre au Sahel, l'Association Bois de Feu, l'Association Internationale de Développement

Rural, la Fondation Bellerive à Genève entre autres, tandis que des Centres, Instituts ou Universités effectuent dans ce domaine des études de laboratoire ou des expérimentations sur le terrain tels :

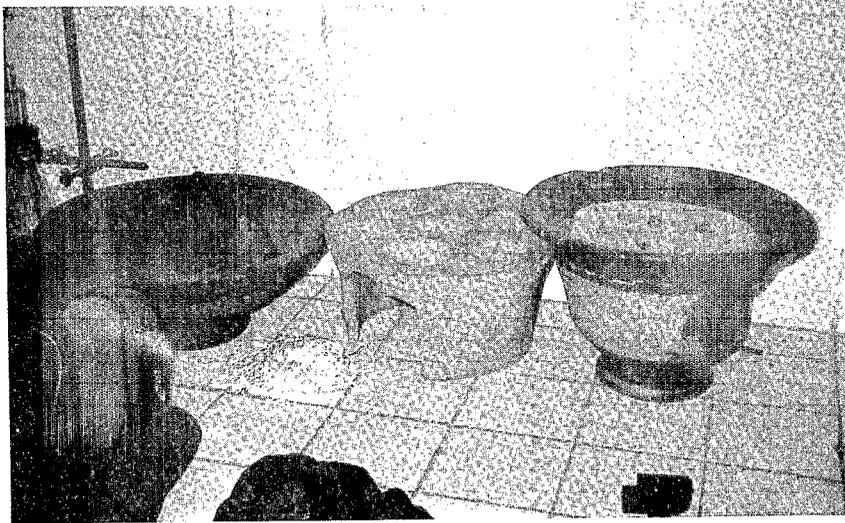
- Katholieke Universiteit Leuven.
- T.H.E. (Technisch Hogeschool à Eindhoven).
- I.T.D.G. (Intermediate Technology Development Group) à Londres.
- G.R.E.T. (Groupe de recherche et d'échanges technologiques) à Paris.
- C.E.R.E.R. à Dakar (Centre d'Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables).
- C.I.R.E.D. à Paris (Centre International de Recherche sur l'Environnement et le Développement).
- G.E.R.E.S. (Université de Provence à Marseille).

## DIFFÉRENTS TYPES DE FOYERS AMÉLIORÉS

### PRINCIPE DES FOYERS AMÉLIORÉS

Chaque constructeur peut proposer un modèle original de foyer amélioré mais les principes généraux de la

construction peuvent toutefois se résumer en quelques points :



*Foyers en poterie, modèles traditionnels au Mali — Laboratoire de machinisme agricole — Samarka, Mali 1982.*

Photo Bertrand.

— Il faut réaliser un foyer fermé (sur 3 côtés au moins) pour éviter les pertes dues aux vents, fumées, etc... qui ont été signalées plus haut.

— Le récipient de cuisson doit être enfoncé dans le four afin de récupérer le maximum de chaleur. Il doit être bien adapté au four et bien juxter au trou.

— Plus le nombre de trous est important (\*), meilleurs seront les rendements théoriques puisqu'avec une même quantité de bois, plusieurs plats seront cuisinés simultanément.

— La construction doit être aisée et faire appel à des matériaux locaux peu onéreux mais permettant d'obtenir toutefois une durée de vie du four suffisante.

A côté de ces constantes, d'autres considérations, dépendant des habitudes des utilisateurs éventuels, peuvent influencer sur la forme du four :

— dessin rappelant des foyers déjà connus,

— présence ou absence de cheminée, selon que la cuisson est effectuée à l'intérieur des cases, dans lesquelles il est nécessaire de canaliser la fumée, ou à l'air libre,

— position de la ménagère ; la plupart des femmes africaines préférant cuisiner presque au ras du sol (25 cm) alors que d'autres (les citadines en particulier) sembleraient s'adapter à des fourneaux surélevés à 80-90 cm de hauteur.

## DIFFÉRENTS TYPES DE FOURS

Différents types de foyers ont été proposés. On peut les classer en 4 catégories :

**Foyers en terre :** dans de nombreux cas, les foyers testés sont réalisés en banco (mélange de sable et d'argile). Le nom de « BAN AK SUUF » donné aux fourneaux sénégalais signifie d'ailleurs en wolof « sable et argile ». Ces foyers massifs possèdent une grande inertie thermique, ils sont longs à chauffer mais conservent pendant un temps important la chaleur d'où un intérêt pour les plats nécessitant un mijotage.

Les techniques de construction de ces foyers sont simples, ce sont celles de la petite maçonnerie. Le matériel nécessaire est peu important (pelles, truelles, tamis, etc...) (\*\*).

**Foyers en céramique :** construits en argile cuite, ils sont plus légers que les précédents. Ils chauffent donc beaucoup plus rapidement mais ne conservent la chaleur que modérément. Ces foyers sont en fait des poteries.

**Foyers en métal :** ils peuvent être très simples et leur construction peut être réalisée à partir de vieux bidons. On a alors affaire à du matériel rustique, économique mais peu résistant. A l'inverse, des foyers métalliques comportant cheminées, grille, trous et couvercles ont également été essayés. Ce sont en fait des cuisinières performantes mais dont les coûts sont le plus souvent incompatibles avec les possibilités locales.

