

CARACTERISATION ET AMÉLIORATION D'UN FOYER A CUISSON DE «DOLO» EQUIPE D'UN BRULEUR A HUILE VEGETALE (JATROPHA)

William FOTSEU^a, Joel BLIN^{a,b}, Lassana SANA^a, Sayon SIDIBE^a

^a Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (2IE), Rue de la Science 01 BP 594, Ouagadougou 01, Burkina Faso

^b Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), avenue Kennedy - BP 596, Ouagadougou - Burkina Faso

RÉSUMÉ

La Fondation Dreyer, ONG allemande basée à Dano au Sud-ouest du Burkina Faso, a sollicité dans le cadre de ses activités la société Burkinabè A.R.RE.T et les chercheurs du LBEB de 2IE, pour concevoir un foyer à huile végétale destiné à la préparation de «dolo» (bière traditionnelle à base de mil). Cette dernière est à l'origine de 70% de la consommation totale du bois de chauffe à Dano. Dans l'optique de présenter des données techniques fiables pour la fabrication en série de ce foyer à huile végétale, des tests ont été menés à 2IE sur un premier prototype élaboré par A.R.RE.T afin d'en évaluer les performances énergétiques et ensuite de l'améliorer. Les analyses et travaux ont permis de déterminer l'efficacité de ce type de foyer. A l'issue de l'étude, il ressort que le foyer à huile végétale permet d'obtenir des rendements thermiques de 43% contre 35% pour le foyer amélioré à bois, tout en permettant d'éviter aux dolotières (femmes ayant comme activité la cuisson du dolo) certaines corvées liées à l'utilisation du bois, outre l'exposition à la chaleur du feu et à la fumée.

Mots Clés : foyer à huile végétale, «dolo», foyer amélioré à bois, bois de chauffe, performances énergétiques.

NOMENCLATURE

2IE : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement

A.R.RE.T : Atelier de Recherche et de Réalisations Technologiques

LBEB : Laboratoire de Biomasse Energie et Biocarburant

PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

TEE : Test d'Ébullition d'Eau

TCC : Test de Cuisine Comparée

T : température, °C

FA : Foyer amélioré en Banco

FHV : Foyer à huile végétale

$C_{p_{eau}}$: chaleur spécifique de l'eau en kJ/kg.°C

m_{eau} : masse de l'eau en kg

m_h : masse de l'huile de jatropha en kg

m_{ev} : masse eau évaporée en kg

L_f : chaleur latente de l'eau

T_i : température initiale,

T_f : température finale

1. INTRODUCTION

La raréfaction du bois énergie autour de certains centres urbains et celle constatée dans certains pays à très forte concentration humaine ont mis en évidence des problèmes d'approvisionnements et de pénuries entraînant des mesures d'auto rationnement de la part des populations. Le CILSS (Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel) reconnaît que le bois énergie constitue aujourd'hui la seule énergie domestique réellement accessible socialement et économiquement dans les pays d'Afrique de l'Ouest [1].

Le bilan énergétique du Burkina Faso met en évidence l'usage prépondérant des énergies traditionnelles et principalement le bois énergie sur les autres sources d'énergie [2]. En effet, le bois et le charbon de bois

représentent plus de 90% du bilan énergétique contre 8% pour les hydrocarbures et 2% pour l'électricité [2].

A Dano, Sud Est du Burkina Faso, l'économie est marquée par la production et la vente d'une bière locale à base de mil appelée «dolo». Sa fabrication, dans des lieux nommés « cabarets », nécessite l'utilisation de bois comme source d'énergie pour hydrolyser l'amidon contenu dans les céréales. La commune de Dano compte plus de 600 doloteries¹ qui consomment près de 6442 tonnes de bois chaque année[3]. Dans ce contexte, une gestion et exploitation durable des ressources énergétiques semblent inévitable et urgente.

