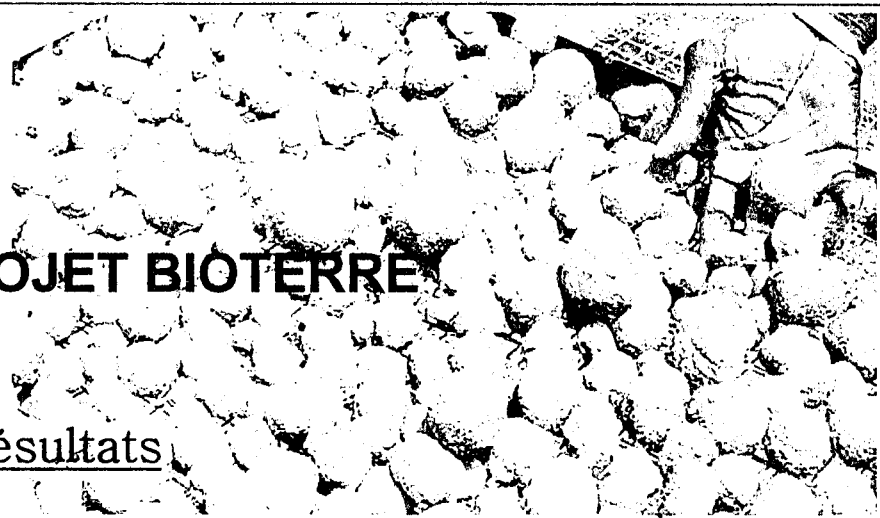


CRA
Gembloux

Projet d'implantation d'une unité pilote de production de boulets combustibles à partir de biomasse au Sénégal.



PROJET BIOTERRE

Synthèse de résultats

Décembre 2004

Dubois, Fr, chargé de mission.
Temmerman, M, coordinateur de projet.



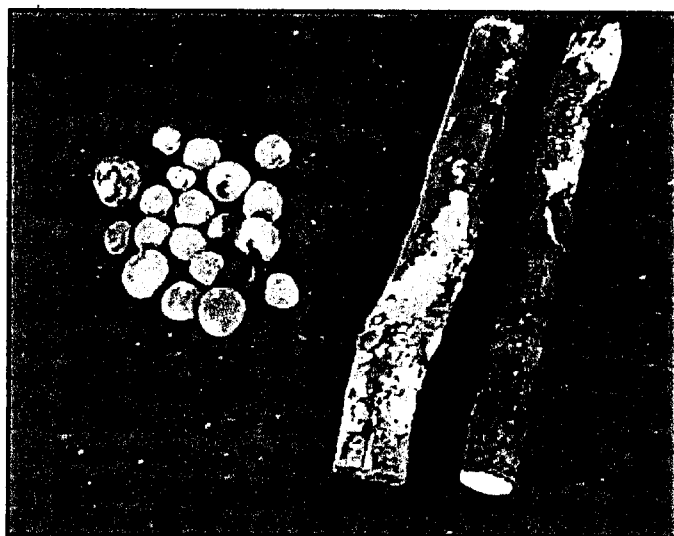
Etude de faisabilité et d'acceptabilité de combustibles à usage domestique en substitution au charbon de bois, produits par agglomération de biomasse au Sénégal

Programme réalisé avec le concours

de la Délégation Wallonie Bruxelles

des partenaires sénégalais :

SAED,
PROGEDE, direction Energie
CERER,
CRAT



1kg de balle de riz (2 kg de boulets) peut économiser 6 à 10 kg de bois sur pied

Synthèse de résultats du Projet BIOTERRE

- 1 Introduction
- 2 Le produit
- 3 La technologie
- 4 Programme d'activité de l'unité
- 5 Principaux résultats
- 6 Perspectives de la technologie
- 7 Perspectives du projet

Introduction

Le présent document constitue une synthèse du rapport final du projet d'implantation d'une unité pilote de production de boulets combustibles à partir de biomasse au Sénégal. Les objectifs de ce projet sont de cerner les contraintes de transfert de technologies dans les conditions locales ; en outre, de réaliser un test d'acceptabilité sociale du nouveau combustible proposé en cuisson domestique et d'évaluer la faisabilité technico-économique de cette technique de fabrication de combustible.

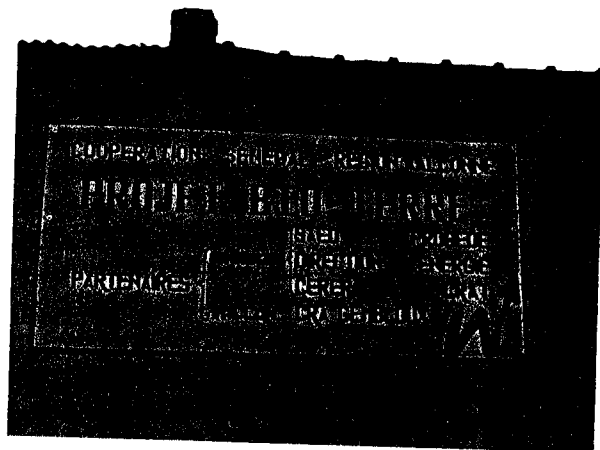
Au vu du potentiel de la technologie développée par le Département Génie Rural du CRA-W à Gembloux sur diverses biomasses, la Direction des Relations Internationales de la Région Wallonne a décidé en 2000 de financer un projet au Sénégal, dans le cadre de la coopération bilatérale.