**Foyers en briques, ciment :** des foyers en ciment, en briquettes ou des foyers mixtes ciment, briques et métal ont enfin été proposés. Ils ont généralement une durée de vie nettement supérieure à celle des gros foyers en terre (absence de fissures ou de craquelures). Ils présentent également l'avantage de chauffer avec une vitesse se rapprochant de celle du foyer 3 pierres, donc d'avoir une conduite de cuisson mieux connue. Malheureusement, ils sont dans leur ensemble d'un prix assez élevé.

(\*) Jusqu'à une certaine limite tout de même (4 à 3 trous) et à la condition que tous les trous soient utilisés.

(\*\*) Il existe différents manuels pratiques de construction de ces foyers. Quelques-uns sont en dépôt au C.T.F.T. où ils peuvent être consultés.

## QUELQUES MODÈLES DE FOURS

Des schémas étant plus parlants que des explications, on trouvera ci-après à titre d'exemple les croquis de quelques types de fours proposés par différents techniciens et expérimentés dans plusieurs pays tropicaux :

**Fours « Ban Ak suuf » du CERER (Sénégal) :** quatre modèles en banco sont donnés ci-après (schémas 4, 5, 6 et 7) allant du plus simple (four à un trou, sans cheminée) au plus élaboré (four à deux trous, ayant 2 foyers et une cheminée). D'autres variantes sont pos-

sibles mais le CERER qui a expérimenté, aussi bien à sa station de Dakar qu'en milieu rural différents types de foyers, a choisi semble-t-il, le foyer le plus simple (celui à un trou et sans cheminée) pour ses campagnes de vulgarisation et d'introduction en milieu rural. Actuellement 5.000 cuisinières améliorées seraient déjà construites au Sénégal et on espère doubler ce chiffre dans les deux prochaines années.

**Autres expériences africaines :** tous les pays du Sahel ont également en cours ou en projet des expériences

### FOURS CERER (Sénégal)

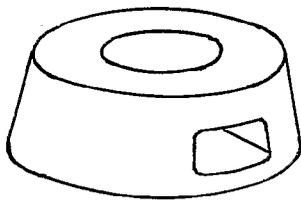


Schéma 4

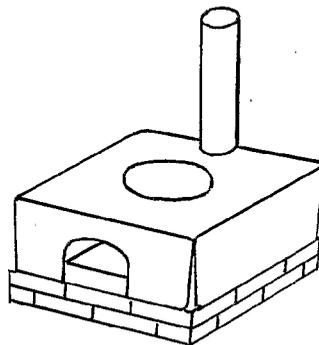


Schéma 5

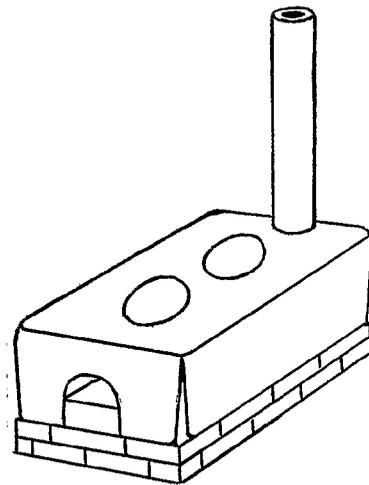


Schéma 6

### AUTRES FOURS AFRICAINS

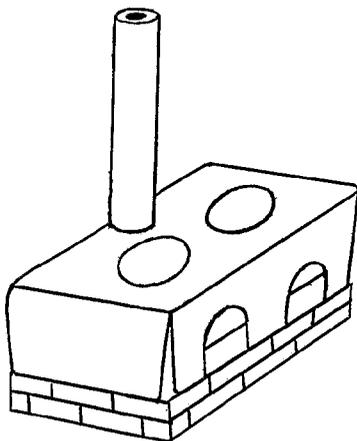


Schéma 7

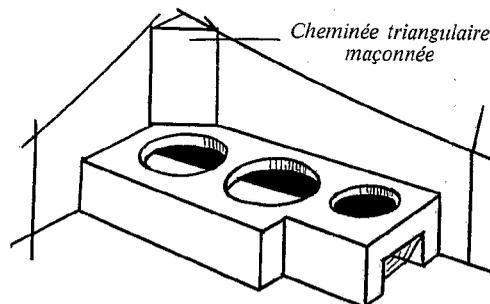
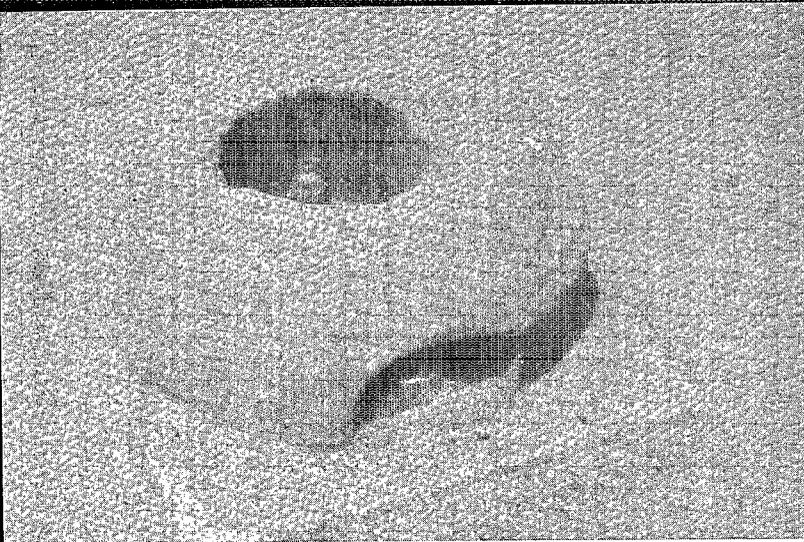


