

00568

COMITE PERMANENT INTER ETATS
DE LUTTE CONTRE LA SECHERESE
AU SAHEL (C.I.L.S.S.)
B.P. 7049 — OUAGADOUGOU
TEL : 33-42-52/33-43-55
33-48-70/33-25-09

DIRECTION DES PROJETS
SERVICE/ECOLOGIE/ENVIR.

PROJET REGIONAL
FOYERS AMELIORES

**SEMINAIRE REGIONAL CILSS/FRANCE
"REUNION DES CHERCHEURS"**

Mansakonko 23 - 29 Juin 1986

00568

COMITE PERMANENT INTER ETATS
DE LUTTE CONTRE LA SECHERESE
AU SAHEL (C.I.L.S.S.)
B.P. 7049 — OUAGADOUGOU
TEL. : 33-42-52/33-43-55
33-48-70/33-25-09

DIRECTION DES PROJETS
SERVICE/ECOLOGIE/ENVIR.

PROJET REGIONAL
FOYERS AMELIORES

**SEMINAIRE REGIONAL CILSS/FRANCE
“REUNION DES CHERCHEURS”**

Mansakonko 23 - 29 Juin 1986

DIRECTION DES PROJETS
SERVICE HOPITAUX/ENVIRO
PROJET REGIONAL
HÔPITAL AMÉRIQUE

COMITÉ PERMANENT DES ÉTATS
DE L'ULTRACONTRACESSION
DU GRANDE-DUCHÉ DE LUXEMBOURG
BRUXELLES — QUAI D'ORLÉANS
150 . 20-22-23-24-25-26-27-28-29-30-31-32

SÉMINAIRE REGIONAL CRIS/TERING "RÉUNION DES CHERCHEURS"

Wuppertal 23 - 25 juin 1984

COMITE PERMANENT INTER ETATS DE
LUTTE CONTRE LA SECHERESSE
AU SAHEL (CILSS)
BP. 7049 - OUAGADOUGOU
Tél : 33.42.52 / 33 43 55
33.48.70 / 33 25 09

DIRECTION DES PROJETS
SERVICES / ECOLOGIE / ENVIR.
PROJET REGIONAL
FOYERS AMELIORES

SEMINAIRE REGIONAL CILSS / FRANCE
" REUNION DES CHERCHEURS"

Mansakonko 23 - 29 Juin 1986

N° 8608

JUILLET 1986

STRUCTURE OF THE
ATOMIC SYSTEMS
INTERACTING WITH
THEIR ENVIRONMENT

STRUCTURE OF THE ATOMIC
SYSTEMS IN THEIR ENVIRON-
(BELL 1915) MULDER
STRUCTURE OF THE ATOMIC
SYSTEMS IN THEIR ENVIRON-
MENT

STRUCTURE OF THE ATOMIC
SYSTEMS IN THEIR ENVIRON-
MENT

E R R A T U M

- * inversion des p.5 et p. 63
- * inversion des paragraphes 4.1. Améliorations des foyers domestiques
(P. 36 à P. 39)

et 4.2. Nouveaux Foyers

(P. 26 à P. 35)

- * entre P. 36 et P. 37, figure le paragraphe suivant :

4.1. Améliorations des foyers domestiques

Le séminaire international de Ouagadougou (Sept. 84) intitulé "Recherche et Stratégies de Dissémination des Foyers Améliorés au Sahel" recommandait la diffusion massive de deux types de foyers techniquement performants :

- le foyer métallique ou céramique transportable
- le foyer en banco type "3 Pierres" amélioré.

La comparaison des petites et moyennes tailles de ces deux modèles actuellement diffusés, notamment au Burkina Faso, Mali, Niger et Sénégal, révèle des différences notables dans leur dimensionnement.

(cf "Tableau comparatifs des paramètres importants pour l'obtention d'une bonne performance du foyer amélioré" en annexe 7).

Pour chacun des modèles domestiques, les discussions ont porté sur les possibilités d'amélioration de leurs trois critères d'appréciation :

- performance
- durabilité
- acceptabilité.

Un premier tableau comparatif nous rappelle les estimations faites de chacun de ces critères.

Un deuxième tableau résume les propositions émises par les chercheurs en vue de l'amélioration de ces modèles de foyers améliorés pour la cuisine domestique.

- * P. 47 : A. Foyers à Bois
I - Procédure

- * P. 72 = (*) : Poids =

On peut effectuer les pesées avec n'importe quelle balance de qualité - Pour les essais sur le terrain des instruments à lecture directe sont préférables parce qu'on n'a pas à régler les poids. Les pesons à ressorts donnent de bons résultats, s'ils ont une longue échelle, et par conséquent, une bonne résolution et s'ils sont utilisés dans les limites de leurs capacités entre 20 et 100 %. Les pesons à ressort devraient être vérifiés de temps en temps avec des poids étalons.

TO MMATIRE

I. - Contexte et Objectifs du Séminaire

II. - Présentation des Rapports Nationaux

III. - Méthodologie de tests

IV. - Perspectives Techniques

V. - Conclusion

VI. - Recommandations du Séminaire

- Annexes

Liste des Participants

I. - CONTEXTE ET OBJECTIFS DU SEMINAIRE :

Un des principaux résultats du séminaire régional tenu à Bamako en Décembre 1985 sur la "Finalisation du Manuel de référence pour la construction et l'utilisation des Foyers Améliorés" fut la proposition d'une méthodologie provisoire de test de la performance des foyers améliorés en laboratoire, qui vise l'uniformisation et l'harmonisation des conditions d'essai, de la procédure et de l'expression des résultats au niveau des différents centres Sahéliens de Recherche.

Le séminaire régional CILSS/FRANCE, intitulé "Réunion des chercheurs Sahéliens" qui s'est tenu du 23 au 28 Juin au Centre de Développement Communautaire de Mansakonko en Gambie, avait pour principaux objectifs :

- La finalisation et l'adoption de cette méthodologie sahélienne provisoire de test de laboratoire de la performance des foyers domestiques à bois et à charbon de bois.
- L'analyse des économies enregistrées dans les conditions réelles de préparation d'un repas, la discussion et la finalisation des méthodologies de terrain actuellement utilisées dans la sous région.
- La comparaison et l'interprétation des résultats de laboratoire et de terrain.
- L'identification et l'adoption des propositions d'améliorations des modèles domestiques existants, tant sur le plan de leur performance, que de leur durabilité et de leur acceptabilité.

- L'analyse des premières expériences nationales en matière de recherche et de vulgarisation des nouveaux foyers (cuisine collective, cuisine artisanale, commerciale, foyers domestiques multimarmites, foyers utilisant des combustibles de substitution au bois et au charbon de bois : briquettes de coques d'arachide, tourbe carbonisée, gaz).

II. - SYNTHESE DES RAPPORTS NATIONAUX

A l'exception du Mali et de la Guinée Bissau absents à la rencontre, les autres états à savoir Burkina-Faso, Cap-Vert, Gambie, Mauritanie, Niger, Sénégal et Tchad, ont présenté un rapport. Ces bilans Nationaux font le point sur l'état d'avancement des activités de recherche sur les foyers améliorés et ont notamment porté sur :

- appréciation de la méthodologie de tests d'ébullition d'eau provisoire de BAMAKO III.
- Résultats des tests de terrain sur l'économie réelle des foyers existants (voir tableau récapitulatif des performances des différents modèles)
- point sur les premières réalisations en matière de recherche et de vulgarisation des "nouveaux foyers" (voir perspectives techniques en matière de recherche).

Crée en 1982, l'Institut Burkinabé de l'Energie s'est fixé entre autre objectifs de tester les foyers améliorés diffusés dans le pays depuis 1979. (environ 15 modèles)

Pour cela, il a adopté la méthodologie de test élaborée à Marseilles en Mai 1982. Méthodologie qui a été modifiée en fonction des réalités locales.

Le test consistait à faire bouillir le plus rapidement possible de l'eau avec le maximum de bois qui peut brûler dans le foyer, puis ensuite faire mijoter cette eau pendant une heure. Pendant le mijotage on utilise moins de bois ~~en~~ faisant en sorte que la température de l'eau ne descende pas en dessous de 95°C.

Comme matériel outre les foyers et les marmites, les instruments suivants ont été utilisés :

- Une balances Sartorius capacité maximale 15 kg précision 0,1g.
- Des thermomètres à mercure (-10 - 110°C)
- Des thermomètres à lecture digitale
- Des chronomètres et les montres
- Une étuve

Après les tests d'ébullition d'eau, il y a eu des tests de cuisine contrôlée pour avoir une idée sur les économies réelles de bois à la suite de préparation de repas.

EXPRESSION DES RESULTATS

Dans le cadre des tests d'ébullition d'eau, le Burkina présente les résultats sous forme de rendements thermiques et de puissances.

- Les enquêtes se feront dans un minimum de 10 familles de tailles homogènes et de catégorie socio professionnel- le semblable qui seront suivies une semaine avec foyer traditionnel et une semaine avec foyer amélioré.

- La période du test devra éviter une inter-action avec un évènement particulier (mariage, baptême, ramadan...) qui pourrait fausser le résultat.

- La consommation mesurée doit être celle de la préparation des repas uniquement, en excluant celle des activités annexes (thé repassage...).

- Il est préférable de faire les pesées pour le repas du midi et le repas du soir.

- Avant le repas, demander à la ménagère de préparer une quantité de combustible suffisante pour la préparation du plat. La peser.

Noter le type de plat préparé, le nombre de personnes à nourrir (on ne compte une personne qu'à partir de 8 ans) Demander à la ménagère de conserver le bois restant en attendant le second passage de l'enquêteur.

- Après le repas, peser le bois restant et le stock nécessaire à la préparation du repas suivant :

- Noter les commentaires de la cuisinière sur l'utilisation du foyer.

- Prendre soin de bien organiser les visites afin de déranger le moins possible les menagères.

- Vérifier l'ensemble des résultats; tenter toujours d'expliquer avec la famille un résultat qui semblerait abherrant. Si aucune explication ne peut être fournie, annuler le résultat de la journée.

REPUBLIQUE DU CAP-VERT

Une première série de test de cuisine contrôlée a été conduite sur quatre types de foyers différents :

- le foyer 3 Pièces traditionnel
- le foyer Ouaga Métallique à bois
- le foyer métallique cylindrique à charbon de bois.
- le foyer Burkina mixte bois charbon de bois.

Le nombre de tests effectués n'a pas été suffisant pour donner des résultats fiables, cependant on peut faire les remarques suivantes :

- le développement du feu dans le foyer métallique est plus rapide et plus intense
- le foyer Burkina prend moins de charbon que le cylindrique à charbon.

REPUBLIQUE DE LA GAMBIE

Le Projet National Foyer Amélioré de la Gambie recommande la diffusion de trois modèles :

1. Le Noflie métallique
2. Le Kumba Gaye type "3 Pierres améliorés"
3. Le foyer portable en poterie

Modèle : Les critères de conception du modèle

Métallique Noflie étaient les suivants :

- possibilité de combustion mixte bois et briquettes de coques d'arachides
- Fabrication avec des matériaux (tôle) locaux et durables
- coût aussi réduit que possible du foyer
- facilité de construction

Le foyer Noflie est un foyer métallique à double paroi. Le premier de ses avantages est son fonctionnement avec deux types de combustibles : bois et briquettes de coques d'arachides. En effet, sa chambre de combustion interne/réduite persée de trou d'air secondaires, concentre d'avantage le feu, et favorise une meilleure combustion (réduction de l'émission de fumées).

Le deuxième avantage important est sa faculté de s'adapter à plusieurs tailles de marmites consécutives.

La faible hauteur de ses parois (7cm.), et l'inclinaison à 25° de la partie supérieure de la chambre de combustion, favorisent cette adaptation (conservation d'une distance constante grille-fond de la marmite).

Modèle 2 KUMBA GAYE :

Le foyer Banco type 3 pierres amélioré KUMBA GAYE est construit d'un mélange d'argile, de paille et de bouse de vache. Il est conçu pour la combustion au bois.

MODELE POTERIE PORTABLE

La recherche est actuellement en cours sur les techniques de construction, de séchage et de cuisson des foyers portables en poterie.

En ce qui concerne la construction du foyer, le projet développe la technique du moule externe, pour permettre aux potiers formés de produire massivement des foyers d'une qualité constante.

En ce qui concerne le séchage, les foyers sont recouverts de sacs les trois premiers jours suivants leur fabrication.

En ce qui concerne la cuisson, les potier(es) cuisent habituellement leurs pierres dans des foyers traditionnels ; vu paille et bouse de vache sont utilisées comme combustibles.

Actuellement, du fait de la moindre disponibilité de ces combustibles, le projet développe la construction de fours utilisant le bois pour la cuisson.

METHODOLOGIE DE TESTS

La procédure de test en laboratoire utilisée par le projet comporte une phase de montée à ébullition, et une phase de mijotage de 30 minutes.

Les résultats exprimés sont les rendements thermiques 1ère phase, et sur la totalité de l'essai (PCU1 et PCUT)

Aucun couvercle n'est utilisé durant l'essai. L'estimation de l'économie probable du foyer amélioré se base sur la comparaison des PCUT.

REPUBLIQUE ISLAMIQUE DE MAURITANIE :

Les foyers diffusés en Mauritanie ont été surtout des foyers massifs = foyers BAN AKSUUF construits au Sénégal, le modèle en briques TEKANE (briques argile + sable). Le modèle Moudjeria plus approprié pour la cuisine collective, est actuellement utilisé dans la majorité des casernes et camps militaires de l'Etat Major des Armées (fourneau à deux trous avec chéminée).