Une mission d'évaluation a été effectuée par le CRA-W en juillet 2001 (rapport de mission).

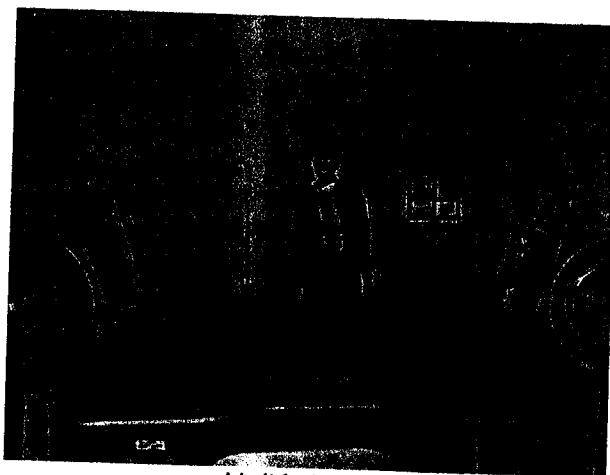
Le projet BIOTERRE a été ensuite réalisé en deux phases :

- Une phase préparatoire effectuée en 2003 au CRA-W Gembloux pour adapter la technologie à la balle de riz et étudier les bases d'un fourneau adapté à ce combustible (rapport d'activité DGR-CRAW 2003).

- La seconde phase, d'essais sur unité pilote expérimentale, installée à Ross Bethio, a été menée de janvier à juin 2004 avec la collaboration de partenaires sénégalais : SAED, PROGEDE-Direction Energie, CERER, et CRAT.



: Le projet Bioterre et les partenaires



Unité de granulation

Cadre du projet

Le bois de feu et le charbon de bois sont encore à ce jour les combustibles les plus utilisés par les ménages dans la plupart des pays en développement. Le niveau de consommation de nombreux pays est tel qu'il met en danger le capital forestier déjà souvent surexploité, voire éprouvé par des conditions climatiques sévères.

Une piste pour alléger la pression sur les massifs forestiers serait de mieux valoriser les résidus agricoles, les résidus agro-industriels ou les résidus de l'industrie du bois.

La valorisation énergétique de la biomasse s'inscrit dans le cadre des moyens de lutte pour la protection de l'environnement. En limitant la consommation de combustibles fossiles, elle contribue à une diminution des émissions polluantes responsables de l'effet de serre.



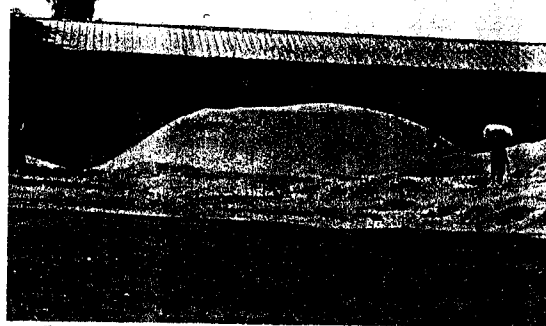
Cuisson au bois



Forêt classée

La mission d'évaluation a constaté que le site de Ross- Bethio présentait de nombreux atouts pour l'installation d'une unité pilote expérimentale d'agglomération, dont :

- une disponibilité en balle de riz, estimée entre 10 et 15 000 tonnes par an dans la région de St Louis à Dagana. Actuellement ce potentiel n'est pas valorisé et la balle de riz constitue un déchet encombrant.



Balle de riz en sortie de décortiquerie

- une disponibilité d'argile, qui constitue le liant (nombreux gisements de terre appropriée dans la vallée du Sénégal)

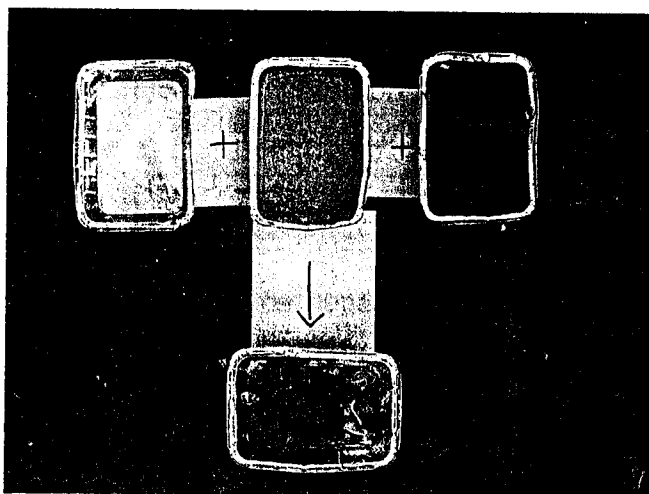
- des conditions climatiques favorables pour un séchage au soleil

2 Le produit

Il s'agit d'un nouveau combustible sous forme de boulets obtenus par granulation en associant la biomasse à une forte proportion d'argile.