La commune de Dano appuyée par la fondation DREYER, ONG Allemande basée dans ladite commune, a fait le choix de cultiver des plantations de Jatropha Curcas pour produire l'huile carburant en substitution au

¹ Lieux de fabrication du dolo

* William FOTSEU, fotseu2003@yahoo.fr

bois actuellement utilisé pour fabriquer le «dolo» tout en luttant contre la désertification. 2IE a accompagné la commune de Dano et La fondation Dreyer dans la conception et l'amélioration d'un prototype de foyer équipé d'un brûleur à huile végétale conçu par la société A.R.RE.T. Parmi les foyers utilisés pour la préparation du «dolo», on distingue les foyers traditionnels et les foyers améliorés. Les foyers traditionnels sont construits avec de grosses pierres ou grosse mottes de terre ou vieux seaux remplis de terre. Leurs rendements est d'environ 17% et la consommation de bois d'environ 1Kg par litre de «dolo» [4]. Les foyers améliorés sont construits en brique (mélange d'argile, de bouse de vache et de paille). Leurs rendements est de 35% et permettent une économie de bois de 40% par rapport aux foyers traditionnels. Comme les foyers traditionnels, ils sont de type 2 à 6 marmites disposées en carré avec une ou deux chambres de combustion[4]

Au Laboratoire Biomasse Energie et Biocarburant (LBEB) de 2IE, un prototype de foyer à huile végétale développé localement par la société A.R.RE.T a été caractérisé et amélioré avant d'être testé sur le terrain, à Dano. Les objectifs étant de mener une étude, d'acceptabilité auprès des dolotières², économique et comparative par rapport aux foyers améliorés en banco.

2. MATERIELS ET METHODES

2.1. CARACTERISATION DU PROTOTYPE DU FOYER

2.1.1. Site d'étude

L'étude de caractérisation du prototype de foyer (cf. Figure1) a été menée à 2IE, au Laboratoire de Biomasse Energie et Biocarburant (LBEB) situé à Kamboinsé.

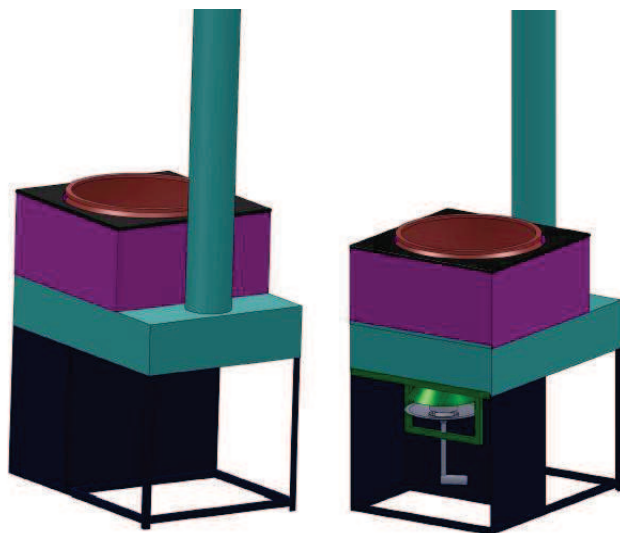


Figure 1: Vue de profil arrière (à gauche) et vue de profil avant (à droite) du foyer prototype

2.1.2. Test d'Ébullition d'Eau (TEE)

Le TEE (Test d'Ébullition d'Eau) ou WBT (Water Boiling Test) est une méthodologie sahélienne développée par le CILSS en 1986 qui permet de comparer facilement certaines caractéristiques des foyers pour des usages de cuisine. Cette méthodologie a été améliorée par la Fondation Shell qui a fourni un outil de calcul de référence adapté à la caractérisation des foyers. Cet outil de calcul conçu avec Microsoft Excel comporte deux parties : la première sert à récolter les informations préliminaires et la deuxième à évaluer les performances du foyer [5].

C'est moyennant cet outil que nos tests ont été effectués. Le TEE comporte trois phases :

- Une première phase (démarrage à froid) dite de haute puissance où l'eau est portée à ébullition le plus rapidement possible.
- Une deuxième phase (démarrage à chaud) exécutée après la première phase, pendant que le foyer est encore chaud. Elle permet d'indiquer la différence de performance d'un foyer en régime de mise en route et en exploitation.
- Une troisième phase dite de basse puissance, ou encore phase de mijotage où l'on maintient la température de l'eau entre 95 et 100°C pendant 45 minutes afin de déterminer la quantité de combustible consommée.

Ce test est effectué avec la marmite ouverte.