Schéma 8  
Four koulikoro (Mali)



Schéma 9  
Four sabot (Sénégal)

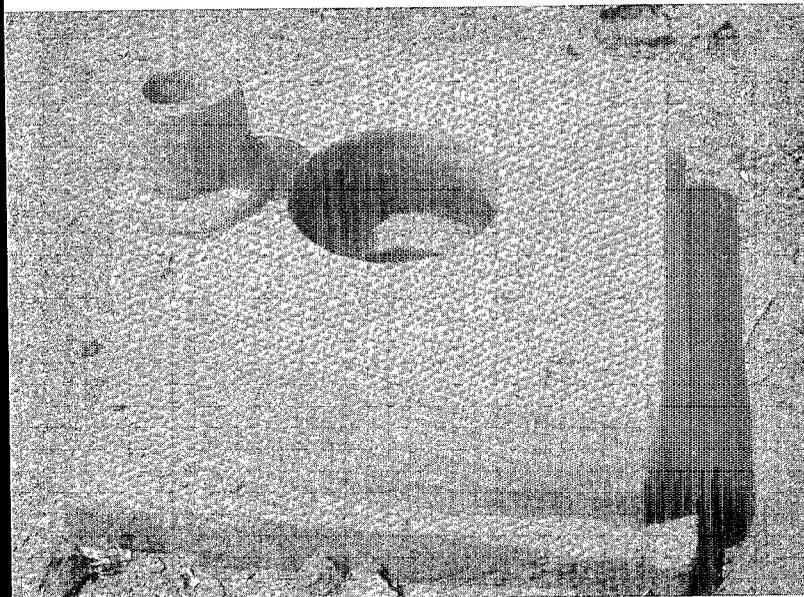


Foyers Ban Ak Suuf

de haut en bas :

- à 1 trou ;
- à 1 trou et cheminée ;
- à 2 trous et cheminée.

Photo J. Doat.



avec des cuisinières améliorées. On peut citer entre autres (la liste n'est pas limitative) :

- Le four de Niamey à 2 ou 3 trous, avec cheminée, réalisé en briques cuites pour la partie basse et en banco pour la partie haute (hauteur totale 60 à 70 cm), ou bien tout en ciment.
- Les fours de Haute-Volta construits en ciment ou en banco (type Nouna à 3 feux).
- Les fours ghanéens, également reproduits en Haute-Volta.
- Les foyers types Koulikoro au Mali (voir schéma n° 8 un four construit à Bamako). La construction de ces fours est analogue à celle des fours CERER comportant une cheminée.
- Enfin, un four en poterie ayant une forme de sabot construit au Sénégal avec l'aide de volontaires féminines américaines (schéma n° 9).

**Four Lorena :** ce four a été construit au Guatemala à partir d'un bloc monolithique de « lorena », terme espagnol signifiant « mélange de terre, de sable et d'eau ». Un canal tortueux est creusé dans la masse permettant de récupérer la chaleur de la fumée sur tout le trajet du canal sur lequel sont placés successivement plusieurs récipients (voir schéma n° 10). Ce poêle est un peu plus compliqué que ceux préconisés par l'équipe sénégalaise.

Un four appelé également « Lorena » mais un peu différent a été développé en Indonésie sous le nom de « guitar Lorena » à cause de sa forme qui est donnée ci-contre (schéma 11).

**Herl Chula (Inde) :** quelques cuisinières à plusieurs trous ont été conçues par le laboratoire « Hyderabad Engineering Research Laboratory ». Le modèle donné schéma n° 12 comprend une cheminée et permet la cuisson simultanée de deux plats et le chauffage d'un récipient d'eau chaude.

**Fours indonésiens :** au cours d'une étude réalisée par la F.A.O. quelques fours ont été testés par H. SINGER. Trois modèles sont donnés : schémas 13, 14, 15, les deux premiers correspondent à des poêles à bois et le troisième à un poêle à charbon ou à bois.

**Foyers divers :** il n'est pas possible de rapporter ici de façon exhaustive tous les essais réalisés de par le monde (Egypte, Japon, Chili, Kenya, Tunisie, etc...) d'autant que, dans leur ensemble, les principes de construction



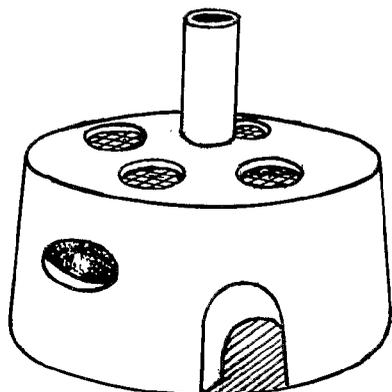


Schéma 10  
Four lorena (Guatemala)

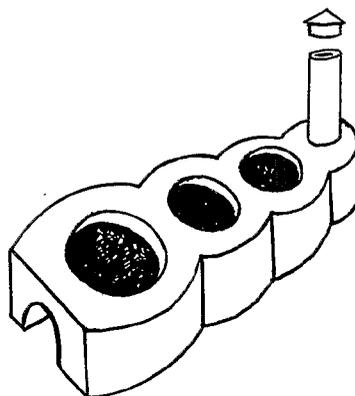


Schéma 11  
Guitar lorena (Indonésie)

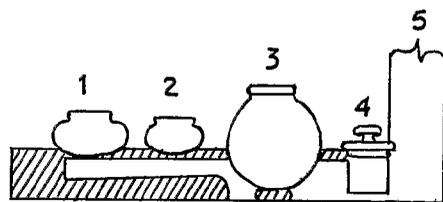


Schéma 12

Four Herl Chula (Inde)