Le procédé demande une terre à brique. Outre un rôle de liant, la terre incorporée en forte proportion améliore nettement la combustion de la biomasse. Au stade actuel d'études, cette observation est confirmée par de nombreux tests sur diverses matières premières. Elle ne peut encore être expliquée, mais une hypothèse lie cette amélioration au principe de la combustion catalytique: les gaz générés par la distillation de la biomasse à l'intérieur du boulet en combustion se comportent comme s'ils subissaient un cracking en traversant une zone portée à haute température par la combustion vive en périphérie du boulet. Pour les boulets fabriqués avec environ 45% de terre, le rendement de combustion dépasse 30% : les flammes courtes et vives produites par les boulets ont une couleur bleue à la base et se développent parfaitement sous la casserole. Lorsqu'ils sont fabriqués avec 5 à 10% de terre

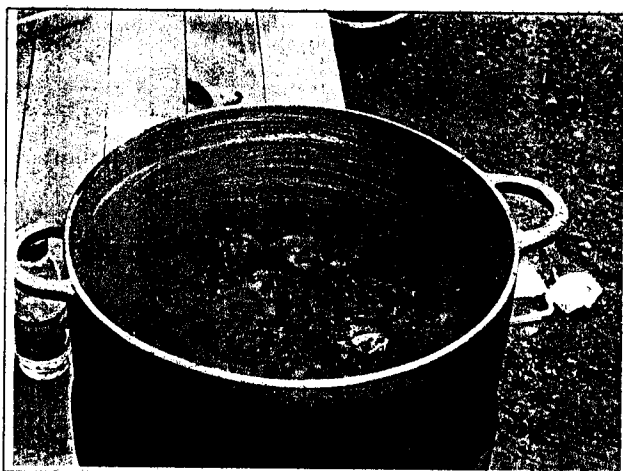
comme liant, les boulets en combustion produisent une flamme jaune-rouge, molle et longue qui contourne la casserole. Le rendement est alors très faible, de l'ordre de 10-12%.



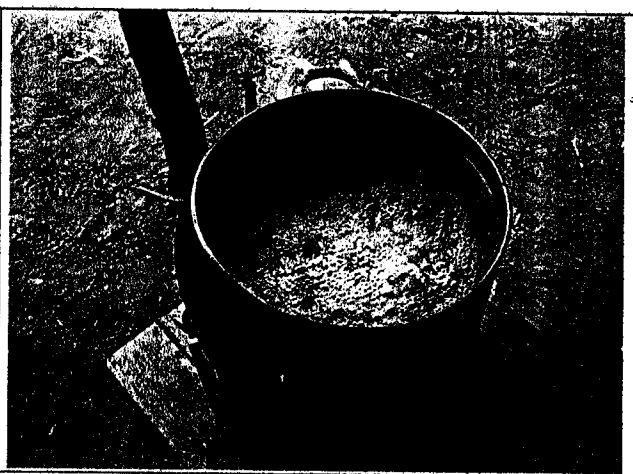
Composants du boulet bio-terre.

Les matières premières nécessaires à la production du boulet bio-terre sont l'eau, la balle de riz et l'argile

Les tests usuels de combustion permettent de comparer les combustibles, mais ne représentent pas réellement les exigences de la cuisson d'aliments. En effet, les caractéristiques requises par un combustible destiné à une utilisation en cuisson domestique sont tout à fait différentes des exigences du combustible utilisé à une fin énergétique simple. Pour prendre ces éléments en considération, de nombreuses répétitions de cuissons des plats traditionnels (mafé, thiou, thiéboudienne), ont été réalisées avec les boulets en fourneau approprié, comparativement au charbon de bois sur les fourneaux usuels locaux (Ross- Bethio, Sénégal).



Cuisson du plat traditionnel sénégalais : sauce Mafé



Ebullition d'huile

La technique de fabrication permet de varier la composition, la granulométrie, l'apparence du combustible, c'est à dire délivre la possibilité de moduler la puissance du combustible, de l'adapter à des utilisations spécifiques en cuisson domestique, de cibler un marché.

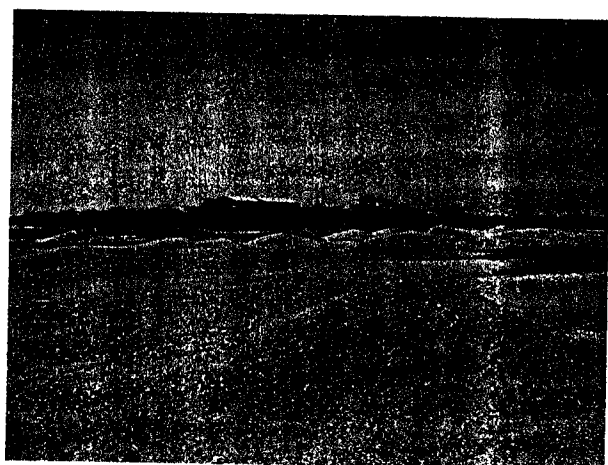
Les particularités et les qualités de ce produit, en font un combustible performant en cuisson domestique, en substitution au charbon de bois. Il n'aurait qu'un intérêt limité en combustion industrielle, du fait d'un PCI "dilué" par le taux de terre élevé (le pci est réduit de moitié par rapport au bois et au quart de celui du charbon de bois), mais peut trouver des applications artisanales, telles que la teinturerie, où il est particulièrement efficace et économique.

Intérêts du boulet

Utilisé comme substitut au charbon de bois, à l'usage de combustible domestique, ce produit générerait une économie importante: 1 kg de biomasse ainsi traitée peut épargner de 6 à 10 kg de bois sur pied, soit un rapport particulièrement intéressant, dans le cadre environnemental. Sur base de rendements de carbonisation artisanale de 18 à 25% et des consommations de combustibles, suivant le type de plat préparé, on calcule que :

1 kg de balle de riz ainsi traitée économise 6,599 kg de bois sec (masse à 2 %hms) 10,351 kg de bois sur pied (masse à 60% hms)
--

Traduits en terme de superficie forestière, la valorisation par cette technologie de 1000 tonnes de balle de riz équivaut à 404 ha de surface forestière au Sénégal et en moyenne, sur l'Afrique centrale à 217 ha. Cette valorisation, même temporaire, en réduisant l'exploitation du bois de feu, permettrait la reconstitution du capital forestier de certaines régions en difficultés à ce niveau.



