

L'implantation de fours économes au Burkina Faso : un exemple de partenariat et d'implication de jeunes dans des actions solidaires.¹



¹ Cette monographie évaluative a été rédigée par Dominique Thierry et Denis Grandjacques (France Bénévolat) avec la validation des 4 étudiants de l'Ecole des Mines (Thomas Dubois, Benoit Grouchko, Guillaume Vives et Clotilde Le Quiniou) et de l'équipe pédagogique de « L'acte d'Entreprendre »®. Les textes en italique sont des extraits des rapports des étudiants.

I. Origine de la démarche et du Projet :

Le partenariat Ecole des Mines de Paris/ France Bénévolat :

En octobre 2005, un accord de partenariat a été signé entre l'Ecole des Mines de Paris et France Bénévolat. Il s'inscrit dans le dispositif pédagogique « L'Acte d'Entreprendre »[®], au sein duquel les étudiants de **1^o année** doivent concevoir et, si possible, mettre en œuvre un projet (industriel, événementiel ou d'intérêt général). Pour les « bons » projets, les étudiants peuvent continuer à le mettre en œuvre en 2^o année ; dans ce cas, la production finale est notée (en 1^o année, la validation de « L'Acte d'Entreprendre »[®] est obligatoire mais sans note). Les étudiants doivent mener leur projet par équipes de 2 à 5.

Pour les projets qualifiés d'intérêt général (environ une quinzaine par an), France Bénévolat est considérée comme « structure ressource », pour : soit donner un avis sur les projets et assurer un peu de conseil, soit, **si nécessaire et de façon plus spécifique**, les mettre en relation avec des associations instituées, **afin d'en renforcer la solidité et les chances de pérennisation, tout en respectant l'autonomie et la responsabilité des étudiants**. Pour les associations partenaires, il s'agit en quelque sorte de se positionner en « couveuses de projets bénévoles ».

Tant pour l'Ecole des Mines que pour France Bénévolat, ce « Relais du bénévolat étudiant » vise 3 impacts : **un impact pédagogique, un impact d'éducation à la citoyenneté et un impact opérationnel**.

Quelques exemples d'accompagnement de France Bénévolat :

Au cours des 3 premières années de partenariat, France Bénévolat est intervenue sur une douzaine de projets de façon plus ou moins active, par exemple :

- mise en relation avec Caritas International pour un micro projet en Inde,
- appui sur un projet de récupération des invendus de boulangerie et de pâtisserie pour « Banque alimentaire » (projet qui n'a pas abouti) ;
- avis sur le lancement d'un atelier d'écriture collective ;
- mise en relation sur une idée de transposition du Téléthon au Maroc ;
- plusieurs actions de conseil pour les statuts et la gouvernance d'associations créées ;
- lancement d'un salon de coiffure dans des maisons de retraite ;
- récupération et restauration de vélos pour le Burkina Faso (1^o coopération avec l'association POMBAO) ;

- mise en place de fours économes dans 2 villages du Burkina Faso (projet faisant l'objet de la présente monographie) ;
- ...

Les enjeux écologiques du développement de fours économes dans les pays du Sud :

La partie subsaharienne de l'Afrique de l'Ouest est confrontée à un véritable processus de désertification. La déforestation, associée à une dégradation du couvert végétal, conduit à un appauvrissement des sols, puis à leur érosion. Au final, la disparition de la terre arable laisse place aux déserts. Le phénomène est lent mais a acquis aujourd'hui une forte «inertie».

A chaque stade de ce processus les conséquences pour l'homme empirent : difficultés financières et alimentaires, famines récurrentes, migrations de populations...

A ces difficultés se superpose une problématique énergétique aiguë. Les populations concernées n'ont globalement accès qu'à une seule source d'énergie domestique, le bois de chauffe, indispensable pour la cuisson des aliments. Or, le bilan entre la «production» de bois et sa consommation est aujourd'hui largement déficitaire. La déforestation induite par les besoins énergétiques constitue ainsi le premier pas du processus de désertification.

Le principe du four économe :

Le four économe répond à la problématique de la déforestation puisque, par sa conception il utilise **trois à sept fois moins de bois** que le four traditionnel « trois pierres », seulement quelques brindilles ramassées au pied des arbres suffisent à la cuisson. De plus, cela permet de soulager les femmes et les enfants de la corvée du bois. Avec cette diminution de la consommation de bois, les familles les plus démunies pourront faire trois repas par jour.

