



Commission Européenne - Facilité Energie ACP-UE 10^{ème} Fonds européen de développement - Référence: 129-364

Projet: **Energies durables dans les régions d'Agadez et de Tillabéry**
Contrat de subvention CRIS n° 264 691

Le fourneau à gazéification Aaron



Chef de file: Terre Solidali ONLUS - Italie

Partenaires:

Università degli Studi di Torino - Italie

AcSSA Action pour la Sécurité et la Souveraineté Alimentaires - Niger

NOTE :

La présente version du manuel est provisoire, elle serait substituée par la version définitive qui sera publiée au même adresse web en début décembre 2013

Sommaire

1. Introduction.....	2
2. Critères utilisés pour l'étude technique.....	4
3. Développement et test de l'unité.....	5
4. Le combustible utilisé	14
5. Les phases du fonctionnement.....	17
6. Performances.....	21

1. Introduction

Le bois représente une source d'énergie renouvelable qui, dans les dernières années, avec l'augmentation de la population, a atteint une consommation insoutenable avec des graves problèmes de déforestation surtout dans les zones soudano sahéliennes.

Dans le Pays en Voie de Développement 2,5 milliards de personnes (données 2004) utilisent la biomasse, surtout le bois, pour la préparation de repas, entraînant ainsi le 88% du total de la consommation de biomasse mondiale.

La consommation de biomasse ne représente pas, en général, une réalité négative.

Toutefois, quand le ramassage excède la capacité naturelle de croissance des plantes, et quand les technologies de conversion sont inefficaces, cela devient négatif non seulement pour le fort gaspillage et ses conséquences néfastes sur l'environnement, mais aussi pour les effets sur la santé des personnes.

La "ressource bois", ne peut plus être utilisé en façon soutenable dans le PVS dans ces conditions, et la réponse immédiate à ce problème doit être un système à haute efficacité qui n'utilise plus le bois, mais une autre source de biomasse.

L'augmentation de l'efficacité de l'utilisation thermique de la biomasse passe par la gazéification. En ce processus le combustible est intéressé par des hautes températures en carence d'oxygène. En ces conditions la biomasse produit du gaz qui peut être brûlé dans un deuxième temps. La combustion du gaz a typiquement une efficacité du 90%, cela

grâce au mélange parfait entre air et gaz lors de la combustion, qui atteint des températures très hautes.

Dans le cas des fourneaux à gazéification le gaz produit par la biomasse est brûlé tout de suite dans une partie du fourneau en proximité de celle de production.

La flamme de gaz ne produit pas de la fumée. Les fourneaux à gazéification produisent juste un peu de fumée pendant la phase d'allumage et quand ils s'éteignent.

Après la combustion, ces fourneaux laissent comme sous produit du charbon qui peut être encore utilisé comme combustible (pour le thé, etc.) ou incorporé dans le terrain comme amendement, pour l'amélioration de la retenue de l'eau et pour la restitution des macroéléments chimiques dans le sol.

Pour la mise au point du type de fourneau à gazéification développé en ce projet on s'est basés sur un travail de l'Institut des Recherches Brace de Montréal (référence rapport I-378 P-267 "Conception de poêle multifonction en biomasse densifiée en granules pour usages domestiques et communautaires").

Les prototypes qui ont été construits et testés ont été adaptés aux conditions nigériennes, notamment le type de biomasse disponible, la forme des marmites, la longueur de la cuisson, et la puissance du feu normalement utilisés dans le pays.

Avec ce fourneau, nommé Aaron, il est possible préparer un repas pour 6 - 7 personnes avec une quantité de granulés de 1,2 – 1,4 kg de biomasse au lieu de ce qui est normalement utilisé avec le feu ouvert, c'est-à-dire environ 4,8 kg de bois. L'économie de biomasse qu'on peut réaliser est très importante et atteint le 75%.

La mise à point des fourneaux à gazéification dans le projet "Energies durables dans les régions d'Agadez et de Tillabéri" est partie d'une action qui prévoit aussi le ramassage des sous produits de l'activité agricole (tiges de mil, etc.) qui normalement ne sont pas utilisés, et leur conversion en granulés de biomasse prêts pour l'utilisation comme combustible.