En Mai dernier, trois artisans métalliques encadrés par la Direction de l'Artisanat, et avec l'assistance technique du coordonnateur du CILSS, ont été formés au traçage des Gabarits et à la fabrication des foyers métalliques à charbon de bois, de type Sakhanal actuellement diffusés au Sénégal.

Dans le cadre du projet de diffusion des foyers métalliques sur Nouakchott, financé par l'UNSO, une base technique foyers améliorés sera créée.

Son programme d'actions est d'une part d'adapter les foyers métalliques à charbon de bois du Sénégal, aux spécificités socio-économiques et culturelles de la Mauritanie, et d'autre part, de concentrer des efforts sur la mise au point de foyers utilisant d'autres combustibles (gaz, pétrole, kéro-sène).

REPUBLIQUE DU NIGER

Dans le cadre des missions d'appui technique début 1984 de l'équipe régionale foyers améliorés du CILSS/Monsieur BALDWIN et STRARFOGEL) plus particulièrement de l'adaptation du modèle Ouaga métallique aux contraintes de fabrication artisanale du Niger, des tests de la performance du foyer MAI SAUKI taille N°3, ont été menés en collaboration avec le projet de diffusion Foyers Améliorés sur Niamey encadrés par l'UFVP et le CWS.

Les tests d'ébullition d'eau qui suivaient la méthodologie d'Arlington 1982, révélait un rendement thermique de l'ordre de 31%.

Des séries de tests de cuisine contrôlée, sur foyer métallique cercle traditionnel, et sur MAI SAUKI, ont révélé une économie de l'ordre de 41%.

Depuis Octobre 1985, l'Office National Energie Solaire, l'ONERSOL, en collaboration avec des projets de diffusion de foyers améliorés, encadrés notamment par le C.W.S (cherche World Service) l'AFVP (Association Française des Volontaires du Progrès, la GTZ, et l'Association des Femmes du Niger. (AFN), a mené des séries d'essais sur les foyers suivants (pour les tailles de marmites allant du N°1 à 10) :

- foyer métallique cercle traditionnel
- foyer Mai Sauki Métallique amélioré (ancien modèle)
- foyer Mai Sauki (modèle modifié)
- foyer Albarka (modèle fixe en banco)

Cette campagne d'essais s'est déroulée de Novembre 1985 à Mai 1986. Tous les foyers ont été testés à raison de quatre tests par foyer et par taille. Au total 200 tests ont été effectués suivant les deux méthodologies provisoires celle de Quaga 1984 et celle proposée au séminaire de Bamako (Décembre 1985).

Cela fait l'objet de tableaux comparatifs des résultats obtenus suivant les deux méthodologies.

Ces tableaux comparatifs nous donnent les informations suivantes : à savoir que :

- la puissance du foyer malgache est supérieure à celle des Maï Sauki, elle même supérieure à celle de ALBARKA.
- le foyer malgache était plus sensible à l'influence du vent sa puissance à feu doux et plus élevée.
- le PCU1 du foyer Maï Sauki modifié est supérieur pour toutes les tailles à celui de l'ancien modèle.
- les PCUT, calculés pour des phases de mijotage d'une durée respective de 30 et 60 mn ne se varient pas significativement pour chacune des tailles.
- la flexibilité des foyers, dépend plutôt de la puissance à feu vif

En matière de conception de foyers améliorés utilisant d'autres combustibles que le bois, un projet pilote a d'utilisation domestique de briquettes au "Niger" sous la tutelle de la Direction de l'Energie avec l'Assistance Technique de l'Association Bois de Feu financé par le Fonds d'Aide et de Coopération de Septembre 1984 à Août 1985 a débouché sur d'importants résultats et recommandations pour une stratégie de diffusion des briquettes (cf partie IV Nouveau foyers = foyer BRINI)

à

Actuellement l'ONERSOL participe un projet placé sous la tutelle de la Direction de l'Energie, intitulé "Conservation et substitution de l'Energie, à usage domestique", financé par l'UNSO - L'ONERSOL est chargé plus particulièrement de déterminer les besoins d'adaption des foyers domestiques existants ou un nouvel équipement aux combustibles gaz pétrole, kéroslène.

Les perspectives de recherche de l'ONERSOL dans l'avenir, outre la poursuite de ces activités sur les combustibles de substitution, concernent les types d'équipement de cuisson suivants :

- Foyers multi-marmite métalliques pour la cuisine domestique, pour marmite N°1 à 5
- Foyers à touque, à beignets, à bonbons, foyers pour 1/2 tonneau
- Foyers à grand diamètre pour les collectivités.

REPUBLIQUE DU SENEGAL

Au Sénégal, plus particulièrement au CERER (Centre d'Etudes et de Recherches sur les Energies Renouvelables), les recherches ont ces derniers mois porté sur la conception et l'optimisation d'un foyer multi marmite à charbon de bois.

Les travaux ont abouti à la mise au point de deux modèles multi marmites M-2-5KGS et multi 3-7 KGS (cf schéma en annexe)

Le principe du foyer multi marmite repose sur l'existence d'un support de marmite de forme originale, qui permet l'adaptation de différentes tailles, conservant certains paramètres.

- La marmite repose sur trois calles qui menagent un GAP constant de 5 mn.
- L'angle de développement ($\alpha = 60^\circ$) permet, la charge d'une quantité optimale de charbon/proportionnelle à la taille de la marmite
- Un rebord supérieur de 5 cm, rappelle la forme originale du Sakkanal unimarmite, améliore l'échange de chaleur convection, et limite les pertes dues au vent.

Des tests de terrain (relevé des consommations dans 19 familles sur 5 jours) ont montré une économie moyenne de 36% par rapport au foyer traditionnel Malgache (le Sahkanat unimarmite économise 50%).

Si les femmes constatent que le modèle multi-marmite Sahkanal est légèrement moins économique que le SAHKANAL-Unimarmite, elles sont cependant satisfaites de son utilisation, et insistent sur l'avantage de pouvoir utiliser des marmites de tailles différentes. Une visite de suivi, une semaine fin de tests a permis de constater que tous les foyers introduits dans le ménages étaient régulièrement utilisés.

Les voix et moyens de diffuser ce nouveau foyer est en étude. La méthodologie d'essai suivie dans le cadre de l'optimisation du multimarmite est celle proposée à BAMAKO 1985.

Les remarques et réflexions de l'équipe technique du CERER sur cette norme provisoire portent sur les points suivants :

- variation de l'humidité du charbon, et influence sur la performance du foyer.
- conduite du feu (la puissance pendant la deuxième phase influant naturellement sur le rendement thermique)

Pour cette deuxième phase, on a donc introduit la notion de consommation spécifique, ramenée à la quantité d'eau évaporée.

Les recherches du CERER porteront dans l'avenir sur :

- les foyers à grandes dimensions (pour collectivités et gargottes)
- les foyers domestiques métalliques mixtes bois/charbon et multimarmites
- les foyers pour grillades.

RECHERCHE SUR LES FOYERS AMÉLIORÉS AU TCHAD

La recherche en Foyers Améliorés au Tchad est encore à un stade embryonnaire.

Une première série d'essais sur les modèles traditionnels Filli (poterie) et Massa (banco) a pu être conduite grâce à l'appui technique du Coordonnateur Technique du CILSS (Mr Sylvain Strasfogel). Les résultats exprimaient les rendement thermiques des foyers sur la première phase de montée en ébullition.

Cette série d'essais révéla que le foyer filli céramique se semi-fixe était le plus performant ($PCU_1 = 19\%$).

En fait, la conception des foyers Filli laisse augurer d'un bon résultat, car il présente les caractéristiques suivantes :

- bonne protection contre le vent
- surface d'échange entre la marmite et le feu assez satisfaisante
- échange de chaleur par convection moyen
- distance entre fond marmite et cœur du feu moyenne
- inertie thermique faible.

Le foyer FILLI céramique lors d'un seul essai de cuisine contrôlée pour la fabrication de la boule (le plat plus populaire) a permis une économie de 30% de bois et une économie en temps de cuisson de 24 %.

Suite à la participation au séminaire "des Femmes et Foyers Améliorés" "Femmes-potières" GAOUI ont elles mêmes réduit le dimensionnement de la porte d'alimentation en bois du FILLI céramique.

Depuis lors, la non disponibilité d'équipements requis, a empêché les techniciens tchadiens d'entreprendre les recherches sur les différents modèles actuellement utilisés sur N'DJAMENA, suivant la méthodologie proposée à BAMAKO III.

Cependant, une étude théorique, fait ressortir certaines interrogations et différences, comparativement à la méthodologie précédemment en vue.

- la récupération des braises de charbon de bois à la fin de la phase haute puissance.

- la durée de la phase de mijotage

le calcul de l'équivalent bois sec consommé durant la totalité de l'essai.

Le lancement en septembre prochain du "projet pilote de diffusion de foyers améliorés sur N'DJAMENA par le CONAFA, et l'assistance technique du CILSS et de l'Association Bois de Feu, permettra aux responsables tchadiens de démarrer leurs activités de recherche sur des bases beaucoup plus solides

TABLEAU RECAPITULATIF DES COMMENTAIRES ET POINTS
SOUMIS A DISCUSSION PAR LES CHERCHEURS SUR LA
METHODOLOGIE PROVISOIRE BAMAKO III.

BURKINA - FASO	GAMBIE	NIGER	MAURITANIE	SENEGAL	TCHAD
<ul style="list-style-type: none"> - Prise en compte de l'humidité du bois - l'arrivée à l'ébullition - Pertinence de la CSS consommation spécifiquement thermique global pour l'évaluation de la performance du foyer. - destination de la fiche de test pour l'opération, de la fiche de calculs sur le test. 	<ul style="list-style-type: none"> - de l'intérêt de la connaissance de l'humidité relative de l'air M.R - L'importance de la ménée de l'humidité du bois - pas d'utilisation de couvercle pendant le test - combustion entre par l'opérateur dans l'expression et l'interprétation des résultats 	<ul style="list-style-type: none"> - de la durée de la phase mijotage - partir de l'allumage du feu ou de la pose de la marmite. - de la nécessité du couvercle pendant le test 	<ul style="list-style-type: none"> - problème du chronométrage du test à partir de l'interprétation des conditions atmosphériques et de la conduite du feu par l'opérateur dans l'expression et l'interprétation des résultats 	<ul style="list-style-type: none"> - expression introduction d'un maximum de résultats favorisant l'interprétation et les comparaisons notamment : introduction de la couve-marmite maison à température de 60 milles de puissance CSS, rapporté à l'eau évaporée de la quantité d'eau évaporée - de la consommation totale effective BST pour la simplification de la fiche de test 	<ul style="list-style-type: none"> - récupération non des braises de charbon à la fin de la phase monde puis-sance. - durée de la phase mijotage proposée d'une durée d'une heure. - de la nécessité du couvercle pendant le test

III. - METHODOLOGIES DE TEST

3.1. - Test de Laboratoire d'Ebullition de l'eau TE

L'exposé du coordonateur technique sur l'évolution des précédentes méthodologies de test de laboratoire d'ébullition de l'eau proposait de finaliser la méthodologie provisoire de Bamako 85, sur les points suivants :

- Conditions d'essai
- Procédure de test
- Expression des résultats
- Interprétation

L'accent a été mis sur la nécessité d'harmoniser la méthodologie des différents centres de recherche, afin de permettre une même expression des résultats pour la comparaison des foyers des différents pays.

C'est un test de référence qui permet de comparer le comportement et les performances des foyers domestiques traditionnels et améliorés au niveau régional et international.

Ce test comprend :

- Une phase haute puissance durant laquelle on porte à l'ébullition une certaine quantité d'eau le plus rapidement possible.
- Une phase basse puissance de maintien durant laquelle cette quantité d'eau est maintenue.

Principales Spécificités de la Méthodologie :

Principaux Eléments de la Méthodologie

- Suite aux résultats exprimés lors de la réunion des experts à Arlington en 1982, il a été retenu d'estimer l'humidité du bois à partir de l'humidité relative de l'air, relevée au cours de la semaine précédant le test.
- Pour s'approcher des conditions réelles de cuisson, le test sera effectué avec la marmite couverte.
- Le temps de mijotage a été fixé à 30 mn ; les expériences du Niger et du Sénégal montrent qu'on ne peut observer de différence notable entre les résultats des tests effectués avec 30 et 60 mn.
- Toujours pour s'adapter aux conditions réelles de cuisson, la charge du foyer sera maximum pendant la 1ère phase, minimum pendant la 2ème phase.
- Dans le cadre de l'expression des résultats il a été retenu pour valeur du pouvoir calorifique des bois et charbon de bois, respectivement 19.000 et 29.000KJ/KG.
- On pèsera séparément le bois et les braises restantes, afin de tenir compte de leur différence de pouvoir calorifique. Les braises restantes à la fin de la 2ème phase ne seront pas réutilisées.
- Il a été retenu d'exprimer les résultats sur le maximum de paramètres permettant d'évaluer le comportement du foyer.
- On introduit les 2 variables suivants, par rapport aux précédentes méthodologies :
 - TES : Temps d'ébullition spécifique
 - CS₂ : Consommation spécifique 2^e phase

• Concernant la signification des résultats :

- Le PEU (pourcentage de chaleur utilisée 1ère Phase) et la CS₁ (Consommation spécifique 1ère phase) renferment sensiblement la même information (quantité de bois consommée quantité d'eau restante à l'ébullition)
- Il est souhaitable que les centres de recherche étudient la signification de CS₂ (consommation spécifique deuxième phase)
- La comparaison des CS₁ ne rend pas bien compte de l'économie réelle du foyer amélioré. Celle-ci s'évaluerait plutôt par la comparaison des PCUT (pourcentage de chaleur utilisée sur la totalité du test).