Le principe de fonctionnement est simple, la cheminée et son isolation permettent de concentrer la chaleur contenue dans les fumées ce qui améliore l'efficacité de la cuisson. Ce procédé avait été expérimenté par l'association Panarasol (Etudiants de l'IUT de Génie thermique de Nantes) dans la banlieue d'Ouagadougou.

Quelques mots de présentation de l'association POMBAO :

L'Association POMBAO est une association franco-burkinabé, basée à la fois à Saint Germain Village (Eure) et dans la province de Sissili à 150 km au sud de Ouagadougou à la frontière du Ghana.

Le point de départ de l'association a été le parrainage par des familles françaises d'enfants orphelins dans deux villages : Léo et Cassou. Actuellement, plus 70 enfants sont ainsi parrainés. D'autres activités de développement se sont greffées au cours des 10 dernières années, notamment :

- Construction d'une cantine scolaire,
- Livraison de matériel scolaire et médical,
- Livraison d'une ambulance,
- Programme moustiquaire
- Formation locale à la bureautique
- Construction et équipement d'une maternité
- Construction de latrines et douches

II. Le lancement de la démarche en 2007/2008 et le prototype de four économe :

En 2007/2008, 3 étudiants de 1^o année de l'Ecole se sont déclarés intéressés par le projet proposé par l'Association Pombao, via France Bénévolat National et France Bénévolat Eure : Thomas Dubois, Benoit Grouchko et Guillaume Vives. En 2008/2009, donc en 2^o année d'Ecole, une quatrième élève a rejoint le groupe : Clotilde Le Quiniou ; nous verrons plus loin combien sa présence a été déterminante dans le succès du projet.

Voici les étapes de fabrication du four prototype réalisé à Paris (Extraits des rapports des élèves mis en italique) :

1) Matériel :

La réalisation du prototype du four économe n'a rien coûté. Nous avons utilisé uniquement des matériaux de récupération pour agencer le procédé.

Pour le bidon (cylindre) extérieur, nous sommes allés voir des personnes travaillant sur des échafaudages, dans un chantier non loin de notre école, et qui nous ont donnés un bidon qui leur était inutile.

Pour réaliser la conduite de cheminée intérieure, nous avons récupéré une chute de tuyau galvanisé, donnée gracieusement par la Maison des Mines, actuellement en travaux. A noté qu'il est préférable pour la réalisation du four que ces différents tubes soient en fer ou en acier car cela rend le soudage beaucoup plus simple.

Enfin, l'isolation a été réalisée avec de la terre, donnée par les jardiniers du jardin du Luxembourg, jouxtant l'Ecole.

2) Fabrication du coude :



Dimensionnement du tube :

La longueur L1 dépend du bidon et du diamètre du tube. Il a donc fallut faire au mieux pour avoir une bonne longueur de flamme.

Une partie de l'étude menée par Panarasol a porté sur l'optimisation de cette longueur pour assurer le meilleur rendement.

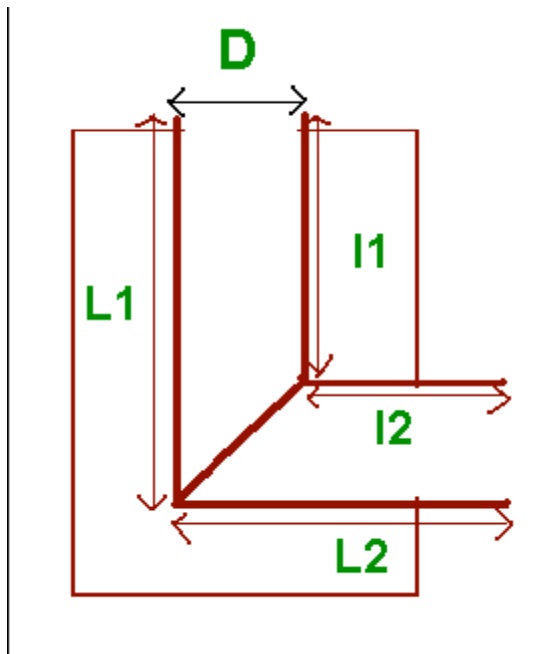
L2 a une valeur déterminée qui est égale à $D^2/2+D/2$.