2.1.3. Bilan énergétique

Le bilan énergétique a été estimé en mesurant la quantité de chaleur issue de la combustion d'huile et transmise à la masse d'eau contenue dans la marmite. La combustion de l'huile végétale produit une quantité de chaleur φ dont une partie est cédée à l'eau (φ_{eau}) contenue dans la marmite placée dans le corps du foyer à huile végétale. Les autres parties sont perdues par les parois (φ_{parois}) et les fumées ($\varphi_{fumées}$).

$$\varphi = \varphi_{eau} + \varphi_{parois} + \varphi_{fumées}$$

Avec :

$$\varphi = m_h \times PCI$$

$$\varphi_{eau} = m_{eau} \times Cp_{eau} \times (T_f - T_i) + m_{ev} \times L_f$$

$$\varphi_{fumées} = \varphi (1 - \eta_{comb})$$

2.1.4. Analyse des fumées

Le diagnostic de la combustion et l'analyse des polluants sont réalisés grâce à un analyseur de gaz de combustion TELEGRAM. Les gaz mesurés par le TELEGRAM sont le monoxyde de carbone (CO), les oxydes d'azotes (NO et NO₂), le dioxygène (O₂) et le dioxyde de soufre (SO₂). L'émission de CO₂ est calculée en fonction des caractéristiques du combustible et de l'oxygène résiduel mesuré dans les fumées.

2.1.5. Modifications du prototype proposé par A.R.RE.T

² Femmes ayant comme activité la cuisson du dolo (bière locale à base de mil)

Des modifications ont été apportées sur le prototype de foyer à huile végétale proposé par A.R.RE.T, en vue d'améliorer ses performances. Elles ont porté sur :

- L'isolation des parois du foyer ;
- L'augmentation de la surface d'échange ;
- L'ajout d'un dispositif de post combustion ;
- La stabilisation du débit d'huile.

2.2. ESSAIS SUR TERRAIN

2.2.1. Sites d'étude

Les essais du foyer à huile végétale après modification ont été réalisés dans deux cabarets (Cabaret « Le Carrefour » et le cabaret « Benoît ») choisis parmi 17 recensés à Dano (Dano est une ville du Burkina Faso, chef-lieu du département du même nom et capitale de la province Ioba située dans la région Sud-Ouest. Elle compte 11 202 habitants). Les critères de choix ont été :

- L'état du foyer ; le foyer doit être en bon état, sans fissures ni dégradation des parois.
- Les tailles des marmites du foyer. De préférence les marmites N°30³ car elles sont assez répandues dans la localité.
- Le matériau de la marmite ; celles en aluminium permettent un meilleur transfert de chaleur

2.2.2. Formation des dolotières

Avant le démarrage des essais, les dolotières ont été formées à l'utilisation du foyer à huile végétale.

Le «dolo» a deux phases de cuisson. La première phase débute les après-midi et dure entre 2 et 4 heures de temps. Aux premières heures du jour suivant, débute la seconde phase qui peut durer 12 à 20 heures de temps selon la quantité de mil.

2.2.3. Test de Cuisine Comparée (TCC)

Le TCC ou Controlled Cooking Test (CCT) est une méthodologie sahéenne développée par le CILSS en 1986 qui consiste à mesurer les consommations des combustibles d'un foyer pendant une préparation culinaire [6]. Ce test permet de comparer les performances de consommation de plusieurs foyers, dans des conditions réelles d'utilisation. Tout comme le WBT, cette méthodologie a été aussi améliorée par la Fondation Shell qui a fourni un outil de calcul adapté à la caractérisation des foyers. Cet outil de calcul conçu avec Microsoft Excel comporte deux parties : la première sert à récolter les informations préliminaires et la deuxième évalue les performances du foyer [6].

Ce test in situ a été fait pour déterminer :

- Les différences en termes de quantité de bois et d'huiles utilisées pour la cuisson d'une même quantité de «dolo» ;
- Les différences en termes de temps de préparation et cuisson ;

³ Une marmite N°30 est une marmite dont la capacité volumique est de 90L

- Des indications quant aux contraintes et/ou avantages liés à l'utilisation du foyer amélioré en banco ou du foyer à l'huile végétale.

L'huile brute de jatropha a été utilisée pour les essais sur le foyer à huile végétale et le bois de karité⁴ pour les foyers améliorés en banco (cf. Figure 2). Au cabaret « Le Carrefour » le test a été fait sur 2 foyers améliorés en banco de capacité respective 3 et 4 marmites N°30. Au cabaret « Benoît » le test a été fait sur un foyer amélioré en banco 3 marmites N°30.