Déversements de balle de riz en brousse



Forêt classée de Massara-Foulane, St Louis

Impact socio-économique.

La substitution de ce nouveau combustible, au charbon de bois, pourrait engendrer des économies importantes au niveau des coûts de cuisson domestique.

Sur base de l'étude d'acceptabilité, du test de vente et de projections de coût de production en installation industrielle d'une capacité de 2000 à 3000 tonnes par an, le combustible pourrait être vendu à 50 FCFA/kg, alors que le pot de charbon de bois (711 gr) est vendu à 150 FCFA, soit 212 FCFA/kg. La cuisson du thiéboudienne (plat traditionnel en préparation pour 10 personnes) requiert 2,5 à 3 kg de boulets, soit, à 50 FCFA le kilo, coûte 125 à 150 FCFA, contre 120 au gaz, 130 au bois et 300 à 375 FCFA au charbon de bois. En milieu rural et péri-urbain de certaines régions, le charbon de bois est utilisé à hauteur de 60 % des besoins de combustible en cuisson domestique, voire davantage.

L'installation d'une unité de 3000 tonnes de capacité annuelle requiert un investissement de 200 000 000 FCFA (300 000 €). Cet investissement générerait en moyenne par année, une économie de 217 000 000 FCFA sur les coûts de cuisson domestique, répartis entre 3200 ménages. Cette économie représente 10 % du revenu des ménages en milieu rural, similaires à ceux de Ross-Bethio et Richard-Toll.

Dans le contexte de la problématique du bois de feu en PED, cette technologie aurait aussi un impact social appréciable en procurant un combustible d'origine locale dans des régions défavorisées au niveau des ressources forestières. Il permettrait la création d'emplois pour une main d'œuvre locale non spécialisée (10 emplois par unité de 2000 tonnes par an). Par exemple 20 à 25 000 tonnes de balle de riz produites dans la vallée du fleuve Sénégal généreraient une capacité de fabrication de 40-50 000 tonnes de boulets, soit 200 à 250 emplois directs.

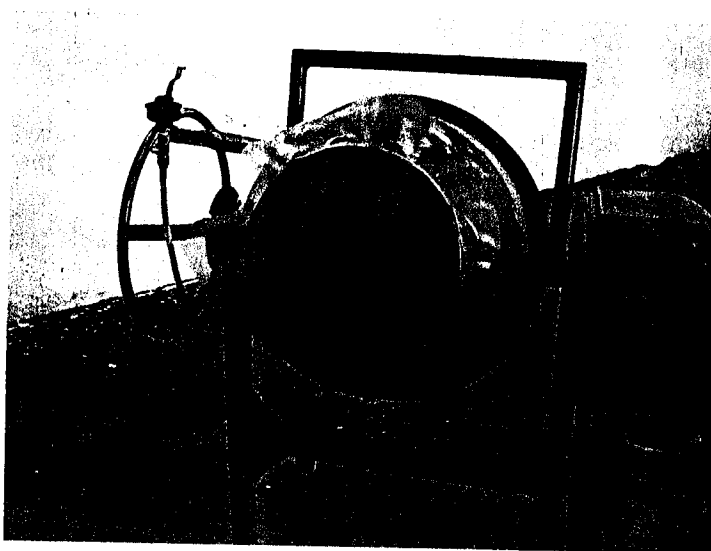
Biotecnologie

Procédé de granulation

Préparation par broyage au broyeur à marteaux : granulométrie fine et homogène



Mélange des composants: terre, eau, biomasse.

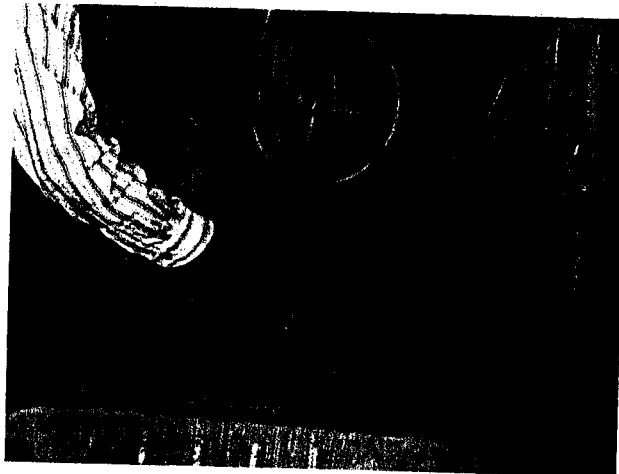


Granulation

Alimentation du granulateur (manuelle ou mécanique simple: à vis, tapis, chaîne)

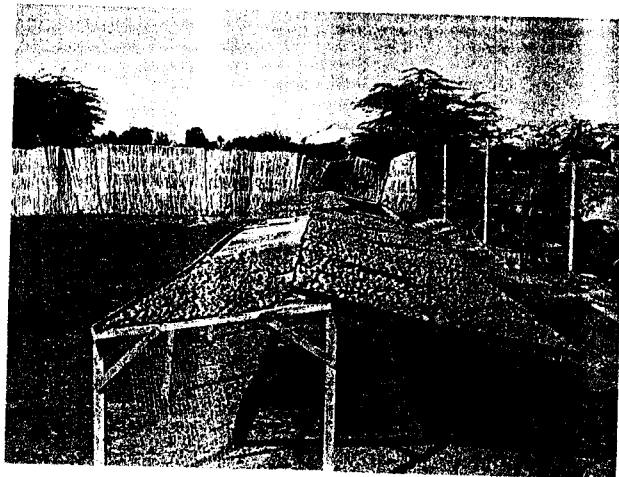
Granulation: en cuve de bétonnière ou en tonneau granulateur ou sur plateau granulateur.