Un accent particulier sera mis sur l'interprétation des résultats afin de mettre en évidence les variables des plus significatives pour l'évaluation de l'économie réelle d'un foyer. Il consistera sans doute des différences d'interprétation entre les foyers à bois et les foyers à charbon.

La " méthodologie sahélienne de test de laboratoire" est présenté en Annexe 2.

3.2. - Test de cuisine contrôlée en laboratoire

Ce test constitue une étape intermédiaire entre le test d'ébullition d'eau et l'enquête de consommation journée.

OBJECTIFS :

Il s'agit de :

- comparer le combustible consommé et le temps nécessaire pour cuire un même repas sur des foyers différents.

- déterminer si un foyer peut effectivement cuire la gamme des repas normalement préparés dans un pays donné.
- comparer les pratiques culinaires différentes sur un même foyer.

Il est souhaitable que le test ait bien lieu dans un laboratoire où tous les paramètres pourront être contrôlés :

- quantité d'aliments cuits au départ et quantité d'eau ajoutée en cours de cuisson.
- pratique culinaire (durée des phases de haute puissance et mijotage)
- conduite au feu (dimensionnement du bois, fréquence d'alimentation du foyer)
- quantité d'aliments cuits à la fin du test.

Afin de garantir la fiabilité des résultats, on insistera d'une part sur la difficulté, et la nécessité de définir un critère de fin de cuisson pour un plat donné.

D'autre part, les utilisatrices devront être sensibilisées aux critères de bon fonctionnement du foyer amélioré. (cf utilisation d'un F.A. = Manuel de référence); et plusieurs tests réalisés par plusieurs ménagères sur un même foyer, devront être effectués.

La méthodologie du test cuisine contrôlée en laboratoire figure en annexe 3.

3.3. - Interpretation Statistique des Résultats

Pour une bonne interprétation des résultats tant pour le test d'Ebullition d'eau que pour le Test de Cuisine contrôlée un minimum de 5 tests par foyer est recommandé.

La moyenne se fera en éliminant les valeurs qui semblent trop s'en écarter.

Elle a pour expression :

$$\bar{X} = \frac{1}{n} = \sum_{i=1}^n X_i$$

\bar{X} = moyenne des résultats

n = nombre de test

x_i = valeur du résultat du test n=i

On calculera ensuite l'écart type σ qui caractérise la variabilité entre différents tests du même paramètre :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}$$

On donnera ensuite l'intervalle de confiance IC, qui indique la précision avec laquelle la moyenne est calculée.

$$IC = \pm t_{\alpha/2} \frac{\sigma}{\sqrt{n}}$$

Avec $t_{\alpha/2}$ = t de student (trouvé dans les tables statistiques)

NB : pour un degré de signification de 95 %

$$t_{\alpha/2} \approx 2 \text{ pour } 5 \text{ tests}$$

Ceci veut dire qu'il y a une probabilité de 95% que les mesures du paramètre tombent dans l'intervalle compris entre $\bar{X} - IC$ et $\bar{X} + IC$

La comparaison des résultats tels que les CSS par exemple, entre deux foyers différents ou des condition de fonctionnement différentes, peut se faire en utilisant le test t de student.

Ce test est utilisé pour savoir si le parasite de conception testé présente des différences significatives selon les différents foyers ou les conditions de fonctionnement différentes.

On calcule la valeur de t au moyen de la formule suivante :

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Dans laquelle les indices 1 et 2 se rapportent à chaque foyer au condition de fonctionnement, \bar{x} , G et N représentent, respectivement, la moyenne, l'écart type, et le nombre de tests pour chaque situation.

La valeur de t calculée est alors comparée à des valeurs de la table t figurant en annexe.

Les valeurs données dans cette table sont données en fonction des "degrés de liberté" et du niveau de signification. Par "degrés de liberté", on se réfère tout simplement au nombre de mesures des tests moins le nombre de paramètres qui ont été évalués d'après les mesures.

$$\text{On a ainsi } = \text{degrés de liberté} = n_1 + n_2 - 2$$

Ainsi on pourra dire que la moyenne d'un groupe de tests est plus grande que la moyenne d'un autre groupe à un certain niveau de signification si la valeur t calculée est plus grande que le chiffre situé à ce niveau là dans la table.

3.4. - Enquêtes Consommation dans les Familles :

Cette enquête mesure le taux relatif de consommation de deux foyers lorsqu'ils sont utilisés dans un environnement familial ordinaire.

C'est un test prolongé qui doit être effectué avec la coopération volontaire de quelques familles. Les résultats peuvent fournir des indications les plus rares quant à la performance d'un foyer dans une situation d'usage normal.

Les objectifs de l'enquête sont les suivants :

- étudier l'impact du nouveau foyer amélioré sur la consommation familiale en combustibles pour la préparation des repas.
- démontrer aux usagers les économies de combustible qu'ils peuvent réaliser grâce au foyer, et leur montrer la façon correcte de l'utiliser.

Ces enquêtes devront être effectuées par des enquêteurs bien formé.

Les réflexions du séminaire ont mis en évidence la difficulté de maîtriser toutes les variables, pour la mise en oeuvre et le déroulement d'une enquête consommation combustible dans les familles.

Les points suivants ont été soulignés :

- la sélection des familles devra être rigoureuse, une enquête préliminaire pour le choix de l'échantillon, est souhaitable (familles homogènes du point de vue taille et catégorie socio-professionnelle)
- les foyers traditionnels et améliorés devront être testés dans les mêmes familles.
- la présence de l'enquêtrice (tour) devra être la plus discrète possible, elle devra donner des conseils pour l'utilisation du foyer.

La méthodologie de l'Enquête consommation journée proposée en annexe 4 n'est pas définitive, elle donne, les éléments et les informations nécessaires à l'enquêteur et pour le bon déroulement de l'enquête.

Elle sera adaptée au niveau de chacun des Etats.

5.2. NOUVEAUX FOYERS

En matière de recherche et vulgarisation des nouveaux foyers, il était important dans le cadre de cette "réunion des chercheurs", de faire une première analyse des premières réalisations des Etats dans ce domaine.

BURKINA-FASO

Outre les foyers à usage familial, l'Institut Burkinabé de l'Energie a également travaillé sur les foyers à grande dimension. C'est ainsi qu'ont été mis au point des foyers pour les collectivités.

Un premier modèle est construit en béton aussi, et muni d'une cheminée. Les formes de marmites utilisées sont cylindriques et à fond plat. Il a été construit dans plusieurs casernes de la ville de OUAGADOUGOU.

Un deuxième modèle est construit avec des briques en banco. Le mélange est le même que celui utilisé pour la construction du foyer 3 Pierres Amélioré. Les supports pour la marmite sont également faits avec le même mélange. Trois foyers ont été construits chez des petits restaurateurs.

Les derniers travaux de l'IBE sur la réduction de la consommation en bois ont concerné les foyers à dolo (une bière de mil). Le prototype amélioré mis au point utilise quatre canaris.

Des mesures de terrain sont entrain d'être faites, chez une dolotière afin d'estimer les économies réelles de bois avant d'entreprendre une diffusion massive.

Dans le cadre de l'utilisation d'énergie de substitution, l'IBE vient de mettre au point un prototype de foyer à gaz butane adapté aux types de marmites sphériques du Burkina-Faso. Son rendement thermique est assez élevé ($PCU_1 = 55\%$) et présente une bonne économie en gaz. Un test effectué dans 25 familles a permis de montrer que les familles burkinabé sont intéressées par de tels modèles.

Enfin, dans le cadre de la cuisine domestique, aux modèles de foyer multimarmite métallique et céramique à bois sont encours d'optimisation.

GAMBIE

Il est important de rappeler que le NOFLIE Métallique, peut être considéré comme un nouveau foyer. En effet, il est multi-marmite, et conçu pour la combustion aux briquettes de coques d'arachides et au bois.

En marge de la mise au point de ce modèle domestique, les techniciens Gambiens ont mis au point un modèle de foyer NOFLIE adapté pour la cuisine dans les collectivités (projet de vulgarisation dans 400 écoles).

L'originalité de ce modèle est la possibilité d'accepter une nécessité d'une capacité minimale de 50 kgs. La paroi interne est en tôle neuve, sa paroi externe en tôle de récupération.

Pour le bon fonctionnement du foyer, suite à des tests de cuisine réelle, des modifications techniques ont été apportées :

- augmentation du nombre et du diamètre des trous d'air primaires et secondaires
- mobilité de la grille
- agrandissement de la porte
- modification de la forme cylindrique de la chambre de combustion du modèle domestique individuel, vers une forme tronconique, cela favorise la combustion de la quasi-totalité du charbon restant et une plus grande surface d'échanges de chaleur.

Les premiers tests de cuisine contrôlée sur ce modèle ont montré une économie de bois allant jusqu'à 70%.

NIGER

Plusieurs nouveaux foyers sont en cours d'optimisation au niveau de l'ONERSOL.

Dans le cadre du projet pilote "utilisation de briquettes au Niger" mené conjointement par la Direction de l'Energie et l'Association Bois de Feu, fut mis au point un foyer métallique à briquettes dénommé "BRINI".

Les principes de conception du foyer BRINI sont les suivants: La paroi cylindrique externe qui enveloppe la marmite limite les pertes de chaleur dans l'atmosphère environnante et favorise le transfert de charleur par convention des foyers vers le récipient.

Les dimensions critiques restent les distances entre la marmite et la paroi, et entre le fond de la marmite et le lit du foyer. Ce foyer est adapté pour la combustion de briquettes de coques d'arachides. La chambre de combustion intérieure maintient les briquettes très concentrées sous le fond de la marmite, empêchant leur dispersion qui rendrait l'allumage plus difficile et provoquerait de forts dégagements de fumées, du fait de leur refroidissement.

Ce projet pilote, conduit sur la ville de Dosso, avait pour principal objectif l'évaluation de l'acceptabilité des briquettes par les femmes nigériennes.

Le projet tire les premières conclusions suivantes. Les briquettes sont un peu moins bonnes que le bois, mais sont perçues globalement comme équivalentes. Concernant le mode d'utilisation des briquettes, les ménagères manifestent une préférence pour le mélange bois + briquettes. Concernant le foyer BRINI, ce foyer est apprécié comme foyer amélioré, mais n'est pas jugé indispensable pour brûler des briquettes.

En matière d'acceptabilité sociale concernant le produit, les briquettes bénéficient d'une bonne image de modernité et de nouveauté qui valorise l'acheteur.

Pour une bonne commercialisation du produit, les prix des briquettes doit rester comparable à celui du bois. Suite à la baisse de la pluviométrie au Sahel, on note malheureusement une diminution de la production d'arachides.\$

Concernant la clientèle, on peut dire que le prestige social et la possibilité de s'approvisionner en combustibles complémentaires dans les cas de pénurie de bois, en constituent les deux pôles essentiels.

Enfin dans le cadre du projet Direction de l'Energie/GTZ/Banque Mondiale, un foyer amélioré pour la grillage de viandes a été mis au point.

C'est un four en banco - les améliorations par rapport au four à grillades sont les suivantes :

- réduction de l'épaisseur des parois
- réduction de la distance lit de feu - grille
- réduction de la porte d'entrée d'air (porte d'alimentation en bois).

SENEGAL

En ce qui concerne la recherche sur les nouveaux foyers au Sénégal, les travaux ont porté sur les modèles suivants :

- modèle multimarmite à charbon de bois pour la cuisine domestique
- le modèle SAKKANAL métallique à charbon de tourbe.

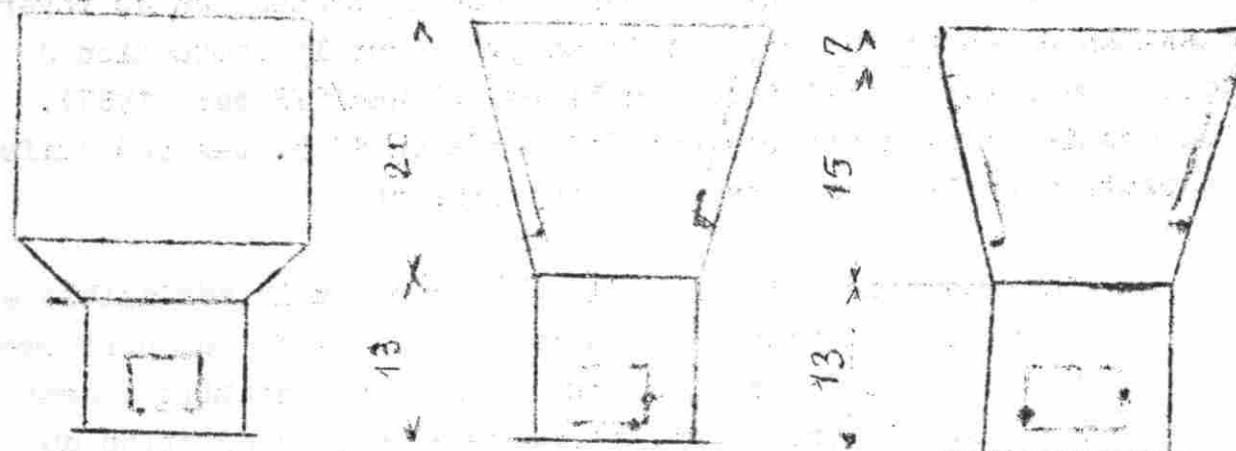
Le modèle multimarmite à charbon de bois

D'après les nombreuses études réalisées sur les foyers à charbon, on peut dégager un certain nombre de contraintes d'ordre thermique :

- Bonne protection des braises pour limiter les pertes par rayonnement ;
- Surface rayonnante la plus grande possible ;
- Gap (distance bord du foyer marmite) constant ;
- Distance fond de marmite lit de feu sensiblement constant.