Tableau 1: Pouvoirs calorifiques des combustibles [3]

	Huile de jatropha	Bois de Karité
PCI (kJ/kg)	36927	17663



Figure 2: foyers améliorés en banco à 3 et 4 marmites

2.2.4. Entretien

À l'issue des essais menés à Dano, un entretien a été fait avec les dolotières ayant participé aux essais afin de recueillir leurs impressions vis-à-vis du foyer à huile végétale, ses avantages et inconvénients.

2.3. ANALYSE ECONOMIQUE

2.3.1. Scénario de référence

Le coût de production du litre de «dolo» a été déterminé pour le foyer amélioré à bois et le foyer à huile végétale. La détermination a été faite moyennant les coûts de matières premières (céréales de mils, eau...), d'énergie (bois et huile végétale) et de location du cabaret.

2.3.2. Simulation du coût optimal de l'huile de jatropha

Les éléments entrant dans la préparation du «dolo» étant les mêmes tant pour le foyer à huile végétale que pour le foyer amélioré à la seule différence du combustible, une simulation a été faite pour déterminer à quel prix il faudrait acheter le litre d'huile de jatropha afin d'avoir le même coût de production du «dolo» que celui obtenu en utilisant le bois. Moyennant le ratio quantité d'huile de jatropha par litre de «dolo» produit et le coût du litre d'huile de jatropha, le ratio coût de l'huile de jatropha par litre de «dolo» produit est déterminé. L'évolution de ce dernier en fonction du coût du litre d'huile de jatropha est simulée afin de pouvoir trouver le coût optimal du litre d'huile de jatropha.

3. RESULTATS ET DISCUSSION

⁴ Le bois de karité est une espèce protégée dans la région.

3.1. AMELIORATION DES PERFORMANCES DU FOYER

3.1.1. Performances du prototype foyer à huile végétale

La caractérisation du foyer prototype à huile végétale moyennant la méthode du TEE (cf. 2.1.2) a permis d'obtenir les performances consignées dans le tableau 2.

Tableau 2: Performances du foyer prototype

	Phase1	Phase2	Phase3
Durée d'ébullition (mn)	110	115	45
Vitesse de combustion (L/h)	1,93	1,92	1,5
Consommation spécifique (ml/L)	63	64,5	22,5
Puissance de feu (kW)	17,67	17,7	13,97
Huile consommée (L)	3,4	3,52	1,095
Rendement thermique (%)	28,5	30	34
T fumées (°C)	339	319	359
Monoxyde de carbone CO (ppm)	314	261	590
Dioxyde de carbone CO ₂ (%)	4,1	3	4

3.1.2. Recommandations

Il s'agit ici des recommandations apportées pour améliorer le prototype du foyer à huile de jatropha. La prise en compte de ces recommandations a permis :

- D'équiper le nouveau foyer de chicanes de recirculation des gaz chauds de combustion et d'isoler les parois du foyer avec 10 cm d'épaisseur de couche de sable pour respectivement améliorer les échanges et limiter les pertes.
- D'ajouter un dispositif de post combustion réalisé avec une grille cylindrique et en modifiant les dimensions du creuset.
- De réguler et stabiliser le débit d'huile moyennant un perfuseur utilisé en médecine.

Le schéma de la figure 3 illustre les différentes modifications effectuées.

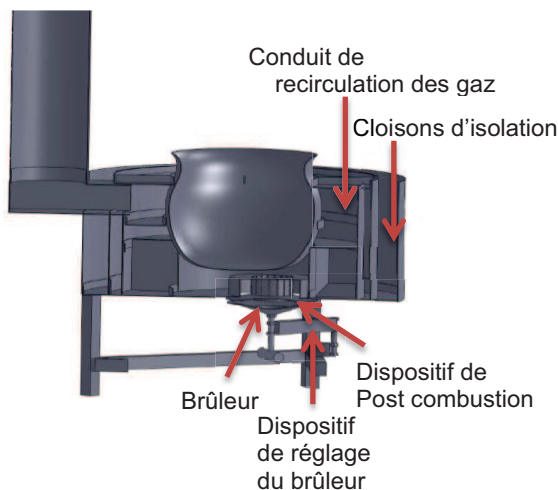


Figure 3: Schéma du foyer modifié

3.1.3. Performances du foyer à huile végétale modifié

La caractérisation par la méthode du TEE (cf. 2.1.2) du foyer à huile végétale modifié, a permis d'obtenir les nouvelles performances consignées dans le tableau 3.