Tamissage des boulets.



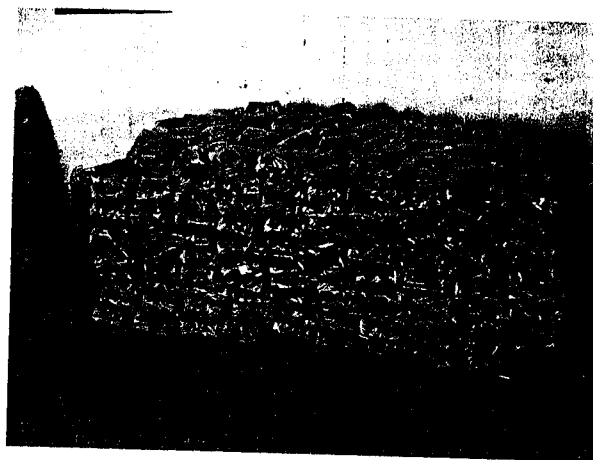
Séchage

Naturel sur claies au soleil. Le procédé utilise 60-80% d'eau sur ms. Du point de vue énergétique, il est donc impératif d'utiliser un maximum d'énergie solaire sur l'air ambiant pour sécher le boulet.



Conditionnement

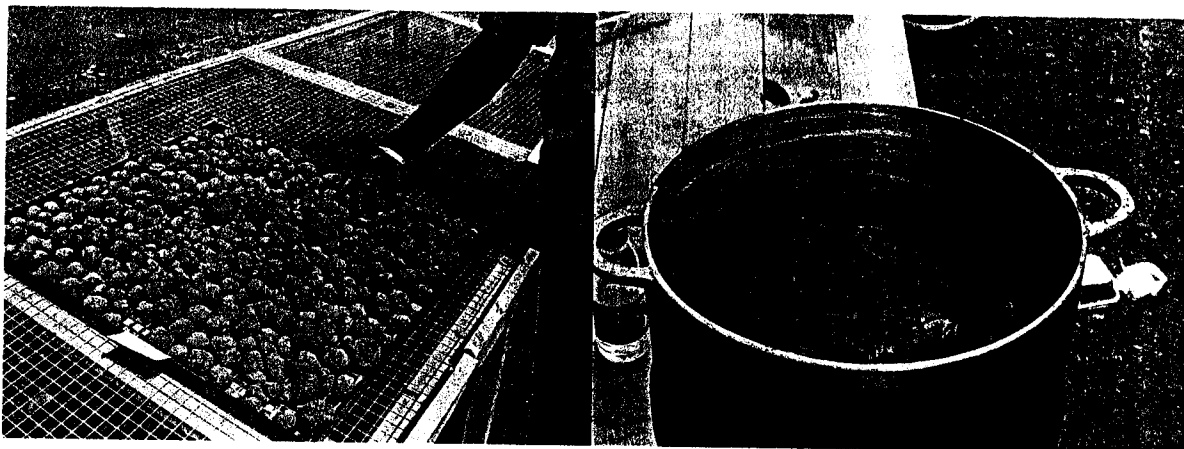
Emballage selon marché: vrac ou en unité masse ou volume, constant et adapté à la consommation. Eventuellement en sac plastique, étanche à l'humidité. (6 à 10 FCFA le sac de 3 litres, 1 kg)



Activités de l'unité

Une phase préliminaire de réglages (sélection de terre compatible, préparation des matières, composition et granulométrie du combustible) essentielle pour soumettre un combustible de qualité aux tests d'acceptabilité, a recherché un compromis d'optimisation sur plusieurs points :

- 1 Optimisation de la **technique de fabrication**, spécialement au niveau du débit de granulation et du délai de séchage.
- 2 Optimisation du **combustible** au niveau des utilisations potentielles : adapter le produit en fonction du résultat de tests de comportement en combustion reflétant les critères d'utilisation pour la cuisson des divers plats sénégalais.
- 3 Optimisation du **fourneau** (avec la collaboration du Cerer)
 - par rapport à ce nouveau combustible (masse volumique différente du charbon) au niveau de l'allumage, puissance, durée de combustion, consommation de combustible
 - pour le faire évoluer vers un fourneau multi-casserole (il existe une gamme de marmites spécifiques à des plats différents, de volumes différents et des modèles variables selon les régions.
 - en considérant le coût de fabrication de ce fourneau (dispositif simple)



La fabrication principale avait pour objectif de produire deux tonnes de combustible homogène à distribuer dans les ménages pour le test d'acceptabilité. Trente ménages ont été sélectionnés pour réaliser les tests sur le nouveau combustible au moyen d'un fourneau approprié à leur casserole usuelle. Ce fourneau leur a été fourni gratuitement avec le combustible.

Les cuisinières désignées pour chaque ménage ont été formées sur l'unité, à l'utilisation du fourneau et du produit par une monitrice (une séance de préparation collective d'un repas par groupe de cinq femmes).