- 1-2 — Pots de cuisson
- 3 — Port eau chaude
- 4 — Dépôts — 5 — cheminée

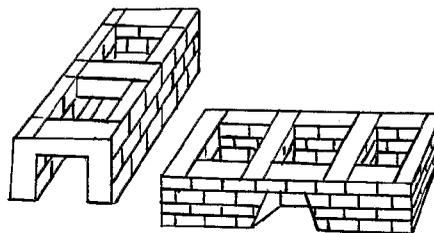


Schéma 13

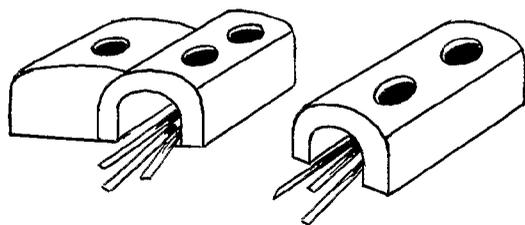


Schéma 14

Four Singer (Indonésie)

et les modèles se retrouvent plus ou moins lorsqu'il s'agit, comme c'est le cas le plus fréquent, de foyers améliorés utilisant du bois.

Quelques modèles de cuisinières à sciure ou à charbon de bois ont cependant été également préconisés pour améliorer le « brasero » ou foyer malgache utilisé généralement. Ces foyers peuvent être construits en argile ou plutôt à partir de bidons ou récipients métalliques divers. On donne ci-après, à titre d'exemple, deux

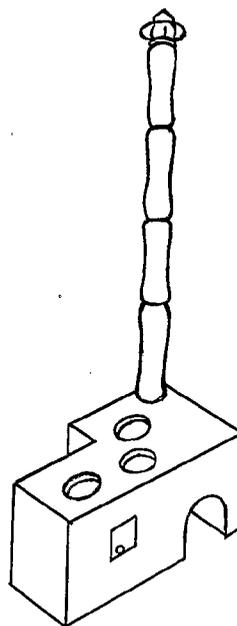


Schéma 15

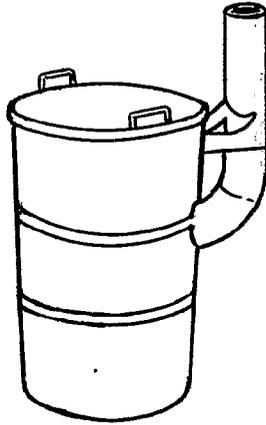


Schéma 16  
Four à sciure  
(F.P.M.L. — Virginie)

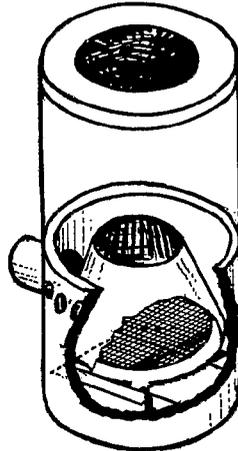


Schéma 17  
Foyer Jiko  
A charbon de bois (Pologne)

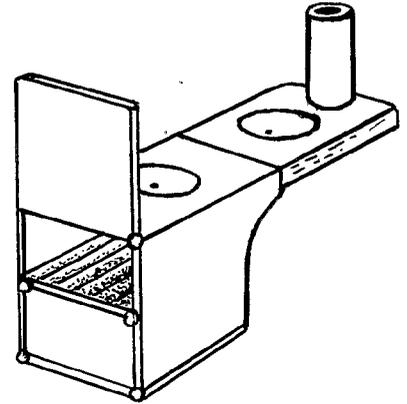


Schéma 19  
Kali Cooker  
(Gambie)

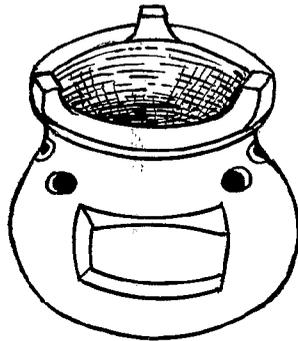


Schéma 18  
Four Keren  
(Java-Bénin)

modèles du Forest Products Marketing Laboratory : le premier est un four à sciure, issu de Virginie, fabriqué à l'aide de 2 bidons, l'autre un foyer à charbon de bois (JIKO) dessiné par JANCZAK (en Pologne) et testé par MICUTA (schémas 16 et 17).

On peut citer aussi, un four en céramique (KEREN) expérimenté à Java mais remarqué également au Bénin (schéma 18) ou encore le KALI COOKER cuisinière métallique assez particulière dont la fabrication toutefois ne semble pas avoir été vulgarisée (schéma 19) ou d'autres encore.

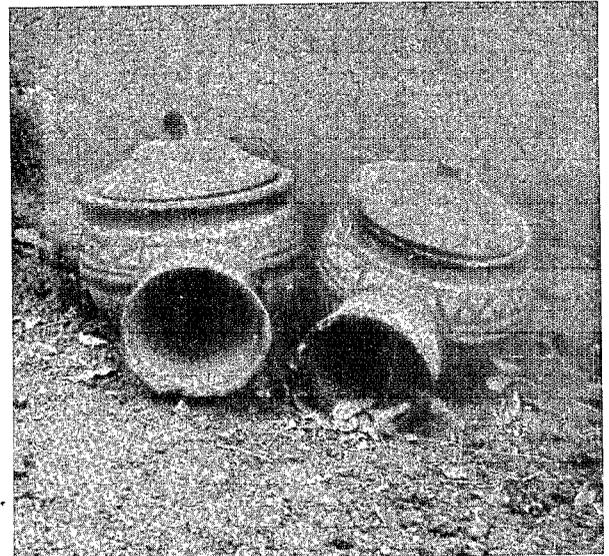


Photo Bertrand.