A l'heure actuelle, 2 modèles semblent répondre de manière satisfaisante aux différentes contraintes. Le modèle A accepte les marmites de taille 2 à 5 kg, le modèle B les tailles 3 à 5 kg. La forme conique permet d'introduire une quantité de charbon proportionnelle à la taille de la marmite 3 cales de 5mm placées sur le tronc de cône garantissant un gaz constant.

Le rebord vertical du modèle B permet une meilleure récupération des gaz de combustion.



Les résultats étant très homogènes suivant les tailles de marmite :

FOYERS	ECONOMIE TEMPS	RENDEMENT GLOBAL	ECONOMIE DE COMBUSTIBLE
MALGACHE	-	23 %	-
SAKKANAL	40 %	35 %	42 %
MULTI - A	25 %	30 %	30 %
MULTI - B	30 %	33 %	39 %

Le modèle Multimarmite à charbon de tourbe

Depuis 1983, le CERER et la compagnie des Tourbières du Sénégal (STS) ont mené conjointement des travaux de recherche pour la mise au point de foyer métallique pouvant fonctionner avec le charbon de tourbe.

Du point de vue performance thermique et acceptabilité seule la tourbe carbonisée pourra être utilisée en foyer pour la cuisine domestique.

Les derniers travaux ont montré que la conception du foyer SAKKANAL à charbon de bois était adaptée pour la combustion de tourbe des foyers métalliques améliorés (CERER/CTS mars 1985). Des essais complémentaires ont été menés en 1985. Les objectifs de cette nouvelle campagne d'essais étaient :

- d'une part de déterminer la teneur maximale admissible en cendres, de la tourbe carbonisée du point de vue performance thermique du foyer au laboratoire et acceptabilité dans les ménages. D'autre part, l'adaption de la conception du foyer SAKKANAL à cette nouvelle qualité de tourbe, cela dans la perspective de pouvoir quantifier le potentiel maximum exploitable de tourbe brute, dans la région des NIAYES pour l'utilisation domestique.

MALI ET BURKINA - FASO

- Au Mali les foyers multimarmites métalliques sont en cours d'optimisation grâce au projet LESO/VITA (1986). C'est le foyer OUAGA métallique avec des cales pouvant recevoir 1 à 3 tailles de marmite et quelques améliorations au niveau de la chambre de combustion.
- Au Burkina-Faso : Suite à l'avant projet IBE/CILSS/ABF élaboré en Avril 1986, le potier Burkinabé a fait cinq prototypes de foyers céramiques multimarmites. Ces foyers sont en cours d'optimisation à l'Institut Burkinabé d'Energie (IBE).

TYPE DE F. A	NATURE MATERIAUX	COMBUSTIBLE UTILISE	NOMBRE MARMITE	PERFORMANCE		DUREE de vie
				RENDEMENT THERMIQUE	ECONOMIE REALISEE	
FOYER A DOLLO (Cuisine artisanale) (BURKINA)	Banco+Paille+ bouse de vache	BOIS	4 Canaris			
CERAMIQUE MULTIMARmite (Burkina)	Argile cuite + Chamotte	BOIS	1 - 3			
FOYER A GAZ (BURKINA)	Tôle noire ou galvanisée (E= 10-12/10mm)	GAZ	1 - 2			
FOYER BRINI (NIGER)	Tole noire (E= 10-15/10mm)	Briquettes coque d'arachides	1			
Foyer à P.A. pour collectivités	Banco+Paille + Bouse de vache+ briques terre séche	BOIS	N° 2 à 5	50 %	1-2 ans	
SAKKANAL MULTIMARmite Metallique MULTIMARmite (Mat et BURKINA)	Tôle noire	Charbon de BOIS BOIS	4 ?	31-33% (N° 2 à 5) cours d'optimisation	36 %	2ans
NOFILE GRANDE TAILLE POUR LES ECOLES (GAMBIE)	Tôle noire 20/10ème	BOIS	taille 15-20KGS jusqu'à 50 kgs	-	50-70%	2ans

IV. -- PERSPECTIVES TECHNIQUES EN MATIERE DE RECHERCHE

En effet, l'exposé du coordinateur technique sur les perspectives en matière de recherche et d'amélioration des technologies de mission au Sahel, proposait deux domaines dans lesquels des travaux de recherche complémentaires déjà réalisés, pourront être engagés :

- amélioration des modèles de foyers améliorés domestiques existant tant sur le plan de leur performance que sur ceux de leurs durabilité et acceptabilité.
- conception des nouveaux foyers. Suivant la terminologie adoptée au séminaire de BAMAKO III sur la "Finalisation du manuel de Référence", cela concerne les foyers à grand diamètre pour les collectivités (écoles, caserne, hopitaux, petits restaurants), les foyers pour les activités de l'artisanat alimentaire et commercial (fabrication du Dolo, de l'huile de palme, ou de karité, grillades de viande), les foyers multi-marmites domestiques, enfin les foyers utilisant des combustibles de substitution au bois et au charbon de bois (briquettes de coque d'arachide, tourbe carbonisée, gaz)

En ce qui concerne les grandes tailles de foyers domestiques, la recherche va continuer au niveau des différents centres sahéliens pour les tailles de marmite supérieures au N°5..

Deux améliorations semblent possibles pour le modèle métallique et le modèle en bance :

- la réduction de la chambre de combustion à bois se rapprochant ainsi à la forme du foyer (Sokhanal) du Sénégal et du Burkina mixte du (Burkina-Faso) (optimisation du volume d'air pour une bonne combustion et réduction des pertes de chaleur par conduction des parois).

Concernant le foyer ALBARKA, les points spécifiques suivants ont été développés; nécessité de recherches complémentaires sur la résistance des matériaux.

PROPOSITIONS DES CHERCHEURS SAHELIENS POUR
L'AMELIORATION DES FOYERS DOMESTIQUES
EXISTANTS :

TYPE DE FOYERS	PERFORMANCE	TECHNIQUES DE FABRICATION DURABILITE DU FOYER	ACCEPTABILITE
NOFLIE Métalli- que (GAMBIE)	<ul style="list-style-type: none"> -Impact de la double paroi pour les petites tailles - Chercher à simplifier la double paroi en : - réduisant la surface développée par une simple surface cylindrique : - Simplifiant l'assemblage (soudure) par un rivetage. 	<ul style="list-style-type: none"> - chercher à concevoir un modèle de fabrication simple et peu coûteuse (avec le maximum de performance) 	
METALLIQUE CY- LINDRIQUE A BOIS (MALI, NIGER, BUR- KINA)	<ul style="list-style-type: none"> - Optimisation du dimensionnement des entrées d'air primaire et secondaire (porte) - Réduction de la hauteur des parois. - impact de la grille (nombre de trous) - Système de supports de marmite (éviter des supports pliés à angle vif). 	<ul style="list-style-type: none"> - Renforcement de la base (par pliage ou support en couronne...) - Mobilité de la grille (pour faciliter la réparation ou le remplacement). 	<p>enquêtes dimensions marmites pour éviter qu'elle ne coincer dans les foyers</p> <p>uni marmites</p>
SAKKANAL à Char- bon de bois- (SENEGAL)	<ul style="list-style-type: none"> - Mixité bois charbon - Optimisation de la chambre de combustion à charbon de bois. - Réduction de la hauteur des parois du modèle unimarmite 	<ul style="list-style-type: none"> - Optimisation de l'épaisseur des tôles utilisées suivant les différentes tailles de marmites - Chercher une plus grande stabilité du foyer pour les tailles moyennes de marmites (agrandissement de la base) 	
BURKINA MIXTE à Bois et Charbon (BURKINA-FASO)	<ul style="list-style-type: none"> - Optimisation de la chambre de combustion à charbon de bois. -Position de la 		

LES FOYERS DOMESTIQUES EXISTANTS

TYPE DE FOYERS AMELIORES	NATURE MATERIAUX	COMBUSTIBLE UTILISE	NOMBRES MARMITES	PERFORMANCE Rendement thermique total	DUREE DE VIE
n°3 Pierres Ameli- oré (BURKINA) OUAGA METALLIQUE (BURKINA)	Banco+Paille+ Bouse de Vache	BOIS	1	27 %	35-40% Economie 6 - 12 mois
BURKINA MIXTE	Tôle Noire (E=10-15/10mm)	BOIS	1	30 % = Bois	40-50% 2 ans
CERAMIQUE PORTATIF (Burkina)	Tôle Noire de récupération (E=10-15/10mm) argile + terre cuite	BOIS et Charbon	1	35 % = Charbon 50%	1 - 2 ans
n°3 Pierres AME- LIOREES (MALI)	Banco+Paille+ Bouse de vache	BOIS	1	34 %	45-60% 1 - 2 ans
FOYER AMELIORE METALLIQUE PORTATIF (MALI)	Tôle Noire (E=10-15/10mm)	BOIS	1	27 % 23-35% N°1-N°5 26-30% N°6-N°10	35-40% 6 - 12 mois
MAT SAUKI (NIGER)	Tôle noire de récupération (10-15/10mm)	BOIS	1	40-50%	2 ans
ALBARKA 3.P.A (NIGER)	Banco+Paille+ Bouse de vache	BOIS	1	29 % 30-35%	2 ans
SAKKANAL (SENEGAL)	Tôle noire de récupération (E=10-15/10mm)	BOIS et CHARBON	1	26-27 % 35-40%	2 ans

COUIMBA GUEYE (SENEGAL)	ARGILE+ SABLE	BOIS	1	32% BOIS 35% CHARBON	45-55% BOIS	6-12 mois
FILLI fixe (TCHAD)	Banco+ PAILLE BRISEE	BOIS	1	19-22%	Optimisation en cours	
FILLI CERAMI- QUE (TCHAD)	Argile cuite	BOIS	1	19%	"	
TEKANE (MAURITANIE)	Briques EN ARGILE	BOIS	1	23-24%		
PORTABLE POTERY STOVE (Portable Céramique) (GAMBIE)	Argile CUITE CHAMOT- TE + SABLE	BOIS	1	35-40%		
KUMBA GUEYE POTERYLINER (GAMBIE)	BOISet BRIQUET- TES CO- QUE D'ARA- CHIDE	BOIS	1	6-18 mois	1 an	
FOYER EN BRI- QUES (MASSIF à UN TROU SANS CHEMINEE) (GAMBIE)	ARGILE CUITE	BOIS	1	28-30%	18 mois	
BANCO+ SABLE+ 50% CIMENT	BOIS	2	34% 35-40%	1 - 2 ans		
			28-30%	30-40%	2 - 3 ans	

V. - CONCLUSION

Le séminaire intitulé "Réunion des chercheurs sahéliens" tenu à Mansakonko en Gambie, du 23 au 29 Juin, a permis d'obtenir les résultats importants suivants :

- la finalisation et l'adoption par les chercheurs nationaux d'une méthodologie sahélienne de test en laboratoire de la performance des foyers améliorés.

Elle répond à une des principales recommandations issues des séminaires régionaux de la première phase du projet régional foyers améliorés CILSS, qui visait l'uniformisation de l'expression des résultats.

Cette uniformisation facilitera l'interprétation des résultats, et la comparaison des performances des foyers au niveau régional.

- la finalisation de la méthodologie de test de cuisine contrôlée en laboratoire. Les résultats de ce test permettront d'affiner l'estimation de l'économie réelle des foyers améliorés.
- L'élaboration des lignes directrices d'une méthodologie d'enquêtes consommation" sur le terrain, permettant l'évaluation de l'impact de l'utilisation du foyer amélioré sur la consommation des ménages, et la démonstration à la ménagère de l'économie réalisable, par l'utilisation rationnelle d'un foyer amélioré.
- La formulation de proposition d'amélioration des modèles domestiques existants sur le plan de leur performance, de leur durabilité et de leur acceptabilité.

- Une première analyse des réalisations des Etats en matière de Recherche et de Vulgarisation des Nouveaux Foyers.

Les résultats issus de ce séminaire montrent la volonté des techniciens et chercheurs sahéliens de confronter leurs expériences, dans la perspectives d'une meilleure coordination de l'évolution des activités "Recherche-Foyers Améliorés" au Sahel

VII. - RECOMMANDATIONS DU SEMINAIRE

AUX ETATS :

- Le séminaire recommande à tous les centres de recherche sahéliens d'appliquer désormais :
 - La méthodologie sahélienne de test d'ébullition d'eau en laboratoire
 - La méthodologie de test de cuisine contrôlée

L'uniformisation de l'expression des résultats facilitera leur interprétation et leur comparaison au niveau régional.