Les pratiques culinaires ont été intégralement respectées. Cependant la rapidité d'allumage du boulet nécessite de préparer les ingrédients avant de procéder à la cuisson, contrairement à la cuisson au charbon où la ménagère allume le charbon puis prépare les ingrédients pendant la demi-heure d'allumage. Les utilisatrices perçoivent ce mode opératoire comme un avantage notable car la préparation du repas est plus rapide.

De nombreuses répétitions de cuissons des plats traditionnels, maffé, thiou, thiéboudienne, ont été réalisées avec les boulets en fourneau approprié, comparativement au charbon de bois sur les fourneaux usuels locaux (Ross Bethio).



Formation des ménagères

Le Progede a assuré la mise en place du test d'acceptabilité et l'analyse des données avec le concours d'un expert statisticien (recrutement de trois enquêteurs, supervisés par la monitrice et le chef de projet).

La fabrication d'une tonne de combustible supplémentaire a permis de réaliser un sondage de marché par vente du produit, pour confirmer les résultats du test d'acceptabilité.

Les derniers ajustements de fabrications (composition, addition de fines de matière carbonisée) ont eu pour but d'optimiser le produit par rapport aux dernières perceptions du marché local (eu égard à la concurrence des autres combustibles domestiques et au prix actuellement élevé des fourneaux spéciaux développés pour l'utilisation) pour assurer la viabilité du pilote, en autofinancement partiel temporaire avec l'appui d'un partenaire privé, jusqu'à l'installation espérée d'une unité pilote industrielle.

Le programme de travail abouti à une évaluation de faisabilité industrielle économique relative au site et contexte de la vallée du fleuve Sénégal, sur base des équipements actuels.

5 Principaux résultats

Fabrication du combustible :

Les matières premières locales et l'équipement de base fourni par le projet permettent la production d'un combustible performant. Le personnel affecté au projet ne rencontre aucune difficulté pour la production. Toutefois, à ce stade et configuration d'installation expérimentale, la capacité de production globale (compte tenu des temps de préparation et diverses mesures d'expérimentation) ne dépasse pas 20 kg /heure. Une simple organisation du travail permettrait de doubler la capacité journalière, voire de la quadrupler en travaillant en deux pauses. L'addition d'une faible proportion de fines de matière carbonisée porte le débit à 80 kg/heure. Dans une perspective de rentabilité d'installation industrielle il serait opportun de développer le granulateur et d'imposer à la chaîne de production une cadence donnée par une alimentation automatique, de manière à augmenter et réguler la productivité.

Séchage au soleil :

Les essais montrent que le produit passe de 60% à 4% hms en une dizaine d'heures d'exposition au soleil. Industriellement on peut considérer pouvoir réaliser le séchage par exposition au soleil en 24 heures. En début de matinée le produit reprend 5-6 % hms, mais au soleil il descend rapidement à 3%-4%. Il serait opportun de tester des solutions économiquement valables pour l'hivernage (bâches plastique, tunnel à ventilation forcée par cheminée à tirage naturel...)

Acceptabilité.

L'acceptabilité du combustible, suivant l'enquête, dépasse toute espérance : à 50 Fcfa du kilo, 90 pourcents des ménagères déclarent vouloir utiliser Bio terre exclusivement en lieu et place du charbon de bois et des cuissons au gaz. La consommation effective de 2 kg /jour par ménage de 10 personnes (pondérée par le nombre de personnes composant le ménage) pendant la distribution gratuite, est passée dès la mise en vente du combustible à 60 FCFA/kg, à 1 kg par jour, par ménage de 10 personnes.

On peut donc considérer un taux d'acceptabilité ou de satisfaction de l'ordre de 50%, qui s'explique sur le terrain par un souhait de réduction du prix du boulet. Les ménagères apprécient le boulet et le disent économique mais veulent qu'il soit vendu à 50 FCFA. Or les enquêtes révèlent qu'en temps normal, les ménages utilisent 2 à 3 pots de charbon de bois par jour au prix de 150 fcfà le pot au marchand (soit 212 fcfà/kilo). Les raisons se situent à la fois dans les usages locaux (marchandage), dans des difficultés de maîtrise économique du nouveau combustible (délais de tests trop courts et formation insuffisante), soit en raison de l'insécurité d'approvisionnement, mais aussi en raison du prix du fourneau recommandé.

Dépenses en combustible de cuisson					
	Moyenne globale	M/10p (1)	Ross	St L	Rtoll
Dépense journalière par ménage en gaz	16	168	18	16	198
Dépense journalière en CHARBON par ménage en fcfà	360	288	395	255	360
Pourcentage coût (GAZ/total)	34	32	32	0	34
Pourcentage coût CHdB/total	65	55	68	60	62
Caractéristiques socio-économiques des ménages					
	MG		Ross	StL	Rtoll
Taille du ménage (nombre de membres)	13		12	8	19
Nombre d'actifs occupés	20	18	1,2	2,4	2,4

(1) Moyenne pondérée pour un ménage de 10 personnes

La cuisson d'un plat de thiéboudienne pour 10 personnes demande 2,5 à 3 kilos de combustible bioterre, soit un coût de cuisson de 125 à 150 CFA, au prix de 50 fcfa /kg, contre un coût de 300 à 375 CFA pour la même cuisson au charbon de bois, en se référant aux multiples mesures de cuisson effectuées dans le laboratoire du pilote.