Laboratoire d'énergie solaire — Bamako — Mali.  
Essais de foyers améliorés portatifs.  
Modèles inadaptés en poterie.

## AVANTAGES DES FOYERS AMÉLIORÉS

### ÉCONOMIE DE MATIÈRE PREMIÈRE

Les avantages que l'on peut attendre de l'utilisation des foyers améliorés sont de plusieurs ordres mais le principal est bien entendu l'économie d'énergie donc l'économie en bois de feu. En fait, s'il y a bien eu de nombreux essais de réalisation de foyers, les tests réels

de mesures concernant le rendement de ces systèmes ne sont pas très importants et restent difficilement comparables à cause des différents modes opératoires suivis par des expérimentateurs différents.

Au cours des récentes réunions internationales sur les

problèmes de bois de feu dans le tiers monde, la décision a été prise de rédiger un protocole international pour ce type d'essai. Un texte a déjà été rédigé à cet effet par l'Université de Louvain et par l'I.T.D.G. de Londres. La détermination du rendement du foyer sera faite en simulant les opérations de cuisson des aliments à l'aide de récipients remplis d'eau. Des mesures des températures, des temps pour arriver à l'ébullition, des durées d'évaporation sont prévues.

Ce protocole semble valable lorsqu'il s'agit d'études ou d'essais de laboratoire. Au cours d'essais sur le terrain, sa mise en œuvre stricte serait peut-être difficilement applicable. Une technologie trop schématique peut, en effet, apparaître comme tatillonne et ennuyeuse et les ménagères concernées risquent alors de prendre en grippe les techniques nouvelles proposées. Or la participation et l'accord des utilisateurs (c'est-à-dire surtout des utilisatrices et de leur entourage familial immédiat) est indispensable dans ce cas.

Des essais de rendement sont pourtant nécessaires et différents tests ont déjà été réalisés dans des conditions variables. Certains apparaissent comme sérieux et bien documentés, d'autres sont peut-être moins rigoureux. Les résultats obtenus vont être cités afin de situer si

possible les économies réalisables grâce à l'emploi des foyers améliorés.

**Résultats en Afrique :** les chiffres suivants ont été relevés par G. MADON et ses collaborateurs du Sénégal à la suite d'une enquête portant sur 60 cuisinières à bois et 25 cuisinières à charbon de bois :

— Economie moyenne de bois par les cuisinières B.A.S. : 26,1 %.

— Economie de charbon de bois par les cuisinières B.A.S. : 21,2 %.

Les résultats obtenus ont donné des chiffres très dispersés allant de - 25 % à + 63 % dans le cas du bois de feu et de - 18 % à + 37 % dans le cas du charbon. En fait, les valeurs négatives enregistrées (6 sur 60 pour les cuisinières à bois et 2 sur 25 pour les cuisinières à charbon) viendraient du fait que, pour ces essais, les récipients étaient mal adaptés au-dessus du foyer (pots trop petits) ou que la cheminée trop haute entraînait un tirage trop important. La présence d'une cheminée ne serait donc pas à recommander lorsque la cuisson a lieu en extérieur, d'autant que d'autres résultats négatifs ont été également cités par D. THERY à Ouagadougou.

D'autres essais ont eu lieu en Haute-Volta avec un « dolocooker » (fourneau utilisé pour la préparation

*Fourneaux « malgaches » améliorés — Laboratoire d'énergie solaire — Bamako — Mali.*

Photo Bertrand.



de la bière de mil), en comparaison du foyer 3 pierres ; les gains (cités par STRASFOGEL, MONTAGNE, JOFFRE et BONNET-MADIN) sur 15 essais vont de 27,7 à 54,5 % avec une moyenne de 43 % sans indication de chiffres négatifs.

Une enquête a été réalisée au Mali par l'Association d'Etude de Technologies Appliquées et d'Aménagement en Afrique (A.E.T.A.) auprès de 271 familles possédant un foyer amélioré. 32 % seulement des personnes interrogées ont répondu à l'enquête en indiquant des économies allant de 25 % à 45 % du bois pour 1/4 d'entre elles et des économies inférieures à 25 % pour les autres.

Des tests ont été effectués au Niger, par G. DECHARME (Church World Service et Association bois de feu) avec des fours en ciment comportant deux trous et une cheminée, répartis dans 30 foyers situés dans différents quartiers de Niamey. Les résultats ont été comparés à ceux obtenus avec un foyer traditionnel métallique (foyer malgache). Les gains moyens en combustibles dus au foyer amélioré se situaient autour de 14 %, avec toutefois des fourchettes allant de (- 26 % à + 55 %).

Enfin dans le rapport de ROOGEMAN qui relate une enquête portant sur 47 familles de Haute-Volta et 59 familles du Sénégal, les moyennes pondérées sont les suivantes : banco avec cheminée = 20 % d'économie par rapport aux 3 pierres, banco sans cheminée = 30 % d'économie par rapport aux 3 pierres.

**Résultats en Asie :** selon le type de foyer ou d'ustensile et l'utilisateur concerné, on a trouvé pour les « Chulahs » indiens, un rendement énergétique moyen de 14 à 39 % en utilisant du charbon et 20 à 38 % en brûlant du bois. Le rendement énergétique du foyer traditionnel indien n'est malheureusement pas indiqué dans l'article, il est donc difficile d'évaluer les économies d'énergie réellement réalisées.