AU CILSS :

- Le séminaire recommande la publication et la diffusion de la méthodologie sahélienne de test d'ébullition d'eau en laboratoire ; et des résultats des différents Centres de Recherche .

A N N E X E S

A N N E X E

VISITE DU CENTRE DE BRIKAMA

Le Lundi 23 Juin, les participants à la réunion des chercheurs sous la conduite des responsables techniques du projet National Foyers Améliorés de Gambie ont visité le Centre de Recherche de BRIKAMA.

L'objectif de la visite était de rendre compte sur place des derniers développements de recherche sur les foyers en général, et de rencontrer les techniciens encadrant le volet poterie et les potières qui construisent les foyers améliorés au niveau du Centre.

1. - ATELIER POTERIE

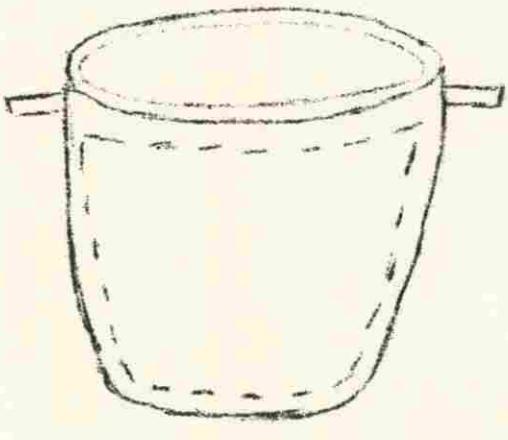
Monsieur KEITH BENNETT expert du Projet UNSO qui encadre depuis mars 1986 les **potières** à présenté les activités du Centre dans le domaine de la construction de foyers améliorés céramiques. Pour la méthode d'exécution, les potières utilisent un moule externe construit en ciment . (fig1)

Avec le système de cordon de diamètre (30mm) la potière charge son moule à une épaisseur de 20mm.

La finition se fait avec une taloche en bois léger construite par les potières elles-mêmes.

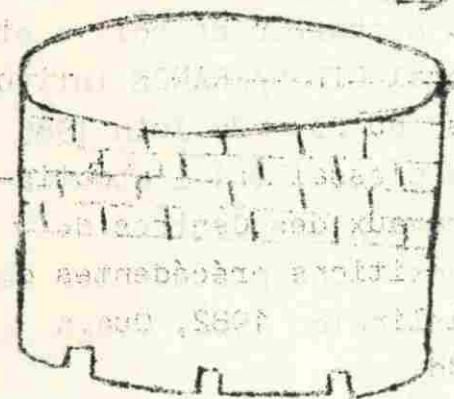
Les participants ont posé des questions sur les points suivants :

- Marmite utilisée : cylindre ;
- Temps de construction avec moule= 45mm ;
- Temps total (taille+porte et finition): 1h10mm
- Nombre de foyers construits : 900(en2mois)
- Mode de vente=comptant et crédit (avance de 25%)
- Nombre de foyers vendus = 150



2. FOUR A CUISSON

Les potières du Centre font la cuisson des foyers dans un four traditionnel. (mur $d = 2m$; H = 1,10m)



- Les pièces sont introduites dans le four.

Le tirage est direct et à ciel ouvert 1m10

- Pour mesurer la température, on utilise des cones type "Pyrometrie Cones". La lecture de température se fait quand un cone se courbe :

cela correspond à une température donnée lisible. Les cones sont installés un peu partout dans le four. Cette méthode demande beaucoup de suivi.

METHODOLOGIE SAHELIERNE DE TEST DES LABORATOIRES

Test d'ébullition de l'eau

La présente méthodologie de test de la performance des foyers domestiques à bois ou à charbon de bois a été élaborée lors du séminaire régional CILSS/FRANCE intitulé "réunion de chercheurs sahéliens" du 23 - 29 Juin 1986 à Mansakonko (Gambie). Cette norme d'essai est l'aboutissement de la réflexion et des travaux des Centres de Recherche Sahéliens sur les propositions précédentes de standardisation de ces tests : Arlington 1982, Ouaga 1984, Bamako 1985.

Elle a pour finalité l'uniformisation des conditions d'essai, de la procédure et de l'expression des résultats

Le test d'ébullition d'eau est une simulation simple et rapide des étapes habituellement suivies pour la cuisson des repas.

C'est un test de référence qui permet de comparer le comportement et les performances des foyers domestiques traditionnels et améliorés au niveau régional et international.

Ce test comprend 2 phases :

- une phase haute puissance durant laquelle on porte à ébullition une certaine quantité d'eau le plus rapidement possible
- Une phase basse puissance de mijotage durant laquelle cette quantité d'eau est maintenue à 100°C.

Equipement requis

- Un ensemble foyer + marmite avec couvercle perforé en son centre
- Une quantité de bois suffisante, d'espèce courante et de dimensions uniformes
- Une balance d'une sensibilité inférieure à 10g et d'une capacité recommandée d'au moins 15 KG
- Un thermomètre (ou sonde) (0 à 105°C) à tige longue, qui se fixe à travers le couvercle à 1cm environ du fond de la marmite
- Un thermomètre pour lire la température ambiante
- Un hygromètre dans la mesure du possible, pour mesurer l'humidité relative de l'air
- Une montre ou chronomètre indiquant les minutes
- Un bac rempli de sable pour éteindre les braises
- Un bac taré isolant permettant de peser le bois et les braises.

A - FOYERS A BOIS

1. Noter les conditions météorologiques :

- température ambiante
- intensité du vent (fort, moyen, faible)
- humidité relative de l'air qui sera la moyenne des humidités relatives enregistrées pendant la ^{par} semaine précédent le test (mesurées ^{par} l'hygromètre ou relevées dans les centres météologiques locaux)

2. Peser une quantité de bois jugée largement suffisante pour toute la durée du test et noter B0.
3. Peser la marmite complète (couvercle + Thermomètre) vide. Noter MV.
4. Remplir la marmite d'eau aux 2/3 de sa capacité. Remettre 1^e couvercle et le thermomètre.
5. Peser la marmite complète pleine et noter MO.
6. Nettoyer parfaitement le fourneau
8. Charger le foyer de façon optimale pour avoir un feu vif et une bonne combustion. Noter la section moyenne et le nombre des morceaux de bois utilisés.
9. Allumer le feu avec des brindilles ou du pétrole.
10. Peser la marmite et commencer le minutage lorsque le combustible utilisé pour l'allumage est totalement consumé et que la combustion du bois lui même a débuté.
11. Relever la température de l'eau toutes les 5 minutes.
12. Conduire le feu de manière à parvenir à ébullition le plus rapidement possible. Noter toute manipulation et réaction du feu.
13. Au moment où l'eau se met à bouillir, noter le temps TE.
14. Peser et noter séparément le bois restant B1 et le charbon récupéré C1.
15. Peser la marmite complète et noter M1
16. Reposer la marmite et réactiver le feu en utilisant le bois B1 seulement.

17. Conduire le feu en utilisant le minimum de bois pour maintenir la température de l'eau entre 95 et 100°C et en évitant un excès d'ébullition. Cette phase de mijotage devait durer 30 Minutes.

18. A la fin de cette phase, peser et noter séparément le bois restant B2 et le charbon récupéré C2.

19. Peser la marmite complète et noter M2.

II. - EXPRESSION DES RESULTATS

Pour rendre compte du comportement et de la performance du foyer, on exprimera les résultats suivants :

1. TE : temps d'ébullition : temps nécessaire pour parvenir à ébullition (minutes)

2. TES : temps d'ébullition spécifique : temps nécessaire pour amener 1 litre d'eau de 0 à 100°C (min/L)

3. PCC1 : pourcentage de chaleur utilisée 1^ophase :
1^o phase : rapport de l'énergie récupérée par le contenu de la marmite à l'énergie produite combustion pendant la première phase (%)

4. CS1 : Consommation spécifique 1^ophase : quantité de combustible nécessaire pour amener 1 litre d'eau de 0 à 100°C (KG/L).

5. P1 : Puissance 1^o phase : quantité d'énergie produite pendant le 1^ophase par unité de temps (KW)

6. CS2 : consommation spécifique 2^ophase : quantité de combustible nécessaire pour évaporer un litre d'eau pendant la 2^ophase (KG/L)

7. - P2 : Puissance 2^e phase : Quantité d'énergie produite pendant la 2^e phase unité de temps (KW)
8. PCUT : Pourcentage de chaleur utilisé total: rapport de l'énergie récupérée ^{par} le contenu de la marmite à l'énergie produite par la combustion pendant la totalité de l'essai.
9. BST : Bois sec consommé total : équivalent de bois sec consommé pendant la totalité de l'essai.
10. F : Flexibilité : rapport de la puissance première phase à la puissance deuxième phase.
11. MEV : Masse d'eau évaporée sur la totalité de l'essai

III. - CALCULS

On utilisera des coefficients de correction pour inclure l'influence connue de paramètre non standard.

- température initiale de l'eau (T_0) ramenée à 0°C.

$$\frac{100 - T_0}{100}$$

- Humidité du bois utilisé (X) calculé à partir de l'humidité relative de l'air (HR) suivant :

$$X = 0,2 \cdot HR$$

qui intervient dans l'expression de l'équivalent de bois sec consommé.

$$BS = B(1 - 0,2 \cdot HR) - 1,5C$$

1. - Calculs préliminaires : Toutes les pesées se feront en KG

$$BS_1 = (B_0 - B_1) (1 - 0,2 \cdot HR) - 1,5 C_1$$

$$BS_2 = (B_1 - B_2) (1 - 0,2 \cdot HR) - 1,5 C_2$$

2. - Calculs sur la phase haute puissance

$$TES = \frac{TE}{M_1 - MV} \times \frac{100}{100 - T_0} \text{ en mn/L}$$

$$PCU1 = \frac{4,18(M1 - MV)(100 - To) + 2260(Mo - M1)}{BS1 X 19000} \%$$

$$P1 = \frac{BS1 X 19000}{TE x 60} \text{ KW}$$

$$CS1 = \frac{BS1 X 100}{M1 - MV (100 - T1)} \text{ KG/L}$$

3. Calculs sur la phase basse puissance

$$CS2 = \frac{BS2}{M1 - M2} \text{ KG/L}$$

$$P2 = \frac{BS2 X 19000}{1800} \text{ KW}$$

4. Calculs sur la durée totale de l'essai

$$BST = BS1 + BS2 \text{ en KG}$$

$$PCUT = \frac{4,18 (M1 - MV) (100 - To) + 2260 (Mo - M2)}{BST X 19000} \%$$

$$MEV = (Mo - M2) \text{ en litre}$$

$$F = P1/P2$$

B. - FOYERS A CHARBON DE BOIS

I. - PROCEDURE

1. - Noter les Conditions météorologiques

- température ambiante
- intensité du vent (fort, moyen, faible)
- humidité relative de l'air (mesurée par l'hygromètre ou relevée dans le centre météorologique le plus proche)

2. - Peser la marmite complète (couvercle + thermomètre) .
vide et noter MV

3. - Remplir la marmite d'eau aux 2/3 de sa capacité - Remettre le couvercle et le thermomètre

4. - Peser la marmite complète pleine et noter Mo

5. - Noter la température de l'eau To

6. - Nettoyer parfaitement le fourneau, le peser vide et noter FV

7. - Peser une certaine quantité de charbon. Elle reste à être déterminée suivant les tailles de marmite. L'introduire dans le fourneau.

8. - Allumer le feu avec des brindilles ou du pétrole (10 à 15 ml) sans poser la marmite.