Tableau 3: performances foyer modifié (Pour les cases vides, les données n'ont pas pu être collectées. Ceci serait dû à un défaut de l'analyseur de fumées)

	Phase1	Phase2	Phase3
Durée d'ébullition (mn)	80	67,5	45
Vitesse de combustion (L/h)	1,63	1,63	1,14
Consommation spécifique (ml/L)	40	33,5	17,4
Puissance du feu (kW)	15,31	15,36	10,23
Huile consommée (L)	2,16	1,83	0,87
Rendement thermique (%)	43	46	43,5
T fumées (°C)	214	-	-
Monoxyde de carbone CO (ppm)	111	-	-

3.2. ANALYSES DES PERFORMANCES DU PROTOTYPE SUR LE TERRAIN

3.2.1. Test de Cuisine Comparée

Sur le terrain le TCC a permis, pour les deux cabarets retenus, d'évaluer les durées et les quantités de combustible utilisé par litre de «dolo» produit. Le tableau 4 permet d'apprécier et de comparer les résultats.

Tableau 4: Test de Cuisine Comparée

	Foyer amélioré en banco (FA)		Foyer à huile de jatropha (FHV)	
	Cabaret			
	Benoit	Carrefour	Benoit	Carrefour
Quantité de mil (Kg)	16,6	33	16,6	33
Durée de cuisson (h : mn)	15:27	24 : 46	12:30	25 : 34
Quantité de combustible (Kg)	58	110,7	17,1	26,7
Quantité de «dolo» produit (L)	69,3	115,9	83,5	122
Quantité de combustible par litre de «dolo» (Kg/L)	0,86	0,96	0,20	0,24

3.2.2. Calculs économiques

L'analyse économique faite a permis d'évaluer, pour les deux cabarets retenus, les coûts de vente et production du «dolo» et d'en déduire les gains ou pertes réalisés en fonction du foyer utilisé (Foyer amélioré ou foyer à huile végétale). La figure 4 donne une représentation graphique de ces différents coûts.

Le coût de production du litre de «dolo» a été évalué moyennant les coûts des différentes charges liées à sa préparation : frais d'achat de bois ou d'huile, frais d'achat de mil, frais de location cabaret et frais d'achat d'eau.

- Achat du bois
Une charrette, d'environ 495 Kg de bois coûte en moyenne 13.500 F CFA. Soit 27,27 F CFA/kg.
- Achat de l'huile
L'huile de jatropha ayant servi pour ses essais a été achetée à l'entreprise Agritech à raison de 350 F CFA/L.
- Achat du mil
Le mil a été acheté sur le marché local. Le kilogramme a coûté 166 F CFA.
- Les frais de location du cabaret
Le cabaret est géré par une dolotière appelée « tenancière principale ». Cette dernière collecte les frais de location et rend compte au propriétaire. Le montant de la location s'élève à 1250 F CFA par préparation
- Le litre de «dolo» est vendu à 100 F CFA
- L'eau est achetée à la fontaine et coûte 250 F CFA la barrique.

Tableau 5: Coûts vente et production du «dolo»

		Cabaret	
		Carrefour	Benoit
Quantité «dolo» (L)	FA	115,9	69,3
	FHV	122	83,5
Coût de Vente (F CFA)	FA	11590	6930
	FHV	12200	8350
Coût de Production (F CFA)	FA	9302	5003
	FHV	18522	10768
Gain/Perte (F CFA)	FA	2288	1927
	FHV	-6322	-2418

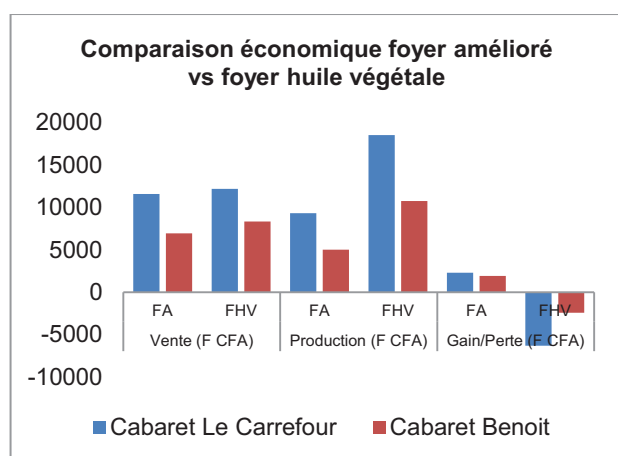


Figure 4: comparaison économique FA et FHV

La simulation des prix du litre d'huile de jatropha en fonction des coûts de production d'un litre de «dolo» a permis d'obtenir la courbe présentée en figure 5.