Le Pakistan Design Institute (P.D.I.) aurait mis au point un fourneau familial permettant d'économiser 50 % au moins de combustible par rapport à un foyer ouvert.

Enfin, S. JOSEPH et Y. J. SHANAHAN ont donné les résultats suivants trouvés sur le terrain en Indonésie :

— Foyer traditionnel à 2 trous : rendement énergétique 6 %.

— Four Lorena à 3 trous : rendement énergétique 13 à 22 % selon le type de bois utilisé. Les gains en rendement seraient donc assez élevés, avec cette réserve toutefois, que le test sur foyer traditionnel a été effectué avec des bois différents de ceux utilisés avec le four Lorena.

**Résultats de laboratoire :** des tests ont également été conduits en laboratoire sur des fours améliorés construits en Europe. Des foyers type 3 pierres ont également été essayés par les mêmes laboratoires (Eindhoven University of Technology en Hollande et Intermediate Technology Development Group en Grande-Bretagne). Les chiffres trouvés ont été résumés dans le tableau B. Ces chiffres appellent quelques remarques particulières.

Tout d'abord, on note qu'un foyer trois pierres testé en laboratoire dans de bonnes conditions donne un rendement bien supérieur à ceux obtenus sur le terrain (15 à 17 %). Par ailleurs, les gains en matières premières énergétiques sont, pour la première série d'essais tout au moins, très peu sensibles. Ceci prouve bien que les pertes proviennent essentiellement du rayonnement, du vent, de la mauvaise position des récipients de cuisson, etc... Ce sont ces lacunes des foyers traditionnels qui doivent être corrigées pour donner des foyers améliorés ne nécessitant pas trop de surveillance et donnant de bons rendements.

La deuxième série de tests indique un gain en rendement se rapprochant dans une certaine mesure des valeurs trouvées sur le terrain.

TABLEAU B

Laboratoire	Type de foyer	Nbre de tests	Remarques	Rendement %	Moyenne %
I.T.D.G. (Londres)	L.S.I. (en terre 2 trous + 1 cheminée)	19	Tirage moyen	12 à 27 %	18,2 %
		6	Tirage fort	14 à 23 %	16,7 %
	G.S. (en terre 2 trous + 1 cheminée)	14	Tirage moyen	13 à 21 %	17,8 %
		3 4	Tirage fort Tirage faible	16,5 à 19 % 15 à 22 %	18,0 % 18,8 %
	Foyer ouvert 3 pierres	3	Bien abrité et surveillé Moins surveillé Avec bois humide	20 % 15 % 17 %	17,3 %
E.U.T. (Eindhoven)	Foyer ouvert	10	Testé au bois	12,1 à 23,6 %	15,5 %
	Majo stove (métallique 2 trous, 1 cheminée)	23	Testé au charbon de bois	21 à 34,4 %	27,2 %

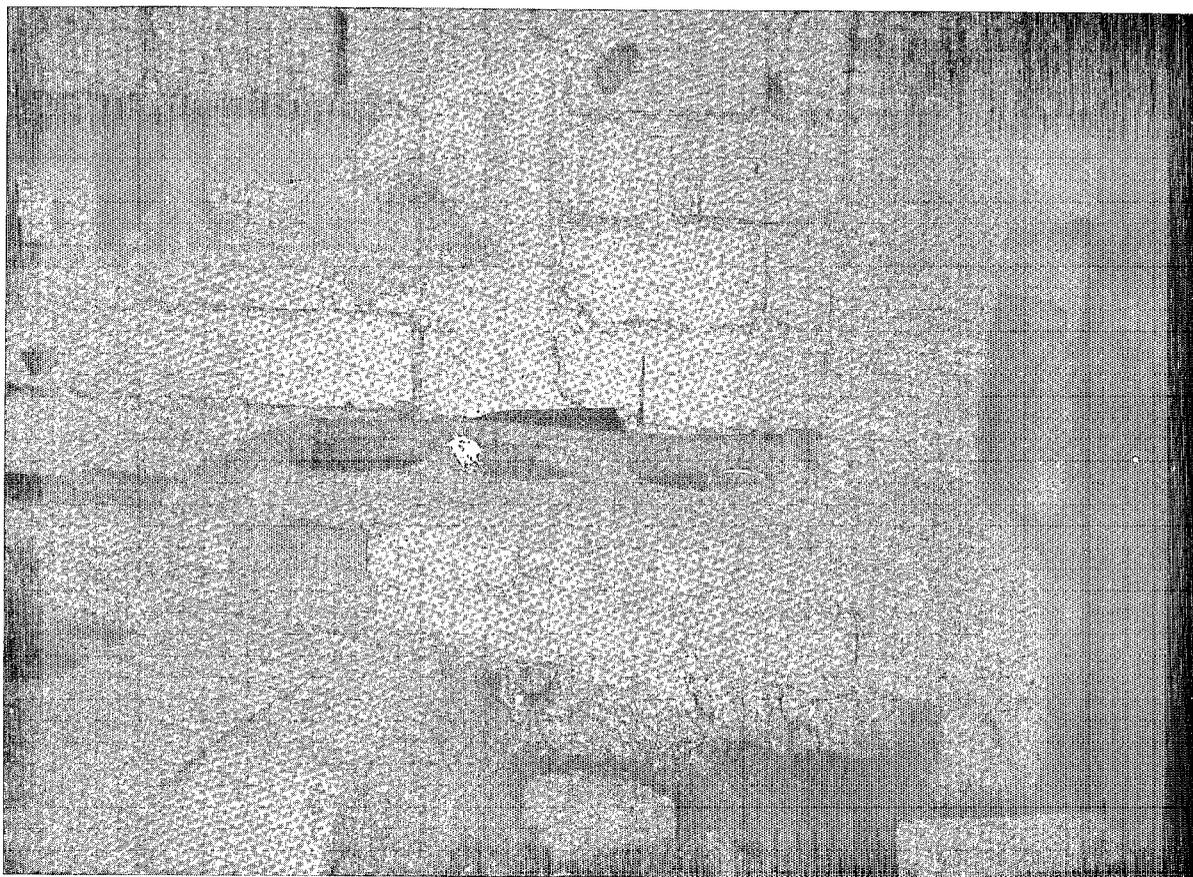


Photo Bertrand.