2. Critères utilisés pour l'étude technique

Les critères ci-dessous ont été considérés pour le développement du four Aaron :

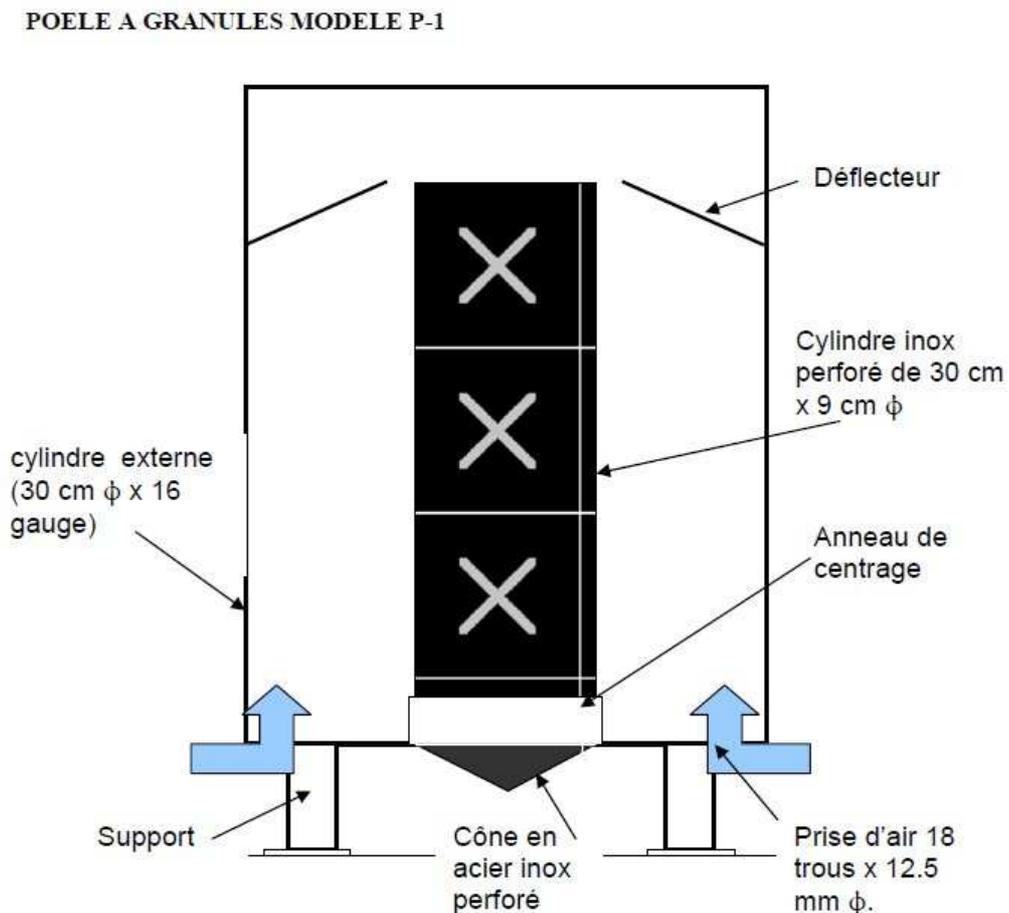
- Annuler la consommation de bois
- Avoir une réduite consommation de biomasse
- Assurer la portabilité
- Assurer la stabilité et facilité d'utilisation
- Sécurité dans l'utilisation, contre le risque de brûlures
- Résister correctement à la corrosion avec un entretien normal
- Avoir un nombre réduit de pièces et facilité de montage / démontage
- Facilité de vidange des déchets de combustion
- Avoir un temps de fonctionnement raisonnable
- Permettre la préparation de mets pour 6 à 7 personnes
- Flexibilité d'utilisation : il doit pouvoir cuire, frire et / ou réchauffer
- Pouvoir récupérer les déchets de combustion (bio-char) pour réchauffer, cuire ou utilisation en agriculture comme amendement.

C'est suivant ces critères et avec le soutien de l'expérience antérieure de l'Institut de Recherches Brace de Montréal que on a produit le four à gazéification Aaron.

3. Développement et test de l'unité

Pour la réalisation du fourneau à gazéification Aaron on s'est basé sur un travail de l'Institut des Recherches Brace de Montréal. Dans la figure n. 1 le schéma sur lequel n s'est basé.

Figure 1 - le schéma du modèle P-1 qui a été la base pour développer Aaron L'image est dans le rapport I-378 P-267 "Conception de poêle multifonction en biomasse densifiée en granules pour usages domestiques et communautaires", produit dans l'année 1999.



L'unité a été optimisée au cours d'environ 150 tests qui se sont déroulés pour une première partie en Italie au siège de l'Université de Turin et pour une deuxième partie à Niamey chez le siège de Terresolidali Niger. Le focus de la première partie des tests a été sur le réacteur, ses dimensions, la durée de la gazéification et sa puissance. Le focus de la deuxième partie des tests a été sur l'adaptation aux marmites traditionnelles, aux habitudes des utilisateurs potentiels et naturellement à assurer la sécurité dans l'utilisation (stabilité, protection de la chaleur).