Quelques ménages participant au test d'acceptabilité confirment le même résultat, mais en majorité, les autres ménages, faute d'une formation suffisante, semblent n'avoir pu bien maîtriser l'aspect économique du boulet et du nouveau fourneau. Avec l'expérience d'une vingtaine de préparations, la monitrice du projet a réduit par deux la consommation de boulet pour un même plat.

La principale justification d'une réduction du prix des boulets, demandée par les ménagères, s'appuie sur une comparaison entre le coût de cuisson avec le boulet bioterre et le coût de cuisson au gaz. En fait, non seulement le marchandage est une pratique usuelle, mais nécessaire vu les très faibles revenus des ménages. Les coûts de cuisson représentent plus de 30% du revenu moyen des ménages, dont 20 % sont affectés au charbon. Le gaz est utilisé pour la préparation du petit déjeuner et dans ce milieu rural, n'est pas en mesure de détrôner l'utilisation du charbon pour la préparation des principaux repas, en raison du prix de la recharge et de la somme d'argent à réunir pour cet achat.

Une stratégie d'ouverture de marché du boulet consiste, par une légère addition de fines de matière carbonisée, à produire un combustible performant dans les fourneaux traditionnels, tout en préconisant l'utilisation du fourneau approprié aux ménages qui peuvent se permettre cet investissement. Des techniques de carbonisation très simples existent, mais des fines de charbon de bois sont récupérables sur une multitude de sites de vente de charbon. Sur base du nombre de ménages moyens, de la consommation journalière, du taux de fines aux manipulations, on peut estimer le potentiel de fines récupérables à 22 tonnes par mois sur la région. Cette ressource serait suffisante pour assurer une capacité de production de 700 à 1400 tonnes par an de boulets noirs (par opposition au « charbon blanc », tel qu'il est dénommé au village).

Population effective de la CR de Ross Bethio, n habitants		32.000
Masse de fines récupérables, kg par mois		5.982
Population effective de St Louis, n habitants		80.000
Masse de fines récupérables, kg par mois		16.200

Qualité du combustible

Bien qu'il soit encore susceptible d'amélioration, le boulet de balle de riz donne entière satisfaction au niveau des tests de cuisson réalisés dans le laboratoire de l'unité et au niveau des tests réalisés dans les ménages.

Les fumées ne durent que quelques 5 minutes à l'allumage et en général, les ménagères ne s'en plaignent pas (les cuisines sont extérieures aux habitations) dès qu'elles ont maîtrisé le combustible (recharge pratiquées en temps utile).

Les usages culinaires veulent que les plats sénégalais soient mijotés et il est fréquent que la durée de cuisson soit de deux heures. L'utilisation de ce combustible nécessite des recharges. Les fourneaux à charbon de bois permettent une recharge latérale, alors que le fourneau bioterre nécessite une dépose de casserole pour la pratiquer. La dépose de casserole ne dérange pas les ménagères pour les petites casseroles. Par contre les ménages de 30 personnes utilisent de grandes marmites difficiles et dangereuses à manipuler en ébullition.

Alors qu'une charge d'1 kg de boulet de balle de riz permet d'atteindre l'ébullition de 3 litres d'eau en 12 minutes, le kg de charbon de bois requiert 30 minutes, mais sa durée de combustion est plus importante que celle du boulet et il ne fume pas à la recharge.

Une amélioration de qualité du boulet bioterre peut donc passer par un allongement de durée de combustion, simplement en l'additionnant de biomasse carbonisée (ressource de fines de charbon de bois, ou carbonisation de balle ou de typha par procédé simple.). Les avantages qui en découlent sont potentiellement importants : - puissance en phase flamme supérieure à celle du charbon, - ressemblance au charbon, - possibilité d'aligner le prix du combustible sur celui du charbon de bois, - possibilité d'utilisation des fourneaux traditionnels, - débit de granulation porté à 80 kg/heure - réduction des fumées à l'allumage et au rechargement.

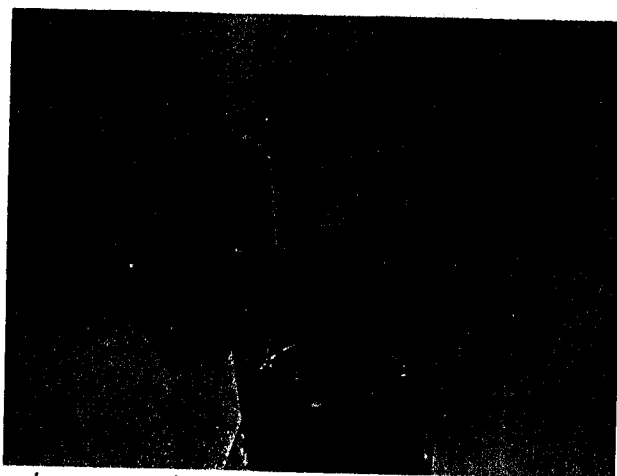
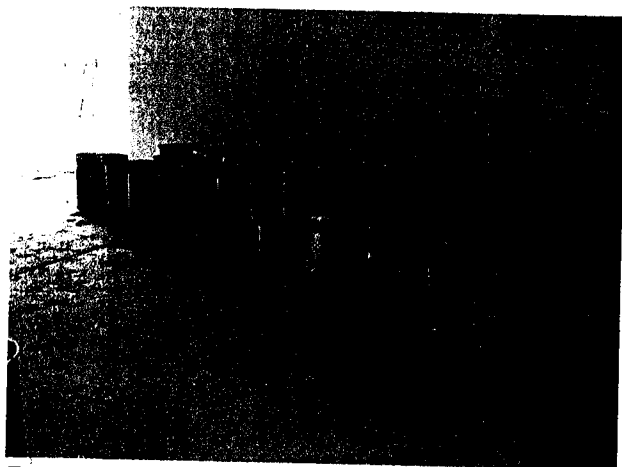
Les quatre dernières fabrications en fin de projet avec incorporation de fines de charbon de bois et fines de typha carbonisé ont permis d'observer ces résultats, mais le projet n'a pas eu le temps d'investiguer davantage dans cette direction, ni de soumettre ce combustible à la vente ou à un test d'acceptabilité.