*Foyer type Ghana — Modèle diffusé par le Père Plasteig en zone rurale — Laboratoire énergie solaire — Bamako — Mali.*

**En résumé**, il semble donc que l'emploi de cuisinières améliorées permette en général une économie d'énergie mais qu'il est difficile de chiffrer cette économie et, surtout, de recouper les tests entre eux. Les enquêtes faites au Sénégal, au Mali, au Niger et en Haute-Volta s'accordent pour situer le gain énergétique entre 20 % et 30 % à la condition que la technique soit bien maîtri-

sée par les utilisatrices et qu'il n'y ait pas d'erreurs effectuées au moment de la vulgarisation. Il faut expliquer les buts à atteindre et insister surtout sur la pratique d'utilisation auprès des femmes. Dans ce domaine, les meilleurs moniteurs sont en fait des monitrices car le « message » passe mieux lorsqu'il est apporté par des femmes bien introduites en milieu rural.

### AUTRES AVANTAGES

En plus de l'économie d'énergie, les foyers améliorés présentent certains autres avantages qui ne sont pas négligeables :

- ils permettent de réduire les durées de cuisson des aliments,
- la présence d'une cheminée se traduit par une meilleure évacuation des fumées ce qui évite aux utilisateurs d'avoir mal aux yeux,
- l'économie en bois permet à la femme de consacrer moins de temps à la recherche du combustible,
- la cuisinière préserve les enfants des dangers de

brûlures, importants avec les feux ouverts,

- elle conserve la chaleur du fait de sa masse en maçonnerie et permet ainsi de chauffer les cases pendant les soirées fraîches,

- l'économie de bois ou de charbon entraîne une certaine élévation du niveau de vie lorsque le combustible est acheté au marché,

- enfin, l'emploi de ce type de fourneau représente une certaine image sociale et culturelle et même un certain « standing » (les ménagères peuvent décorer leur cuisinière selon leur goût).

## CONCLUSION

L'emploi de foyers améliorés pour un usage ménager dans les pays en voie de développement ne prétend pas résoudre totalement la crise due à la pénurie de bois de feu des régions défavorisées. Il semble cependant qu'une économie de matière ligneuse, difficile à chiffrer avec précision (mais qui doit se situer entre 20 et 30 %) est possible.

Les différentes études effectuées dans ce domaine ont été passées en revue et plusieurs schémas de foyer ont été indiqués. La liste n'est pas exhaustive. Elle montre cependant la diversité des solutions proposées.

D'un point de vue général, il semble que la meilleure solution corresponde à l'implantation de foyers les plus

simples possibles et les moins onéreux à construire, surtout en milieu rural.

Les tests de laboratoire donnent des indications sur les performances optimales des foyers, mais il faut bien se rendre compte que le laboratoire ne pourra jamais dire si un four sera ou non accepté par les utilisateurs. Ce dernier point doit être acquis sur le terrain d'où l'importance de l'action des monitrices locales en contact avec les femmes de chaque région concernée.

Enfin, construire le four et en donner le mode d'emploi ne suffit pas, un suivi des opérations et des conseils d'entretien et de réparation est également très important.

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie ceux qui ont bien voulu relire cet article et effectuer quelques remarques à son sujet, en particulier :

MM. Olivier HAMEL, Ingénieur Forestier mis à la disposition du Centre National de Recherches Forestières de l'Institut Sénégalais de Recherches Agricoles.

— Jean PIOT, Ingénieur du GREF - Directeur du Centre Technique Forestier Tropical de Haute-Volta.

— Jean CLÉMENT, Ingénieur du GREF - Conseiller Technique au Projet Forestier de la Banque Mondiale au Niger, qui a participé à la rédaction de l'introduction.