Figure 2 - Le résultat final du travail de développement, le fourneau Aaron dans la cuisson de frites



Figure 3 – section. Dimensions en millimètres

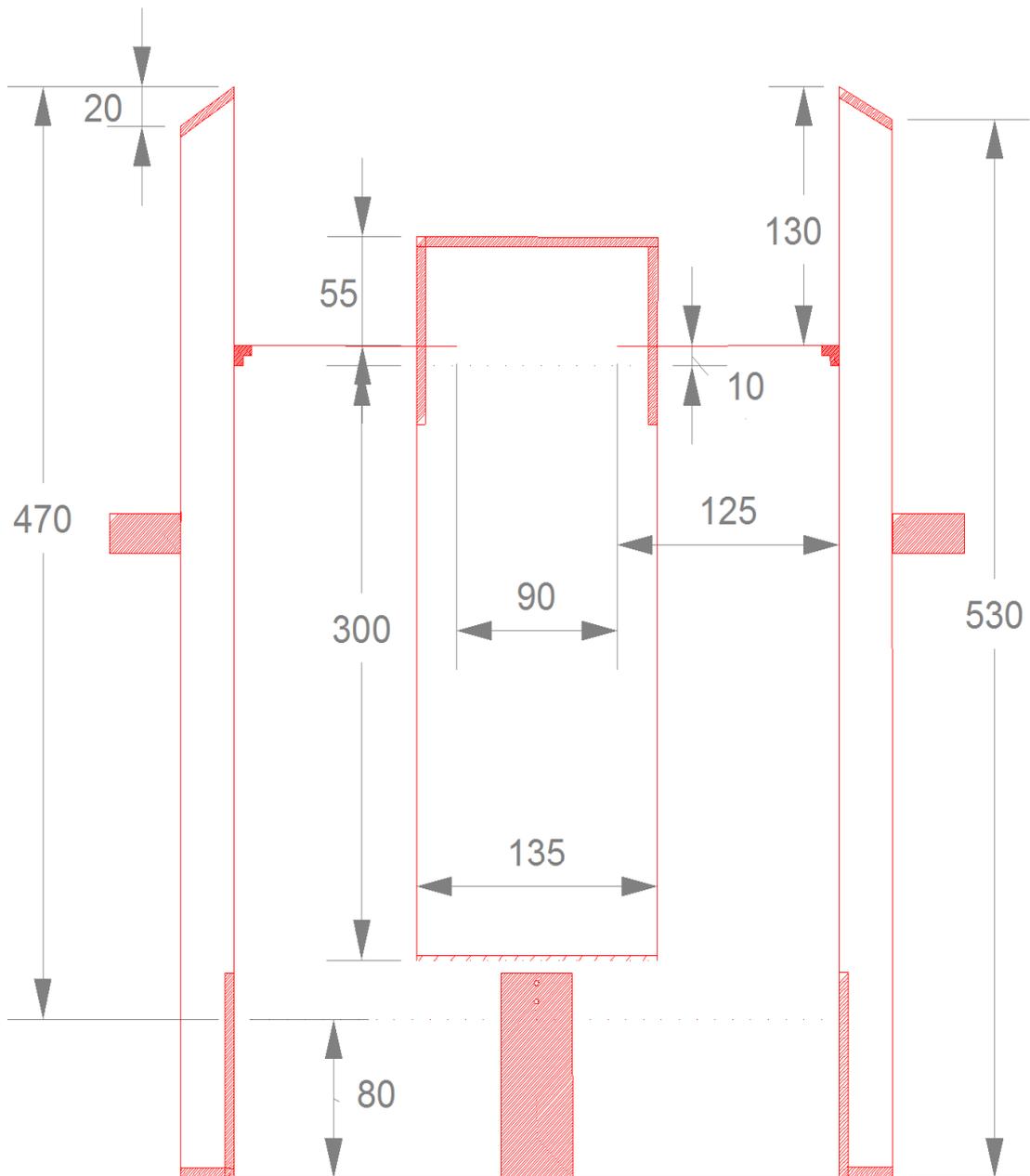


Figure 4 – plan. Dimensions en millimètres

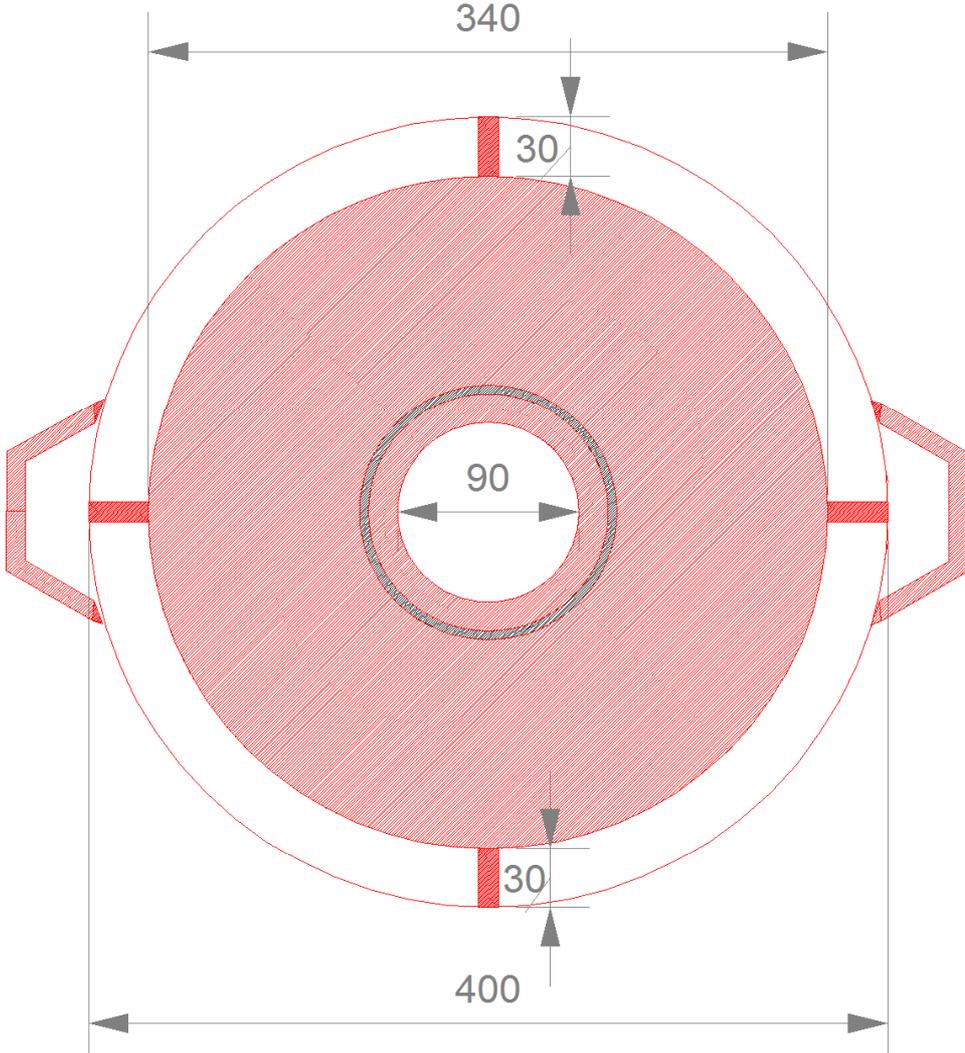


Figure 5– les différentes parties et leur assemblage

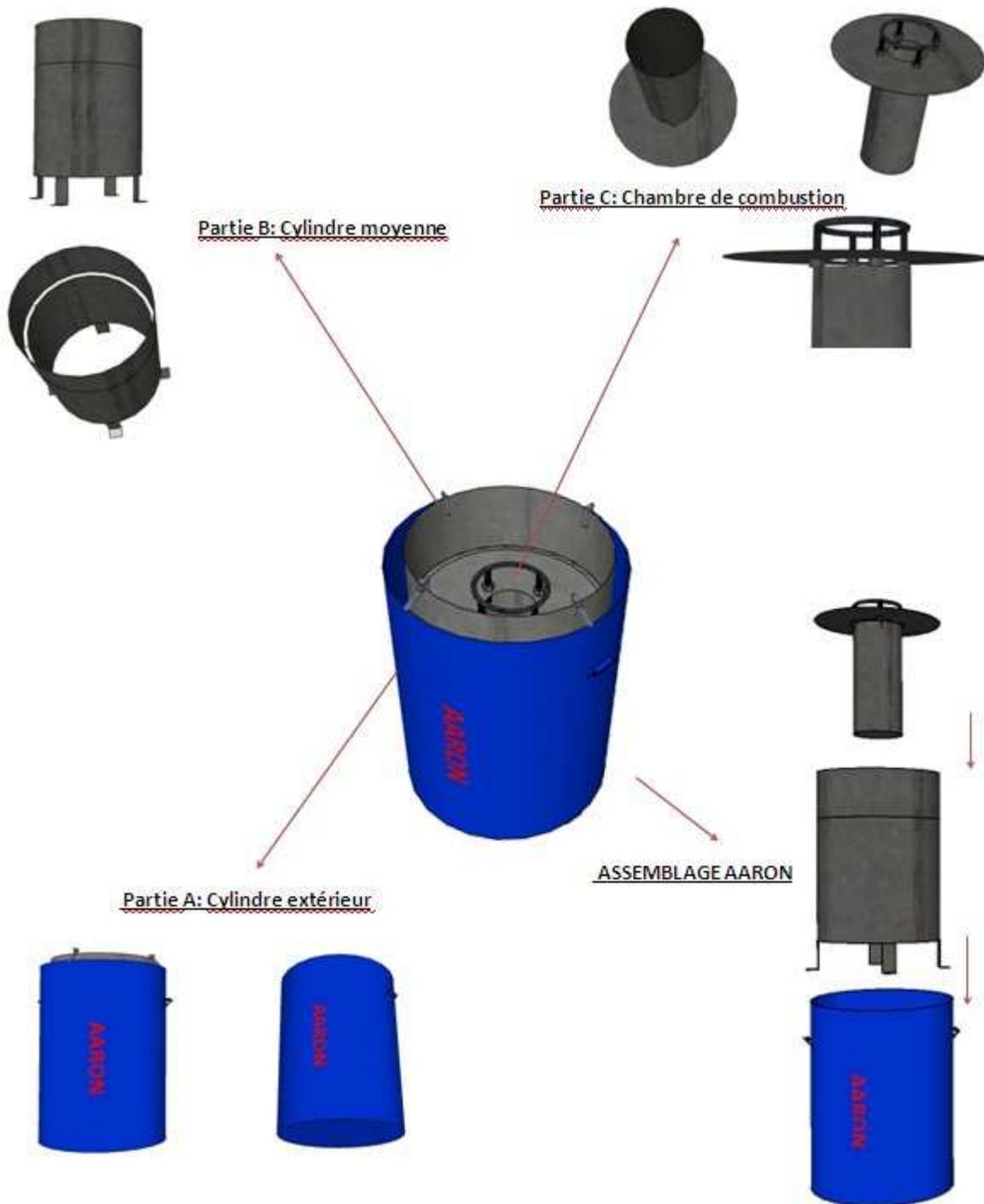


Tableau 1 – Matériau pour la construction de Aaron.

PARTIE	MATERIAUX	N°	DIMENSION