Fourneaux

Pour atteindre une efficacité optimale, le boulet requiert l'utilisation du fourneau spécialement développé à cet effet par le CRA-W. La masse volumique et le pci volumique du boulet de balle de riz sont beaucoup plus faibles que celles du charbon. Le volume et surface sur grille ainsi que la chambre de développement des flammes doivent être plus importants ; la distance entre les braises et le fond de casserole intervient sur le rendement et doit être réglable en fonction du volume de charge de boulets. Pour faciliter l'allumage, accélérer la mise à feu et réduire le délai de fumée, on a pourvu le fourneau d'une petite cheminée amovible qui augmente le tirage sur les braises. Le système est très efficace mais coûte 1500 CFA en tôle (neuve).

L'amélioration de rendement observé par rapport aux fourneaux traditionnels vient essentiellement du chemisage de la casserole. En outre, les ménagères approuvent l'aspect sécurisant de la stabilité du fourneau bioterre et par des tests spontanés au charbon de bois, lui ont reconnu une meilleure efficacité que les fourneaux traditionnels.

En majorité les ménagères rurales n'acceptent pas un prix de fourneau supérieur à 3000 fcfa. Pour réduire le coût de fabrication, le fourneau a été doté d'une forme simple, cylindrique. Mais la tôle neuve est chère au Sénégal et un fourneau de 33 cm a un prix de revient au minimum de 5000 CFA en matériaux, hors main d'œuvre. L'offre de l'artisanat n'a pas été suffisamment sondée, mais un artisan proposait d'en fabriquer en tôle de récupération pour 2500 fcfa hors cheminée.



En raison de la multitude de tailles et modèles de casseroles, les ménagères pourraient accepter un prix supérieur à 3000 fcfa, si le fourneau était compatible à plusieurs casseroles (multicasseroles).

Suite à une enquête qu'il a menée à Dakar, le CERER a fabriqué la première série de 30 fourneaux au diamètre de 31 cm. Ils se sont avérés inutilisables pour le contexte rural de Ross Bethio et Richard Toll et ont dû être élargis dans l'atelier de l'unité à un diamètre de 36 cm par un cône. De même, la multiplicité des modèles de casseroles, anses tantôt verticales, tantôt horizontales, a engendré un surcroît de travail qui a nécessité des délais supplémentaires, avant de pouvoir démarrer le test d'acceptabilité.

Outre un développement pour améliorer les performances, adaptabilité et prix, les fourneaux méritent encore quelques améliorations de détails techniques (poignées, qualité de tôle de grille).

Prospectives de la technologie

L'installation expérimentale, dont un des avantages majeurs est la simplicité du procédé et de l'outil de production, a été réalisée au moyen de bétonnières modifiées, tant pour le mélange des matières que pour la granulation. Le débit d'une bétonnière de 180 litres est d'environ 40 kg de produit anhydre par heure en boulets balle de riz. Ce débit est relativement peu élevé, mais le coût d'un appareil permet de le multiplier à faible investissement pour atteindre une économie d'échelle. Par ailleurs, il est susceptible d'améliorations.

La simplicité de cette technologie et les faibles investissements envisagés pour sa mise en oeuvre permettent un dimensionnement adapté aux besoins des PED et aux ressources en biomasse.

La technologie offre la possibilité de valoriser tous types de résidus de biomasse, même très humides. (résidus agro-industriels divers, prioritairement les résidus collectés sur sites industriels), tels que : coque d'arachide, parche de café, fines de charbon de bois, sciure, noyaux, etc.

Il importe cependant de développer l'équipement, en outre par un suivi de fonctionnement des granulateurs à cadence industrielle pour observer et pallier les points faibles du dispositif de granulation (usure, roulements..).

Parmi les éléments de réussite d'entreprise et de succès de marché, il convient

- de réserver cette technique aux résidus disponibles sur sites industriels ou déjà collectés en grandes quantités à proximité de marchés potentiels (grosses communautés, villes)
 - de l'appliquer exclusivement en région sèche (séchage naturel au soleil) comme la zone Sahélienne, à moins de générer des plus values plus importantes qui économiquement autorisent un séchage thermique.
 - pour pouvoir concurrencer les prix des énergies usuelles, en général relativement faibles et subventionnées directement ou indirectement, il importe d'étudier et de développer le combustible, le fourneau et l'outil de production (alimentation, manutention, granulater, tamisage, séchage, emballage) pour disposer d'éléments d'adaptation sur le plan économique au contexte de chaque site d'installation.
- Pour sa pérennisation et multiplication, il convient d'installer la technologie dans des conditions de rentabilité intéressantes tant pour l'investisseur que pour l'emploi de main d'oeuvre, que pour l'obtention d'un prix attractif pour les ménages.