## BIBLIOGRAPHIE

- AHUJA (B. D.), GUPTA (O. N.). — A study on the efficiency of Chulahs. Technical and research reports n° 17. Natural Building Organisation and unregional housing centre Escape, India.
- ANONYME. — Amélioration des foyers à bois au Sahel — Projet régional — C.I.L.S.S., fév. 1980.
- ANONYME. — Designing a test procedure for domestic wood-burning stoves, I.T.D.G. London, oct. 1980.
- ANONYME. — Domestic energy in Sub. Fund for Research and Investment for the Development of Africa — F.R.I.D.A., déc. 1980.
- ANONYME. — Energie et Développement. Forum des ONG, Marseille 11-15 mai 1982.
- ANONYME. — Le bois de feu. Compte rendu de la réunion du 3 déc. 1981 à Chamaranche (France).
- ANONYME. — The Lorena mudstove. Choqui experiment station, Guatemala.
- AUER (C.), CODJAMBASIS (C.), BERTRAND (A.). — Evaluation des besoins en combustibles forestiers à Cotonou et dans le Sud Bénin. F.A.O., 71/BEN/02/1, 1978.
- BERTRAND (A.). — Consommation et utilisation des combustibles ligneux en Afrique occidentale et centrale. C.T.F.T.-F.A.O., avr. 1979.
- BONNET-MADIN (F.), JOFFRE (J.), MONTAGNE (P.), STRASFOGEL (S.). — Les foyers améliorés au Sahel. Association pour l'arbre au Sahel, 1980.
- CLEMENT (J.), LAURENT (D.). — Essais de classification des pays tropicaux d'Afrique du point de vue de leurs ressources et de leur consommation en bois de feu. F.A.O.-C.T.F.T., avr. 1980.
- DELWAULLE (J. C.), ROEDERER (Y.). — Le bois de feu à Niamey, B.F.T. n° 152, 1973.
- ERNST. — Fuel consumption among rural families in upper Volta. Peace corps.
- FUGALLI (O.). — Les besoins des pays sahéliens en bois, terre agricole et fourrages aériens et comment faire face aux besoins en bois. F.A.O. avr. 1982 (diffusion restreinte).
- GEORGIA INSTITUTE OF TECHNOLOGY. — Recent efforts to develop simple wood burning stoves.
- GERMANN (D.), MADON (G.). — Les cuisinières « Ban ak suuf ». Brochure réalisée en Juin 1980 par A.N. CAP-IMPE — Université de Dakar.
- GIBERT (G.). — Le ravitaillement de Brazzaville en bois de chauffage. B.F.T. n° 182, p. 19-36, 1978.
- JEM (A.), JONGMA (J. H.). — Wood as a source of energy in developing countries. F.A.O. Unasyuva, 1978.
- JOSEPH (S.), LOOSE (J. C.). — Testing a two-hole Indonesian mud stove. I.T.D.G. Ltd London, oct. 1981.
- JOSEPH (S.), SHANAHAN (Y. S.). — Laboratory and field testing of monolithic mud stoves. I.T.D.G. Ltd London, janv. 1981.
- KI-ZERBO (J.), DE LEPELEIRE (G.). — L'amélioration des foyers pour l'utilisation domestique du bois de feu, ses possibilités et son impact au Sahel. C.I.L.S.S., club du Sahel, mai 1979.

- KRISHNA PRASAD (K.). — A study on the performance of two metal stoves. Eindhoven University of Technology, fév. 1981.
- KRISHNA PRASAD (K.). — Some performance tests on open fires and the family cooker. Eindhoven University of Technology, Jun. 1980.
- LAGRANDE (E.), DANG (V. G.). — Eléments pour une solution à la crise du bois de feu au tiers monde. C.I.R.E.D., sept. 1979.
- LANLY (J. P.). — Les ressources forestières tropicales. F.A.O. Rome, 1982.
- LANLY (J. P.), CLEMENT (J.). — Superficie des forêts et des plantations dans les tropiques. F.A.O., janv. 1979.
- LEPELEIRE (G. de), KRISHNA PRASAD (K.), VERHAART (P.), VISSER (P.). — A woodstove compendium. Eindhoven University of Technology for a technical panel, U.N. conference, Nairobi, Aug. 1981.
- LEPELEIRE (G. de). — Woodstove seminar, 4-5 march 1982. Katholieke Universiteit Leuven.
- MADON (G.), GUEYE (M.). — Programme de diffusion des cuisinières « Ban ak suuf ». Rapport d'activité n° 4, du C.E.R.E.R., Dakar, avr. 1982.
- MADON (G.), LANINE, DIOP, LAGRANDE (E.). — Les consommations de combustibles domestiques au Sénégal sur foyers traditionnels et sur foyers améliorés. C.E.R.E.R.-U.S.A.I.D., mars 1982.
- MARTINEZ (H.). — Proyecto, Lena y fuentes alternas de energia — Estudio sobre lena en hogares, pequena industria y distribuidores de Guatemala. Centro Agronomico Tropical de Investigacion y Ensenanza — C.A.T.I.E. — Turrialba, Costa Rica, Informe tecnico, n° 27, 1982.
- MICUTA (W.). — Modern stoves for all. Fondation Bellerive, Geneva, 1981.
- MICUTA (W.). — The optimum use of firewood and firewood substitutes. I.C.V.A. n° 85 News apr. 1980.
- PUBLICATIONS COLLECTIVES. — Eighth world forestry Congress in Djakarta, 1978.
- RAJU (S. P.). — Smokeless kitchens for the millions. The Christian literature Society. Bangalore, Mysore, Inde, 1961.
- RAO (E. C. K.). — Improving the domestic chula. Indian Farming, Jan. 1962.
- ROGGEMAN (J. B.). — Les fourneaux améliorés dans le Sahel. O.C.D.E.-C.I.L.S.S. — Club du Sahel, oct. 1980.
- SIMON (E.), SOLIS (P.). — Device for using sawdust as economic home fuel. Pigmentos y oxidos SA, Monterrey, Mexico.
- SINGER (H.). — Improvement of fuel wood cooking stoves and economy in fuel wood consumption. F.A.O. n°s 13-15, C.T.F.T., F (213) (11), 1961.
- VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE. — Technical Bulletins, n° 11, Wood burning oven, n° 29, Double-drum sawdust stove.
- VOLUNTEERS IN TECHNICAL ASSISTANCE. — Outdoor oven. Village Technology Handbook, 1975.
- ZUMER-LINDER (M.). — Fire wood crisis and village forestry. O.C.D.E. Wood, Mar. 1976.