Partie A <i>(externe)</i>	Enveloppe externe	1	1270 X 530 mm
	Distanziatori	4	35 mmØ 8 mm
	Poignée	2	
	Fermeture de cylindre	1	400 mm Ø
Partie B <i>(médian)</i>	Enveloppe médian	1	1090 X 340 mm
	Jambes	4	80 mm
	Soutenir	1	340 mm Ø
Partie C <i>(Chambre de combustion)</i>	Chambre de combustion	1	300 X 390mm
	Grille métallique	1	135 mm Ø
	Hoops avec trou90 mm	1	340 mm Ø
	Entretoise	4	55 mm

Figure 6 – détails de la chambre de combustion



Grille métallique

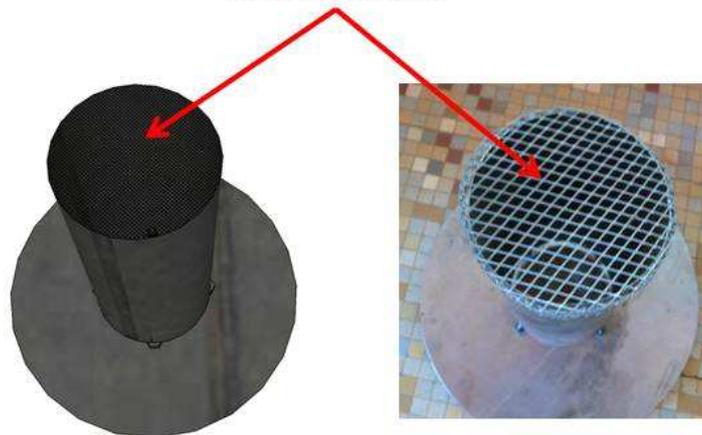


Figure 7 – détail de la partie médian et assemblage du fourneau



Figure – 8 – Aaron terminé vue par le haut. On peut voir en cette photo la fixation des parties externe et médian par moyen des 4 fers de 8 mm qui ont aussi fonction de tenir les marmites sur les cotés



4. Le combustible utilisé

Figure 9 – tiges de mil éparpillées sur le champ et en vrac prêtes pour être transformées en granulés