9. - Cinq minutes après l'allumage, peser le foyer plein et noter F•

10. - Poser la marmite et démarrer le minutage.
11. - S'il existe un volet de fermeture de porte, celui-ci doit rester ouvert.
12. - Relever la température de l'eau toutes les 5 minutes.
13. - Au moment où l'eau se met à bouillir, noter le temps TE.
14. - Peser la marmite complète et noter M1
15. - Peser le foyer plein et noter F1
16. - Reposer la marmite sur le fourneau et fermer le volet s'il existe, pendant 30 minutes.
17. - Veiller à ce que la température de l'eau ne descende pas en dessous de 95°C. Si c'est le cas, le test n'est plus valable.
18. - Au bout des 30 minutes, poser la marmite complète et noter M2
19. - Peser le foyer plein et noter F2

II. - EXPRESSION DES RESULTATS

On exprimera les résultats suivants :

1. - TE - temps nécessaire pour parvenir à ébullition (mn)
2. - TES - Temps d'ébullition spécifique : temps nécessaire pour amener 1 litre d'eau de 0 à 100°C (mn/L)
3. - PCU1- pourcentage de chaleur utilisé 1er phase=rapport de l'énergie récupérée par le contenu de la marmite à l'énergie produite par la combustion pendant la première phase (%)
4. - CS1 - Consommation spécifique 1e phase = quantité de charbon nécessaire pour amener 1 litre d'eau de 0 à 100°C (kg/L)
5. - P1 - Puissance 1er phase = quantité d'énergie produite pendant la 1er phase par unité de temps (KW)
6. - CS2 = Consommation spécifique 2è phase = quantité de charbon nécessaire pour évaporer un litre d'eau pendant la 2è phase (KG/L)
7. - P2 - Puissance 2ème phase = quantité d'énergie produite pendant la 2ème phase par unité de temps (KW)
8. - PCUT = Pourcentage de chaleur utilisée totale = rapport de l'énergie récupérée par le contenu de la marmite à l'énergie produite par la combustion pendant la totalité de l'essai (%)
9. - CT = Consommation totale de charbon durant l'essai (KG)
10. - MEV = Masse d'eau évaporée sur la totalité de l'essai(l)
11. - F = Flexibilité = rapport de la puissance de la 1er phase à la puissance de la 2° phase

III. - CALCULS

Toutes les pesées seront faites en KG

La température initiale de l'eau sera ramenée à 0°C par le coefficient de correction suivant:

$$100 - T_0$$

$$\frac{100}{100}$$

1. - Calculs sur la phase haute puissance

$$- T_{ES} = \frac{TE}{M_1 - MV} \times \frac{100}{100 - T_0} \text{ en mn/L}$$

$$- PCU1 = \frac{4,18(M_1 - MV)(100 - T_0) + 2260(M_0 - M_1)}{(F_0 - F_1) \times 29000} \text{ en \%}$$

$$- P_1 = \frac{(F_0 - F_1) \times 29000}{TE \times 60} \text{ en KW}$$

$$- CS_1 = \frac{F_0 - F_1}{M_1 - MV} \times \frac{100}{100 - T_1} \text{ en KG/L}$$

2. - Calculs sur la phase basse puissance

$$- CS_2 = \frac{F_1 - F_2}{M_1 - M_2} \text{ en KG/L}$$

$$- P_2 = \frac{(F_1 - F_2) \times 29000}{1800} \text{ en KW}$$

3. - Calculs sur la durée totale de l'essai

$$- PCU1 = \frac{4,18(M_1 - MV)(100 - T_0) + 2260(M_0 - M_2)}{(F_0 - F_2) \times (29000)} \text{ en \%}$$

$$- CT = (F_0 - F_2)$$

$$- MEV = (M_0 - M_2)$$

$$- F = \frac{P_1}{P_2}$$

EXEMPLE DE FEUILLE DE TEST

DATE : FOYER
TESTEUR : MARMITE

CONDITIONS DU TEST :

Temperature extérieur : Vent:.....
Humidité de l'air : TP° de l'eau TO.....
Qauntité d'eau :
Type de bois: Dimension bois :.....

DEPART : Heure allumage :
Heure pose marmite
Marmite vide MV
Marmite pleine MO
Bois départ BO

EBULLITION Heure :

Marmite M1
Bois restant B1
Braises restantes C1

MIJOTAGE 30 MN

Marmite pleine M2
Bois restant B1
Braises restantes C1

MONTEE A EBULLITION

Temps (mn)	Température	Remarques
5		
10		
15		
20		
25		
30		
35		
40		
45		

MIJOTAGE

Temps (mn)	Température	Remarques
5		
10		
15		
20		
25		
30		

EXEMPLE DE FEUILLE DE TEST

AU CHARBON DE BOIS

DATE :

FOYER

TESTEUR :

MARMITE

CONDITIONS DU TEST

Température extérieure :

Vent :

Humidité de l'air :

Quantité d'eau :

Quantité initiale charbon :

température eau :

DEPART

Heure allumage

Heure pose marmite

Marmite vide MV

Marmite pleine MO

Foyer plein à la pose de la marmite FO

EBULLITION

Heure

Marmite pleine M1 :

Foyer plein F1 :

MIJOTAGE

30 MN

Marmite pleine M2

Foyer plein F2

.../...

ANALYSE DE LA MIGRATION DES POISSONS

17 MAI

1 JUIN 1951

EBULLITION

MIJOTAGE

Temps	Température	Remarques
0		Le poisson est dans l'eau
5		
10		Le poisson commence à bouger
15		Le poisson est dans l'eau
20		Le poisson est dans l'eau
25		
30		
35		
40		

MIJOTAGE

MIJOTAGE

Temps	Température	Remarques
0		
5		Le poisson est dans l'eau
10		Le poisson est dans l'eau
15		
20		Le poisson est dans l'eau
25		Le poisson est dans l'eau
30		Le poisson est dans l'eau

TABLEAU RECAPITULATIF DES RESULTATS : TEST BOIS

FOYER

RECAPTIVATION DES BESUCATS

FOYER
MARMITE
QUANTITE INITIALE CHARBON

TEST CHARBON

ANNEXE II .

TESTS DE CUISINE CONTROLEE

Ce test constitue une étape intermédiaire entre le test d'ébullition de l'eau et l'enquête consommation journée.

1. - OBJECTIFS :

Il s'agit de :

- comparer le combustible consommé et le temps à cuire un repas sur des foyers
- déterminer si un foyer peut effectivement cuire la gamme des repas normalement préparée dans la région
- comparer les pratiques culinaires différentes sur un même foyer

Il est souhaitable que le test ait lieu dans un laboratoire où tous les paramètres peuvent être contrôlés :

- quantité d'aliments au départ et quantité d'eau ajoutée en cours de cuisson
- pratique culinaire (durée des phases feu vif et feu doux)
- conduite du feu
- quantité d'aliments cuits

On insiste sur la difficulté et la nécessité de définir un critère de fin de cuisson. Les utilisatrices devront être sensibilisées au comportement du F.A. plusieurs tests réalisés par plusieurs cuisinières devront être effectués.

2. PROCEDURE :

La comparaison de 2 foyers se fera par la préparation simultanée d'un même plat par 2 cuisinières. Celles-ci permettront ensuite de/ déceler les erreurs possibles liées à la pratique culinaire. Les quantités d'aliments et d'eau de départ devront être identiques

Les femmes devront être sensibilisées à l'utilisation du foyer

- Préparer une quantité de bois suffisante et la peser
- Peser la marmite vide
- peser les aliments et l'eau nécessaires à la préparation
- Allumer le feu et noter l'heure
- Noter le temps des différentes phases de la cuisson
- Enfin de cuisson, peser le bois restant et les braises récupérées
- Peser la marmite pleine
- Noter les commentaires de l'utilisatrice concernant les problèmes auxquels elle s'est heurtée au cours du test ainsi que ceux ayant trait à la qualité du foyer par rapport à d'autres.

Expression des résultats

On calcule l'équivalent de bois consommé EQ

$$EQ = \text{bois consommé} - 1,5 \times \text{braises récupérées}$$

On exprimera les résultats suivants :

- temps nécessaire à la préparation
- équivalent du bois consommé ramené à la quantité d'aliments cuits.

FICHE DE TESTS DE CUISINE CONTROLEE - BOIS

Nom de la Cuisinière : Date :

Conditions Atmosphériques : Nombre de marmites utilisées :

Nature du bois :

Quantité de bois au début Bo. KG

Quantité d'aliments au début : Ao..... KG

Heure début de préparation :

COMMENTAIRES ET OBSERVATIONS

PENDANT LA PREPARATION

FIN DE TEST :

- Heure fin de préparation
- Quantité bois restant : B1.....KG
- Quantité charbon restant C1.....KG
- Quantité d'aliments cuits : A1.....KG

EXPRESSION DES RESULTATS :

Calcul de l'équivalent bois consommé :

EQ = (Bo - B1) - 1,5C1 : KG

Consommation Spécifique :

$$C2 = \frac{EQ}{A1} \quad \text{KG bois/KG aliments cuits}$$

FICHE -DE TESTS DE CUISINE

Nom de la Cuisinière : Date:

Conditions Atmosphériques:

Type de repas : Nombre de marmites Utilisées.....

Nature du charbon :

Quantité de charbon au début : CO KG

Quantité d'aliménts au début : AO KG

Heure début de préparation :

COMMENTAIRES ET OBSERVATIONS PENDANT LA PREPARATION

FIN DE TEST :

- Heure fin de préparation
- Quantité charbon restant : C1 KG
- Quantité d'aliments cuits : A1 KG

EXPRESSION DES RESULTATS

Calcul de l'équivalent charbon consommé

EQ = Co - C1 = KG

Consommation spécifique :

$$CS = \frac{EQ}{A1}$$

KGC-/KG aliments cuits

durée du test
de la prépara-
tion =....mn

ANNEXE II

ENQUETE CONSOMMATION JOURNÉE

Cette enquête mesure le taux relatif de consommation par 2 foyers lorsqu'ils sont utilisés dans un environnement familial ordinaire. C'est un test prolongé qui doit être effectué avec la coopération volontaire de quelques familles. Ces résultats peuvent fournir des indications les plus sûres quand à la performance d'un foyer dans une situation d'usage normal.

OBJECTIFS :

- Etudier l'impact du nouveau foyer sur la consommation familiale de combustibles pour la préparation des repas.
- Démontrer aux usagers les économies de combustible qu'ils peuvent réaliser grâce au foyer, et leur montrer la façon correcte de l'utiliser.

Ces enquêtes devront être effectuées par un enquêteur bien formé et capable de suivre des instructions fidèlement.

1. - EQUIPEMENT

- 1 Balance portable de portée 10 KG
- 1 corde (légère) pour attacher le bois
- Des fiches pour noter les données et les calculs

PROCEDURE :

- Selectionner un échantillon représentatif des familles qui participeront aux enquêtes consommation. Prendre soin d'expliquer de façon complète aux familles la méthodologie à employer, le respect de la procédure et les résultats escomptés pour une telle étude.

A la suite des tests de cuisine contrôlées économies de bois ont été calculées par rapport au foyer traditionnel 3 pierres.

L'ensemble de ces tests a abouti à des travaux d'amélioration et de conception des modèles dont ceux préconisés pour la vulgarisation sont :

- le foyer Ouaga Métallique
- le foyer Ouaga Céramique
- le Foyer Burkina Mixte
- le Foyer "3 pierres" amélioré

Le foyer Ouaga Métallique et "3 pierres" améliorés ont fait l'objet de test sur le terrain et présentent une économie moyenne de bois de 35% par rapport au système traditionnel.

Autres Recherches

Outre les foyers à usage domestique le Burkina a mis au point :

- Des foyers à grande diamètre pour les collectivités (un en banco, l'autre en béton armé) avec cheminée
- Un modèle de foyer pour la préparation du dolo (bière de mil) utilisant quatre canaris ou dans marmites en aluminium.
- Un modèle de foyer pour l'utilisation au gaz butane à rendement thermique élevé.

Depuis un certain temps, l'IBE travaille également sur le système d'auto-cuisseur qui devra permettre de terminer la cuisson des repas, et de conserver à chaud la nourriture.

PERSPECTIVES

- Amélioration des modèles existants
- Test de terrain tant en milieu rural qu'urbain
- complément de recherche sur les foyers à gaz
- Recherche sur les multimarmites à bois : modèles métalliques et céramiques
- travaux sur les foyers à kérozène.

Remarques : La fréquence de passage de l'enquêtrice dans les ménages pour la pesée du combustible sera laissée à l'appréciation du responsable de l'enquête.

EXPRESSION DES RESULTATS

On fera le total de la consommation de chaque journée, qu'on ramènera au nombre total de personnes nourries pendant la semaine. On exprime ainsi une consommation moyenne par personne et par jour.

On calculera pour chaque journée la consommation par personne. On exprimera ensuite la consommation quotidienne moyenne par personne, qui est la moyenne pondérée des consommations quotidiennes.

[View All Products](#)

ANNEXES TECHNIQUES

Любопытно, что в 1919 году под руководством А. А. Бакунова в Университетской библиотеке было организовано первое в СССР научное общество — «Историко-литературное общество».

1. - HUMIDITE ET TENEUR EN EAU

L'humidité relative de l'air HR contrôle l'équilibre de la teneur en eau X du bois "séché à l'air" et qui est, en fait, mouillé. L'espèce du bois et la température ambiante exercent également une certaine influence, mais la formule suivante nous donne l'approximation initiale :

$$\frac{\text{masse d'eau}}{\text{masse de bois sec}} = X = 0,2 \text{ HR}^*$$

Par exemple, dans un air saturé d'eau ($HR = 1$), un kg de bois sec contiendra à peu près 0,2 kg d'eau (même davantage). A un HR plus bas de 0,6, la teneur en eau X décroît à 0,12. Bien entendu, HR et X peuvent aussi bien être exprimés en pourcentages.

$$x' = \frac{\text{masse d'eau}}{\text{masse de bois mouillé}}$$

Il est évident que la valeur calorifique, c'est à dire H_X , du bois mouillé est plus basse que celle du bois sec H_0 . On peut démontrer que pour des teneurs en eau modérées ($X < 0,2$)

$$H_X = H_0 (1 - X) = H_0 (1 - 1,1 X')$$

Par conséquent, on aura besoin de plus de bois mouillé M_X pour accomplir une tâche donnée que de bois sec M_0 . On peut expliquer ce phénomène en prenant une quantité donnée de bois mouillé et en essayant d'en calculer l'équivalent en bois sec.

$$(\text{equiv. bois sec}) M_0 = (1 - X) \cdot M_X \quad (\text{bois mouillé})$$

* La teneur en eau peut être décrite en référence à la quantité de bois sec comme on l'a fait ci-dessus ou, alternativement, à la quantité de bois mouillé aussi bien :

2.. - CALCULS HYGROMETRIQUES

La teneur en eau (X) du bois à l'air peut être évaluée à partir de l'humidité HR (voir Note Technique 1) ($X=0,2\ HR$).

La méthode la plus directe et la plus précise consiste à peser deux fois un échantillon de bois mouillé ou séché à l'air : la première fois tel quel, la deuxième fois après l'avoir séché dans un foyer (à un température de 110°C pendant 24 heures ou plus, selon la taille de l'échantillon). Avec M_x (poids humide) et M_o (poids sec) :

$$X = (M_x - M_o)/M_o \quad \text{ou} \quad X' = (M_x - M_o)/M_x$$

Dans le travail sur le terrain, la première pesée est effectuée dans le site même du test (M_x). La deuxième pesée peut être effectuée plus tard, dans un laboratoire.