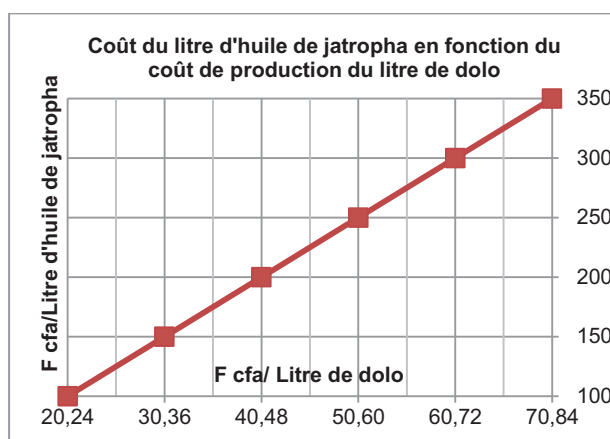


Figure 5: simulation coûts huile de jatropha optimal pour la production de «dolo»

3.3. DISCUSSION

Le foyer prototype à huile végétale a un rendement thermique moyen de 28,5% (cf. Tableau 2). Ce dernier est intermédiaire à 17% et 35%, rendements thermiques respectifs des foyers traditionnels et des foyers améliorés en banco pour «dolo». En outre, les niveaux de température de fumées de ce prototype avoisinent les 360°C alors que dans les chaudières à fuel, le niveau de température est de l'ordre de 180°C [7]. Les teneurs en CO assez élevées (314 ppm, cf. Tableau 2) sont le signe d'une combustion incomplète.

Les modifications apportées en équipant le foyer de chicanes de circulation des gaz chauds de combustion et en isolant les parois du foyer avec 10 cm d'épaisseur de couche de sable permettent respectivement d'améliorer les échanges et limiter les pertes. L'isolation des parois du foyer, le dispositif de post combustion et l'ajout d'un régulateur de débit ont permis d'une part l'amélioration des échanges et la limitation des pertes et d'autre part l'amélioration de la qualité de combustion et la stabilisation du débit d'huile de jatropha. Cela se traduit par une augmentation du rendement thermique de plus de 48% (cf. Tableau 2 et 3) et une diminution du temps d'ébullition d'environ 27% (cf. Tableau 2 et 3). En outre, la diminution des teneurs de CO d'environ 65% (cf. Tableau 2 et 3) par rapport aux teneurs du foyer prototype et la réduction d'environ 50% (cf. Tableau 2 et 3) de la consommation en huile de jatropha.

Les consommations de combustible par litre de « dolo » produit sont en moyenne 0,22 Kg/L et 0,91 Kg/L (cf. Tableau 4) respectivement pour le foyer à huile végétale et le foyer amélioré en banco. La correction de la consommation en combustible pour le foyer amélioré en banco, par une teneur en eau moyenne du bois utilisé de 10%, permet d'obtenir une nouvelle valeur de 0,82 Kg/L. Ces valeurs montrent que pour les deux systèmes considérés, le foyer amélioré en banco est environ 3,7 fois plus énergétivore que le foyer à huile végétale.

Cette différence de consommation spécifique s'expliquerait d'une part par la différence des PCI (cf. Tableau 1) et d'autre part par la différence d'efficacité énergétique des systèmes (environ 45% (cf. Tableau 3) pour le foyer à huile végétale contre environ 35% pour le foyer amélioré à banco).

Cependant sur le plan économique, le coût global de production d'un litre de «dolo» reste en moyenne 46% (cf. Tableau 5) plus élevé avec le foyer à huile de jatropha. Ceci est principalement dû au coût de l'huile de jatropha qui est encore peu vendue sur le marché Burkinabé et donc, reste « chère ». Sachant que le kilogramme de bois coûte 27,27 F CFA et que les foyers améliorés en banco consomment en moyenne 0,91 kg (cf. Tableau 4) de bois par litre de «dolo» produit, le coût moyen de production d'un litre de «dolo» donne 25 F CFA.