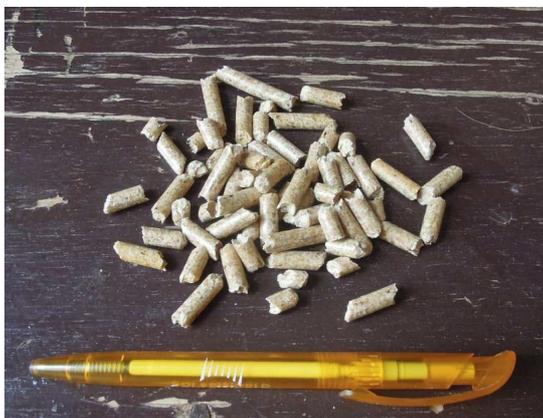
Figure 10 – le moulin à marteau pour la réduction des tiges et de l'autre biomasse en morceaux de quelques millimètres



Figure 11 – machine pour production de granules de petite puissance



Figure 12 – granulés de biomasse (mil et feuilles de mango)



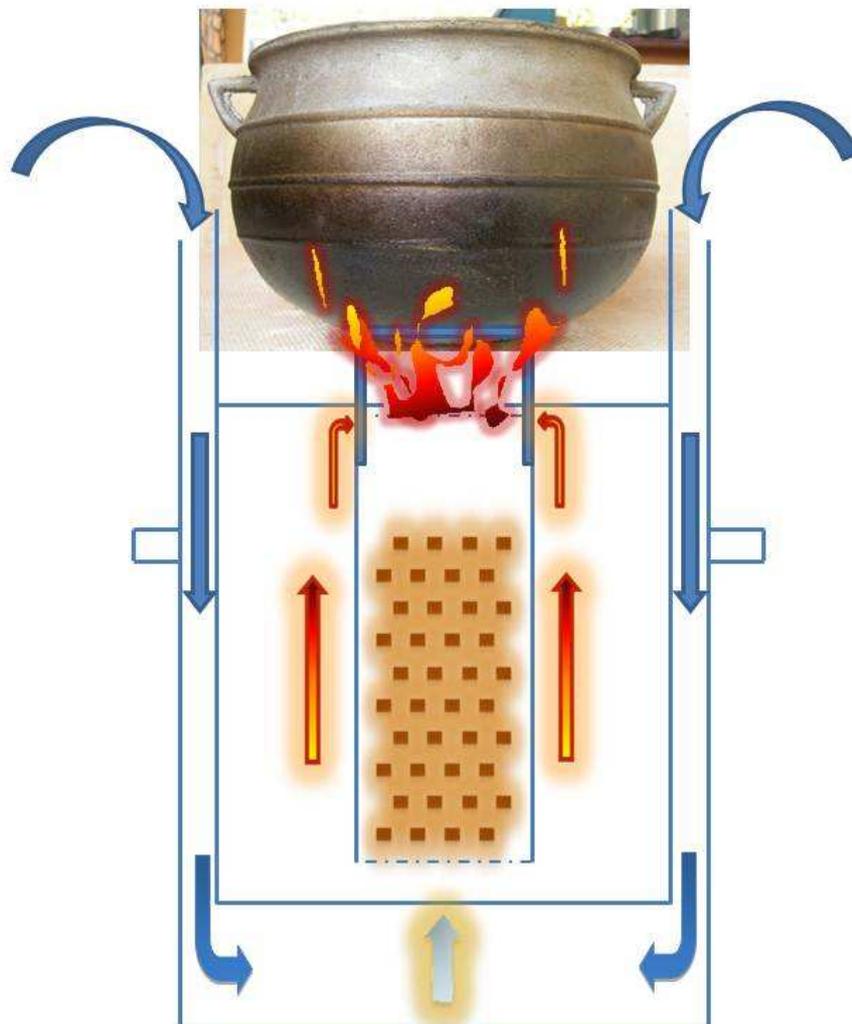
5. Les phases du fonctionnement

Très simplement quand on réchauffe de la matière en présence d'oxygène on obtient une combustion qui génère de la chaleur et des produits oxydés. Par contre, quand cela est fait en carence d'oxygène nous avons une gazéification, à savoir une scission dans la matière des liens chimiques originaux qui forment des molécules plus simples que laissent la matière sous forme de gaz.

5.1 Première phase : allumage.

Lors de la phase d'allumage la matière dans le réacteur commence la combustion. Une flamme se forme dans le réacteur à partir de la matière.