(1 litre d'eau pèse 1 kg, etc.). On devrait utiliser une série de balances avec des charges limites différentes : par exemple 1,5 et 15 kgs. Les comparer : elles devraient donner le même poids pour la même charge.

Le panier utilisé pour les pesées doit être aussi léger que possible étant donné qu'on perd de la précision lorsque la différence entre deux pesées est relativement petite.

3. VOLUME

Les volumes peuvent être mesurés avec des bouteilles graduées. On peut également utiliser des bouteilles qu'on trouve dans le commerce et dont le volume est connu (1/4, 1/3, 1/1 de litre). Une balance peut faire l'affaire aussi, étant donné qu'un litre d'eau pèse 1 kg.

4. - Température

Les thermomètres au mercure sont en général précis mais facilement cassables. Le verre peut casser et la colonne liquide se séparer aussi bien. On devrait garder en réserve des thermomètres en verre. Les thermomètres métalliques sont plus résistants, mais ont besoin d'être calibrés de temps en temps, par exemple en les comparant à de bons thermomètres en verre. Des thermistors et des thermocouples à pile rechargeables ont fait preuve de leur utilité pour le travail sur le terrain. On devrait toutefois éviter les modèles à indications digitales qui deviennent indistinctes à la lumière directe du soleil. Dans tous les cas, choisir des instruments à longue échelle étant donné qu'ils donnent une meilleure résolution et une plus grande précision.

Avant d'utiliser un thermomètre pour tester un foyer, le vérifier dans de l'eau visiblement bouillante et voir s'il y a une différence entre les indications du thermomètre et le point normal d'ébullition pour cette altitude :

$$\text{point d'ébullition réel} = \frac{100 \text{ altitude (mètres)}}{300}$$

Dans les tests d'ébullition de l'Eau, lorsqu'on parle de laisser l'eau mijoter on veut dire que la température de l'eau ne doit pas descendre en dessous de 5°C en dessous de la température réelle d'ébullition. Si cela se produisait, on devrait mettre fin au test.

5. TABLE V.

Table-T

Degrés de liberté	Niveau de signification (%)*				
	10	5	2,5	1	0,5
1	3,08	6,31	12,70	31,80	63,70
2	1,89	2,92	4,30	6,96	9,92
3	1,64	2,35	3,18	4,54	5,84
4	1,53	2,13	2,78	3,75	4,60
5	2,48	2,01	2,57	3,36	4,03
6	1,44	1,94	2,45	3,14	3,71
7	1,42	1,90	2,36	3,00	3,50
8	1,40	1,86	2,31	2,90	3,36
9	1,38	1,83	2,26	2,82	3,25
10	1,37	1,81	2,23	2,76	3,17
11	1,36	1,80	2,20	2,72	3,11
12	1,36	1,78	2,18	2,68	3,06
13	1,35	1,77	2,16	2,65	3,01
14	1,34	1,76	2,14	2,62	2,98
15	1,34	1,75	2,13	2,60	2,95
16	1,34	1,75	2,12	2,58	2,92
17	1,33	1,74	2,11	2,57	2,90
18	1,33	1,73	2,10	2,55	2,88
19	1,33	1,73	2,09	2,54	2,86
20	1,32	1,72	2,09	2,53	2,84
21	1,32	1,72	2,08	2,52	2,83
22	1,32	1,72	2,07	2,51	2,82
23	1,32	1,71	2,07	2,50	2,81
24	1,32	1,71	2,06	2,49	2,80
25	1,32	1,71	2,06	2,48	2,79
26	1,32	1,70	2,06	2,48	2,78
27	1,31	1,70	2,05	2,47	2,77
28	1,31	1,70	2,05	2,47	2,76
29	1,31	1,70	2,04	2,46	2,76
30	1,31	1,70	2,04	2,46	2,75
-	1,28	1,64	1,96	2,33	2,58

Ceci est le niveau de signification unilatéral qu'on applique aux tests dont le but est de déterminer si la moyenne d'une population est plus élevée que celle d'une autre.

6. TERMINOLOGIE "NOUVEAUX FOYERS"

Les techniciens présents au Séminaire de Bamako III ont pu établir une première classification des nouveaux foyers, ils ont distingué :

Pour la Cuisine Domestique :

- Les foyers individuels de grande taille pour la cuisine domestique à bois et à charbon de bois (taille de marmite supérieure à la taille N°6)
- Les foyers mixtes bois-charbon de bois, briquettes de déchets agricoles (coques d'arachides...)
- Foyers individuels "Multimarmites" (pouvant accepter plusieurs tailles de marmites consécutives sans variation significative de la consommation),

Pour la Cuisine dans les :

Collectivités

- Les foyers pour les collectivités (foyer à grand diamètre = hôpitaux, casernes, écoles...)
- Les foyers pour les petits restaurants, foyers à grillade (au bois ou au charbon de bois).

Pour la Cuisine Artisanale :

- Foyers à grandes dimensions pour la fabrication du dolo (Burkina-Faso), de l'huile de palme (Sénégal).

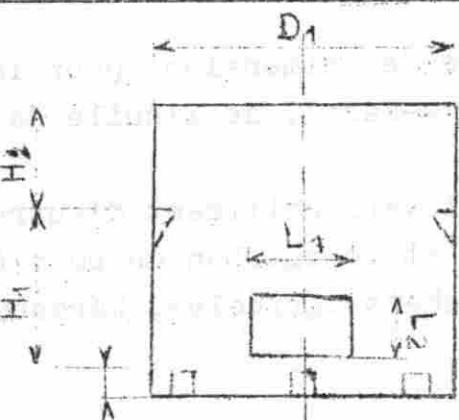
Enfin, les foyers utilisant d'autres combustibles que le bois et le charbon de bois (tourbe, gaz, pétrole, déchets agricoles, kérosène...)

7. COMPARAISON DES DIMENSIONS FOYERS AMELIORES METALLIQUES

MARMITE N° 3	H 1 (cm)	H 2 (cm)	D 1 (cm)	L 1 (cm)	L 2 (cm)	E (cm)	NBRE TROUS ET ARGILE
- BURKINA FASO	11	11	29,5	11,5	8,5	3 x 4	40 de 9
- MALI	12	13,5	30,6	13	10	4,5 x 5	?
- NIGER	16	7,5	28,5	11,5	11,5	3,5 x 2,5	38 de 16

MARMITE N° 4	H 1 (cm)	H 2 (cm)	D 1 (cm)	L 1 (cm)	L 2 (cm)	E	NBRE TROUS ET Ø (mm)
- BURKINA FASO	12	12	33	13	8	2,5 x 3	60 de 9
- MALI	13	14,5	33,8	14	11	5 x 5	?
- NIGER	17	8,5	32	12,5	13	4 x 2,5	16 de 16

MARMITE N° 5	H 1	H 2	D 1	L 1	L 2	E	NBRE TROUS ET Ø (mm)
- BURKINA FASO	14	13	33,5	13	9	4 x 3	63 de 9
- MALI	14	14,5	35,6	14,5	12	5 x 5	?
- NIGER	19	8,5	33,5	13	11,5	4 x 2,5	55 de 16



LISTE DES PARTICIPANTS

- Manzo LAOUALI ONERSOL BP 621 NIAMEY-Niger
tél: 72-39-98
- Mamadou SECK CERER BP 476 DAKAR/SENEGAL
tél : 21-14-14
- Philippe LAURA CERER DAKAR/SENEGAL
BP. 476
- Tamsir BADJI UNSO Stoves Projetct BANJUL
13 Marina Parade tél 85-08
- Buba JOOF UNSO Stoves Project Banjul
- Lang SUWAREH UNSO Stoves Project/banjul
- Koith BONNETT UNSO/Stoves/Project BANJUL
- Ely OULD EL-HADJ CNEA Mauritanie BP 1150
NOUAKCHOTT
- Ana Maria MARTINS C.A.P./INC BP 218
PRAIA REP. DU CAP-VERT
- Djimrangar GABAROUR Richard DPENR BP 94
N'DJAMENA - TCHAD tél 35-82
- YAMEOGO George Institut Burkinabé de l'Energie
BP. 7047 OUAGADOUGOU
(Burkina-Faso) tél 33.32.77
- JOREZ Jean Philippe CILSS BP 7049 OUAGADOUGOU
Tél : 33-48-70
Coordonnateur Technique
- Serigne FALL CILSS BP 7049
Assistant en formation
- SUPPORT STAFF :
 - Mamanding Kuyateh RDI Mansakonko/The Gambia
(Translator/Interpreter)
 - (French - English - French)
 - Charlotte AMOAKO C.O.P.O. Box 187/Banjal
the Gambia

COMPOSITION DU BUREAU
DU SEMINAIRE

PRESIDENT : MR. LANG SUWAREH - GAMBIE

VICE PRESIDENT : MR. GEORGES YAMEOGO - BURKINA-FASO

RAPPORTEURS GENERAUX : MM ELY OULD EL HADJ - MAURITANIE
TAMSIR BADJI - GAMBIE

CO RAPPORTEURS : MM. SECK ET PHILIPE LAURA - SENEGAL

MM. JOREZ ET FALL - CILSS

BIBLIOGRAPHIE

- 1°) Rapport du Séminaire International de Ouagadougou
"Recherche et Dissémination des Foyers Améliorés" Septembre-Octobre 1984
- 2°) Manuel de Référence pour la Construction et l'Utilisation des Foyers Améliorés au Sahel Décembre 1985
- 3°) Test de Rendement des Foyers à Bois Standards provisoires internationaux Arlington 1982
- 4°) Rapports Nationaux du Burkina-Faso, Cap-Vert, Gambie, Mauritanie, Niger, Sénégal, et Tchad, présentés à la "Réunion des Chercheurs Sahéliens" Juin 1986
- 5°) Utilisation domestique de briquettes au Niger
Résultats d'un projet pilote
- Roland Louvel -
Association Bois de Feu Septembre 1985

$$= \frac{d\theta}{dt} = \omega$$

ANSWER

COMPARISON OF THE EXPONENTS FOR THE TWO MODELS
AND THEORETICAL PREDICTION
RESULTS

THEORY PREDICTS THAT $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4 < \alpha_5 < \alpha_6 < \alpha_7 < \alpha_8 < \alpha_9 < \alpha_{10}$

THEORY PREDICTS THAT $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4 < \alpha_5 < \alpha_6 < \alpha_7 < \alpha_8 < \alpha_9 < \alpha_{10}$

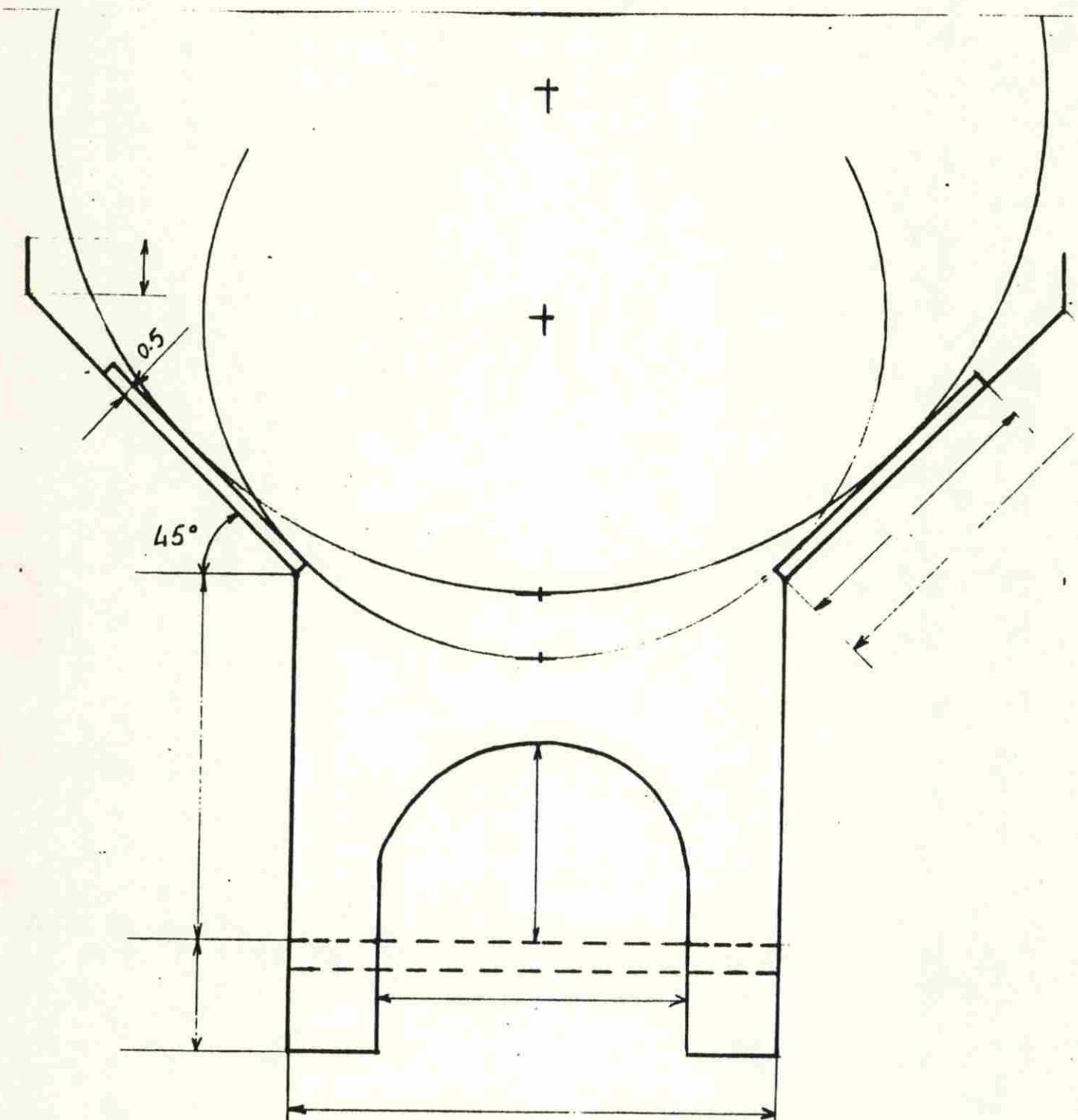
THEORY PREDICTS THAT $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4 < \alpha_5 < \alpha_6 < \alpha_7 < \alpha_8 < \alpha_9 < \alpha_{10}$