Le prix d'achat du litre d'huile de jatropha optimal pour un coût de production proche de celui obtenu avec le bois devrait être d'environ 125 F CFA (cf. Figure 5). Cependant, la ressource bois se faisant de plus en plus rare, son prix augmentant et la production d'huile de jatropha se démocratisant, le prix du litre d'huile diminue, ce qui tend à rendre le foyer à huile de jatropha intéressant à long terme

Enfin, sur le plan environnemental, ce nouveau dispositif de foyer à huile végétale à un double avantage. Non seulement, il permet d'éviter annuellement la coupe de 6442 tonnes de bois mais il favorisera aussi le reboisement par la culture des plantes de jatropha pour la production d'huile végétale. Les 6442 tonnes de bois évitées annuellement correspondent à une préservation de près de 730 ha de forêt par an, en considérant le potentiel en ressources bois moyen des forêts naturelles du pays [8].

4. CONCLUSION

Au terme de cette étude sur la caractérisation et l'amélioration d'un prototype de foyer équipé d'un brûleur à huile végétale, le Test d'Ebullition de l'Eau (TEE) a été utilisé pour sa caractérisation et le Test de Cuisine Comparée (TCC) pour les essais sur terrain avec le foyer amélioré. L'amélioration a été faite moyennant des modifications sur le foyer prototype : isolation des parois, ajout d'un dispositif de post combustion, ajout d'un régulateur de débit d'huile... Le Test d'Ebullition de l'Eau met en évidence que le foyer à huile végétale modifié a un rendement thermique moyen de 43% alors que celui du prototype était de 28,5% en moyenne, soit une amélioration de 37%.

La production d'un litre de «dolo» nécessite en moyenne 0,24L d'huile de jatropha contre 0,9 kg de bois de karité et 1,34 kg si on mélange plusieurs espèces de bois.

Economiquement, la production d'un litre de «dolo» est 46% plus élevée avec le foyer à huile de jatropha à cause des coûts élevés de l'huile de jatropha. Pour que ce dernier soit compétitif par rapport au bois, il devrait coûter en moyenne 125 F CFA le litre.

L'idée de vouloir substituer le bois par de l'huile végétal pure dans les foyers à cuisson pour «dolo» répond à une préoccupation principale qui est la préservation de l'environnement par rapport aux systèmes traditionnels à bois de chauffe. L'amélioration du prototype de foyer à huile de jatropha a permis d'accroître son rendement et le classer au-dessus des foyers améliorés en banco. Bien qu'il soit bien apprécié par les dolotières de Dano, son efficacité reste encore à améliorer ainsi que son impact environnemental.

REMERCIEMENTS

Nous exprimons nos sincères reconnaissances et remerciements à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail. Ainsi, nos remerciements vont à l'endroit:

- Philippe ARNOLD, Secrétaire Général de la Fondation Dreyer;
- Enfin à M. Boubacar ZONGO, l'inventeur concepteur du prototype du foyer à huile.
- Monsieur Cyrille SOME, pour son soutien de traducteur pendant les activités de terrain ;

Nous remercions aussi tous les participants au second Colloque International Francophone d'Energétique et Mécanique, et espérons que vous l'apprécierez.

REFERENCES

1. Cellule Régionale De Cordination, Règlementation et fiscalité sur le bois énergie : situation comparé, contexte, enjeux et défis. 2009, CILSS p. 12.
2. Westoff Beatrix, German Dorsi, Foyers en images : une documentation sur les foyers améliorés en Afrique, Asie et Amérique Latine, CCE/SFE. p. 65.
3. Facinet Sylla, L'analyse des besoins en bois énergie des dolotières pour la substitution à l'huile de jatropha curcas dans la commune de Dano/Burkina Faso, Génie Energétique et Industriel. 2009, Fondation ZIE: Ouagadougou. p. 28.
4. Yamego George, Foyer en image. 1994, INERA/RSP: Ouagadougou. p.15.
5. Bailis Rob, Ogle Damon, Maccarty Nordica, Still Dean, Smith Kirk R., Edwards Rufus. Watter Boiling Test. Shell Foundation. p. 38.
6. Aprovecho. Controlled Cooking Test. Shell foundation. p. 4.
7. [Http://Www.Energiepluslesite.Be/Energieplus/Page_10908.Htm](http://Www.Energiepluslesite.Be/Energieplus/Page_10908.Htm).
8. C. Kaboré, Aménagement des forêts au Sahel, Point sur vingt années de pratique au Burkina Faso, 2005, Ministère de l'environnement et du cadre de vie.