Figure 13 – allumage de Aaron

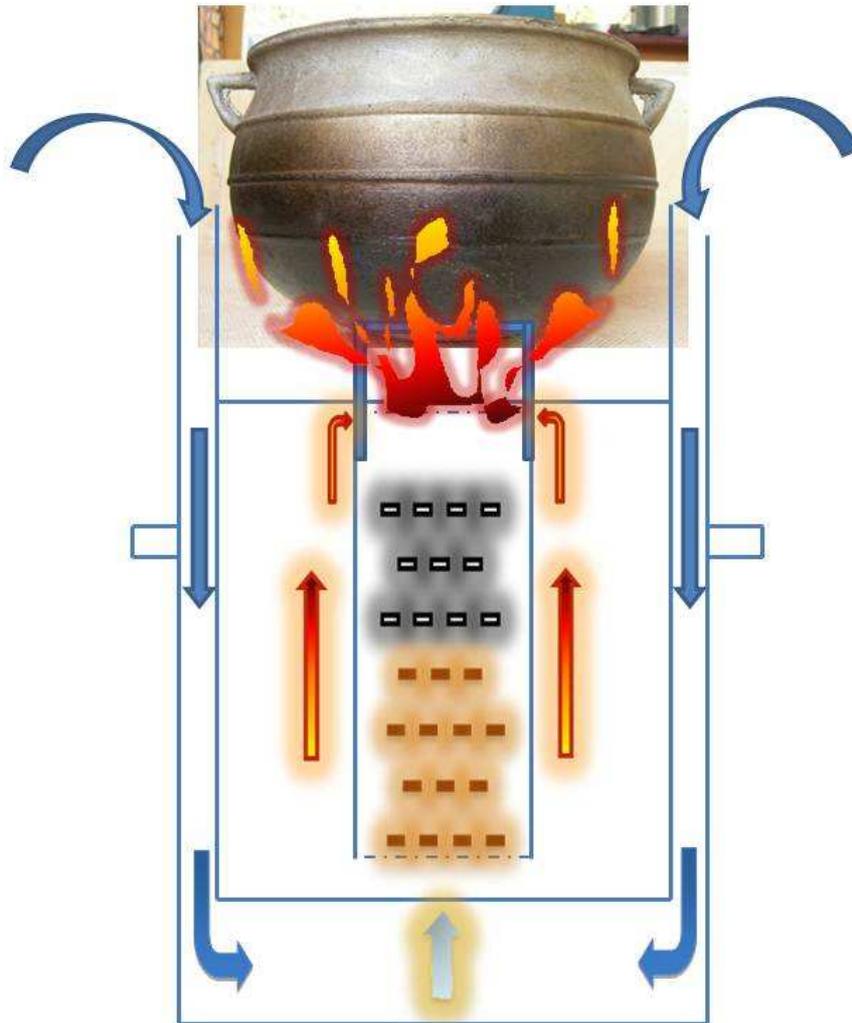


Deuxième phase : gazéification

A l'intérieur du réacteur, du fait de très hautes températures (500-800 C°) et de la carence d'oxygène la matière gazéifie. Cela produit du gaz très inflammable qui s'enflamme lorsqu'il atteint l'air qui entre par la fissure entre le réacteur et le plateau supérieur.

Ce processus permet d'épargner plus de 75% du combustible utilisé normalement dans les foyers traditionnels. Cela parce que toute la matière gazéifie de manière uniforme, contrairement à la combustion traditionnelle.

Figure 14 – pleine gazéification



Troisième phase : Fin de la gazéification

La seule fumée produite par le four est à la fin de la gazéification, quand l'air primaire touche les granules encore pas gazéifiés au fond du réacteur et les enflamme.

A la fin de la gazéification on obtient un produit BIO-CHAR, du charbon, qui peut être utilisé comme un normal charbon ou comme fertilisant pour les sols.