$\alpha_1 = 0.25$

THEORY PREDICTS THAT $\alpha_1 < \alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_4 < \alpha_5 < \alpha_6 < \alpha_7 < \alpha_8 < \alpha_9 < \alpha_{10}$

$\alpha_1 = 0.25$

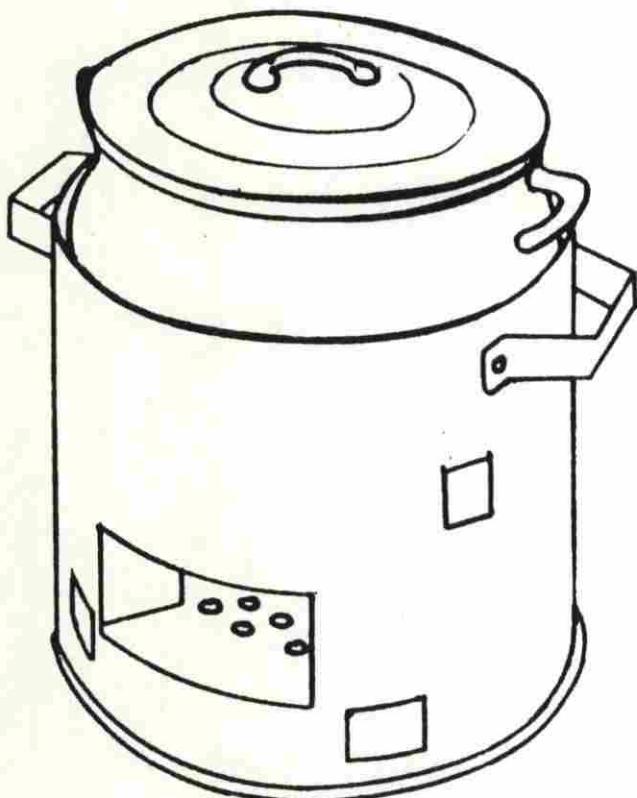
SCHEMA DE PRINCIPE POUR LA CONCEPTION D'UN FOYER
CERAMIQUE MULTIMARMITE A BOIS
* (POUR MARMITE SPHERIQUE)



Source : Rapport G.R.E.T.
(Septembre 1985)

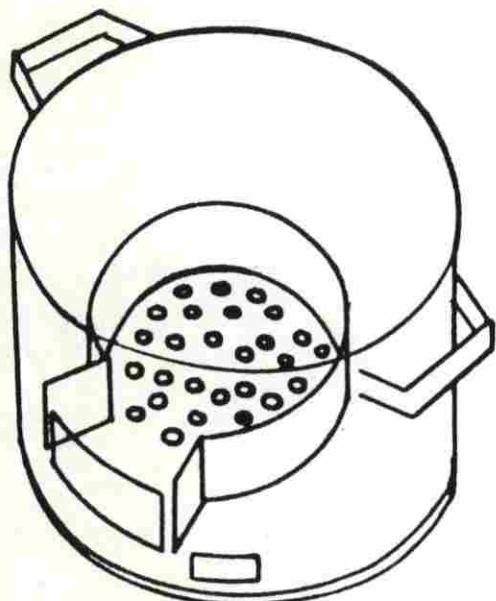
Echelle 1/2

2.2

Principe du fourneau à briquettes

La paroi cylindrique externe qui enveloppe la marmite limite les pertes de chaleur dans l'atmosphère environnante et favorise les transferts de chaleur des gaz de combustion vers le récipient.

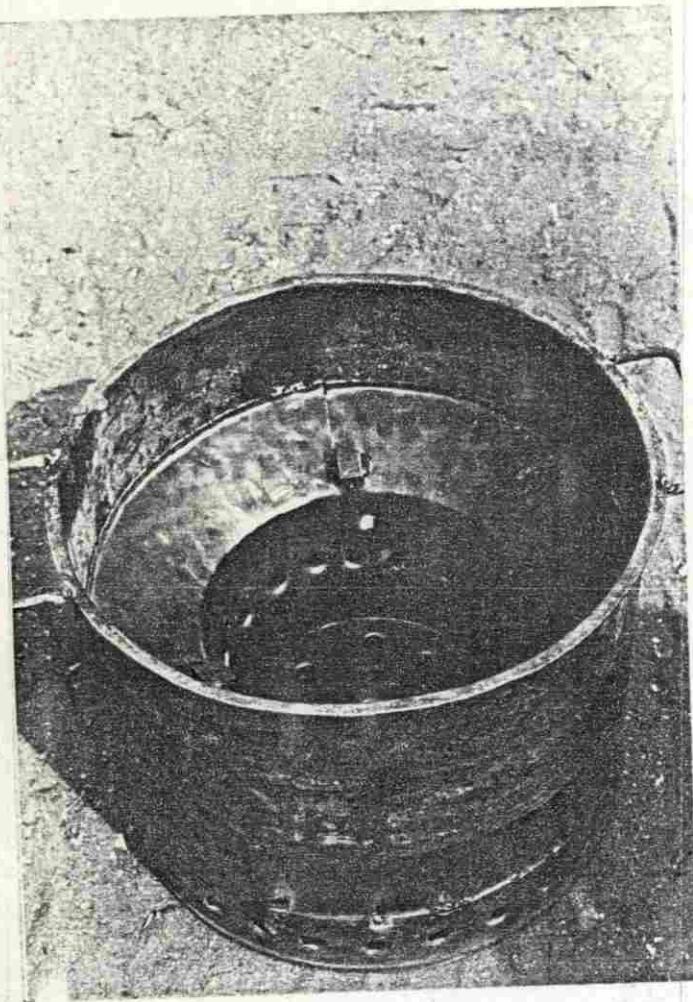
Les dimensions critiques sont les distances entre la marmite et la paroi et entre le fond de la marmite et le lit du foyer. Contrainte : à chaque taille de marmite doit correspondre une taille de fourneau.



Adaptation à la combustion des briquettes :

La chambre de combustion interne maintient les briquettes très concentrées sous le fond de la marmite, empêchant leur dispersion qui rendrait l'allumage plus difficile et provoquerait de forts dégagements de fumée, du fait de leur refroidissement.

VUE EN TRANSPARENCE



Un Foyer NOFLIE II à Bois et Briquettes de Coques d'arachide.

Foyer fabriqué avec tôle de récupération. Mansakonko (GAMBIE) Furno à grande taille pour les écoles)

Artisan "METAUX" Constructeur de Foyers NOFLIE au marché de BANJUL (Gambie)
Debout au second plan, un technicien du Projet National Foyers Améliorés (UNSO/GAM)

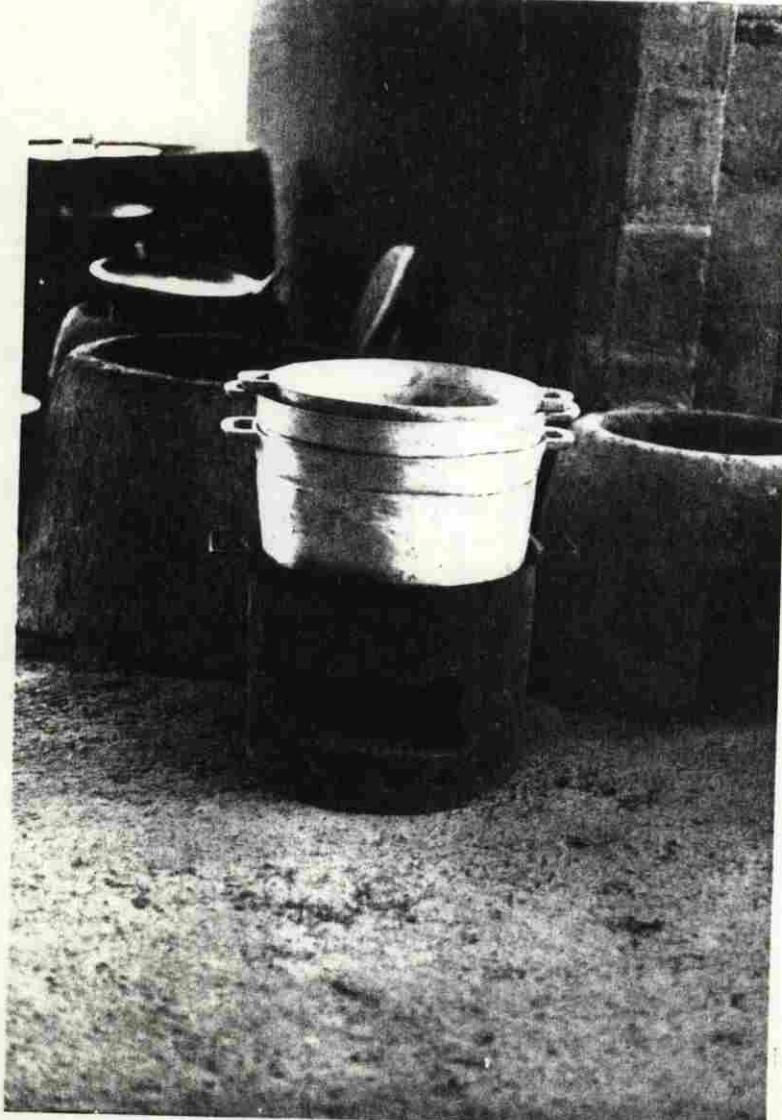


Foyers à Dolo : Traditionnel et
Amélioré à OUAGADOUGOU (Burkina-Faso)





Un Foyer 3 "Pierres Amélioré"
pour grande taille de marmite
construit à l'Institut Burkinabé d'Energie IBE
OUAGADOUGOU (Burkina-Faso)



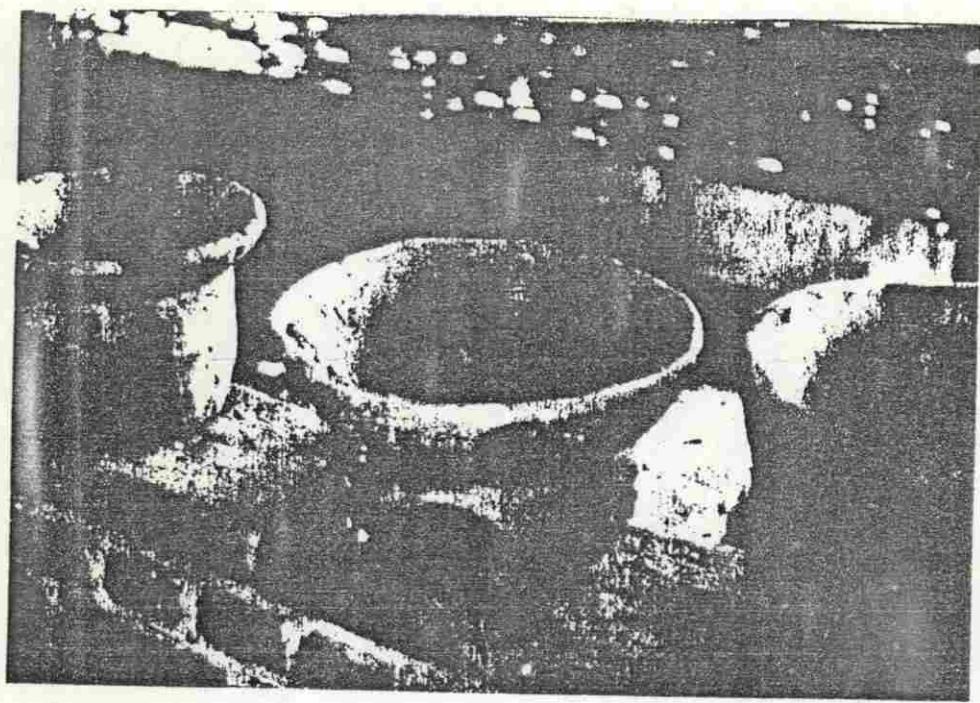
Foyer NOFLIE pour
taille moyenne de
marmite. Ce foyer
Multimarmite utilis
du Bois.

Point de Vente de Foyers-Marmites
(Foyers Traditionnels et améliorés
exposé au marché de BANJUL (Gambie)



Démonstration de cuisine sur
foyers : - NOFLIE et
- Portable en Poterie
à BANJUL - (Gambie)





Foyer portable en poterie
Centre de Mansa Konko