Figure 15 – fin de la combustion

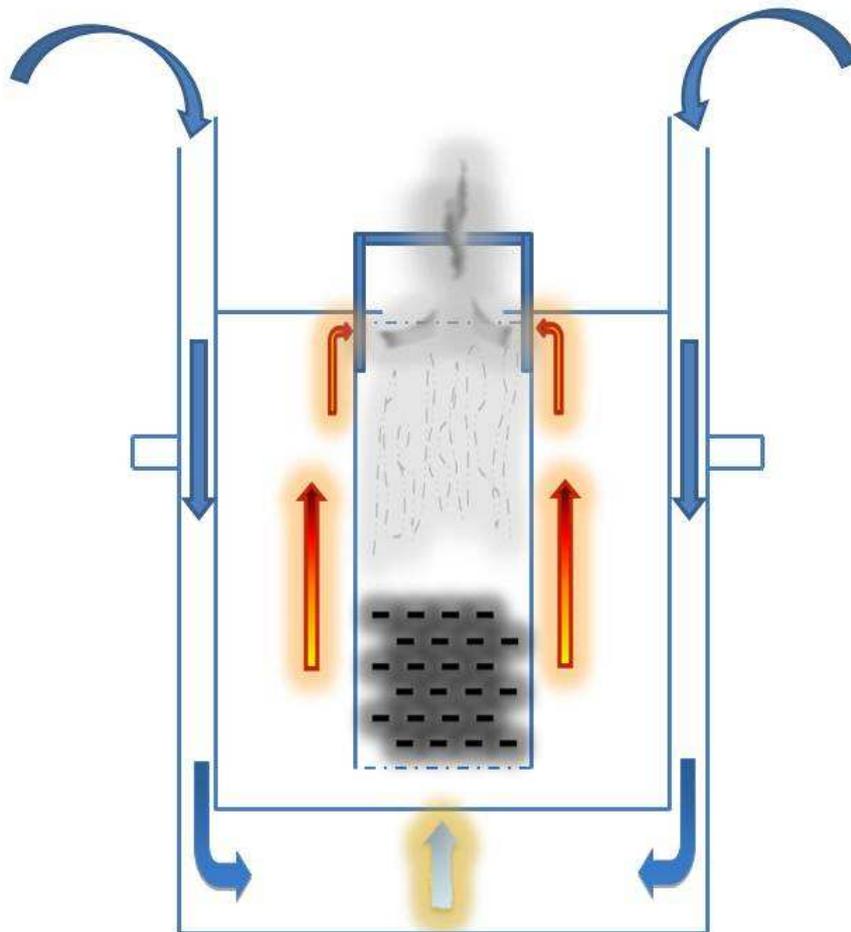


Figure 16 – le résidu de combustion



6. Performances

Dans les tests on a pu mesurer et calculer que la transmission de la chaleur à l'eau contenu dans une marmite est arrivée à peu plus que le 50%. Cela c'est beaucoup plus que le transfert de chaleur qui est normalement observé dans le feu libre (feu trois pierres). La quantité de combustible finale utilisée pour préparer un repas traditionnel (riz + sauce) pour 6 – 7 personnes était de 1,2 – 1,4 kgs de granulés de sous produits agricoles.

Avec ce système on peut réaliser la cuisson traditionnelle avec une consommation de bois égal à zéro si on utilise seulement des résidus des cultures agricoles, ou très réduite si on utilise les petits branchages qui dérivent de l'élagage ou « nettoyage » des arbres.

Le fourneau Aaron a été objet d'un test officielle du CNES, le Centre National d'Énergie Solaire, qui a certifié que l'épargne de biomasse qui est obtenue par Aaron arrive jusqu'à 75% par rapport au feu libre, avec la marmite traditionnelle N. 5 (diamètre extérieure de la marmite environ 31 cm), celle qui est plus utilisés pour la cuisson des repas pour une famille.

Tableau 2 – Performances thermiques de 4 foyers améliorés et le 3 pierres. Tableau publié sur « Résultats de tests sur le foyer Aaron » CNES, juillet 2013

	PCU1 (%)	P1 (kW)	CS (kg/l)
3 Pierres	14,70	2,8	0,34
Mai Sauki	27,90	6,50	0,15
Malgache	22,50	7,30	0,22
Albarka	27,80	3,70	0,08
Multimarmite	30,00	4,20	0,12

Source : CFTED, 1988.

A ARON	Marmite 5	30,07	4,55	0,08
	Marmite 4	23,40	3,99	0,10

REMERCIEMENTS

Un grand merci à M. Thomas A. Lawand, ex-directeur de l'Institut de Recherches Brace de Montréal (Canada) pour les précieux conseils techniques.

INFOS ET CONTACTS:

Autres informations sur le projet : www.energiesdurablesniger.org

Dr. Stefano Bechis, Université de Turin

via Leonardo da Vinci 44, 10095 GRUGLIASCO (TO) - ITALIE

tél. +39 011 6708589

courriel: stefano.bechis@unito.it

site web: www.proener.unito.it

Dr. Federico Barigazzi, Université de Turin

via Leonardo da Vinci 44, 10095 GRUGLIASCO (TO) - ITALIE

tél. +39 011 6708589

courriel: federico.barigazzi@unito.it

M. Paolo Giglio, Consul d'Italie au Niger

Adresse au Niger: B.P. 10.388 NIAMEY

tél. : +227 20722415 tél. mobile : +227 96974031

Adresse en Italie: via Perra 51 - 10010 Cascinette d'Ivrea (TO)

tél. +39 0125251290 tél mobile : +39 3773073601

courriel : paologiglio@terresolidali.org

site web: www.paologiglio.net