Une fois déterminée L1 et L2, nous obtenons I1 et I2 avec la formule $L1= I1+D$ et $L2 = I2+D$

A l'aide d'un lapidaire, nous avons coupé la longueur de tube souhaitée.

Remarque : pour ne pas avoir à forcer lors de l'insertion du coude il faut que L2 ne soit pas plus grand que le diamètre du pot de peinture.

3) Coupe du tube à 45°:



Cette partie de la construction est sans aucun doute la plus délicate de notre installation. L'objectif est de couper le tube de telle sorte que l'on puisse ré-agencer les deux parties en formant un angle à 90°. Ainsi, plus la réalisation sera bien faite, plus les déperditions seront faibles et la soudure facile à effectuer.

Pour effectuer ce procédé nous avons besoin d'une grande feuille, d'un compas, d'une règle, d'un crayon à papier et d'un feutre

- I. Mesurer le diamètre du tube D
- II. Tracer sur la feuille un cercle de diamètre D
- III. Effectuer une droite passant par le milieu du cercle (trait rose sur le dessin)
- IV. A ses jonctions avec le cercle, tracer deux droites tangentes au cercle à ces points
- IV. Entre ces deux droites, tracer un triangle de diamètre D rectangle isocèle.
- V. Diviser le demi-cercle en six part égales ($\pi/6, \pi/3 \dots$)
- VI. Tracer des segments perpendiculaires au diamètre du cercle jusqu'à la partie incliné du triangle (traits rouge sur le dessin)
- VII. Effectuer un segment de longueur $2\pi D$ dans le prolongement de la base du triangle
- IX. Placer sur ce même segment des demi-droites qui lui son perpendiculaires. Pour les placer il faut relever les distances au niveau de D (nombre) et les multiplier par π
- X. Tracer des demi-droites à partir des points obtenus sur le coté incliné du triangle en 7 jusqu'à l'intersection des droites tracées en 9 (traits verts sur le dessin)
- XI. Relier les points des intersections (traits bleus sur le dessin)
- XII. Découper le profil de découpe
- XIII. Enrouler le tube de ce profil
- XIV. Tracer au feutre sur le tube le profil de la découpe
- XV. Couper le tube au lapidaire en suivant votre trait effectué précédemment

4) Découpage du bidon :

Le bidon étant déjà ouvert sur la partie haute nous n'avons eu qu'une découpe à réaliser : celle sur le bas du cylindre. Le diamètre de la découpe correspond au diamètre du tube à y insérer. Plus la coupe sera précise, plus l'isolation sera performante. La découpe peut se réaliser au lapidaire. Si le bidon avait été fermé sur la partie haute, nous aurions eu à découper également le «couvercle».

5) Insertion du coude dans le pot :

On enlève le couvercle et on insère le coude dans le trou en bas du cylindre, puis on l'insère dans le couvercle.

6) Insertion de l'isolant :

On place de l'isolant dans le bidon tout autour du tube, l'isolation permet d'assurer un flux de chaleur maximal sous la casserole. En effet les pertes par les parois sont beaucoup moins importantes (la paroi du four est froide, ce qui évite les brûlures). Après avoir comparé la cendre, le sable et la terre, l'IUT a montré que la cendre était l'isolant le plus efficace.

7) Réalisation d'un pose-casserole :

Nous ne pouvons pas poser directement la casserole sur le haut du tube, car les fumées auraient du mal à s'évacuer ! Elles diminueraient, voire étoufferaient la combustion.

Avec un tube rectangulaire, nous soudons un carré de coté égal au diamètre du tube : c'est le carré du dessus. Le carré du dessous a une grandeur différente selon le pot de peinture utilisé. Nous devons réaliser un compromis pour assurer un bon dégagement de la fumée. Nous soudons les deux carrés entre eux mais il est inutile de le souder au bidon.

A noter : lors de la réalisation de notre prototype, nous n'avons pas réalisé ce pose-casserole, le diamètre de la marmite étant plus grand que le diamètre du bidon





III. La préparation amont par POMBAO des premières fabrications :

La mission d'implantation des premiers prototypes de fours économes, prévue pour Pâques 2009, a été précédée de deux missions menées localement par l'association en novembre 2008 et février 2009 :

- une sur les conditions d'adaptation des fours au contexte local,
- l'autre plus directement consacrée aux aspects logistiques : récupération de bidons, commandes de tuyaux et de barres de fer, réservation des forgerons locaux, réservation du chauffeur/traducteur, programmation des transports,...

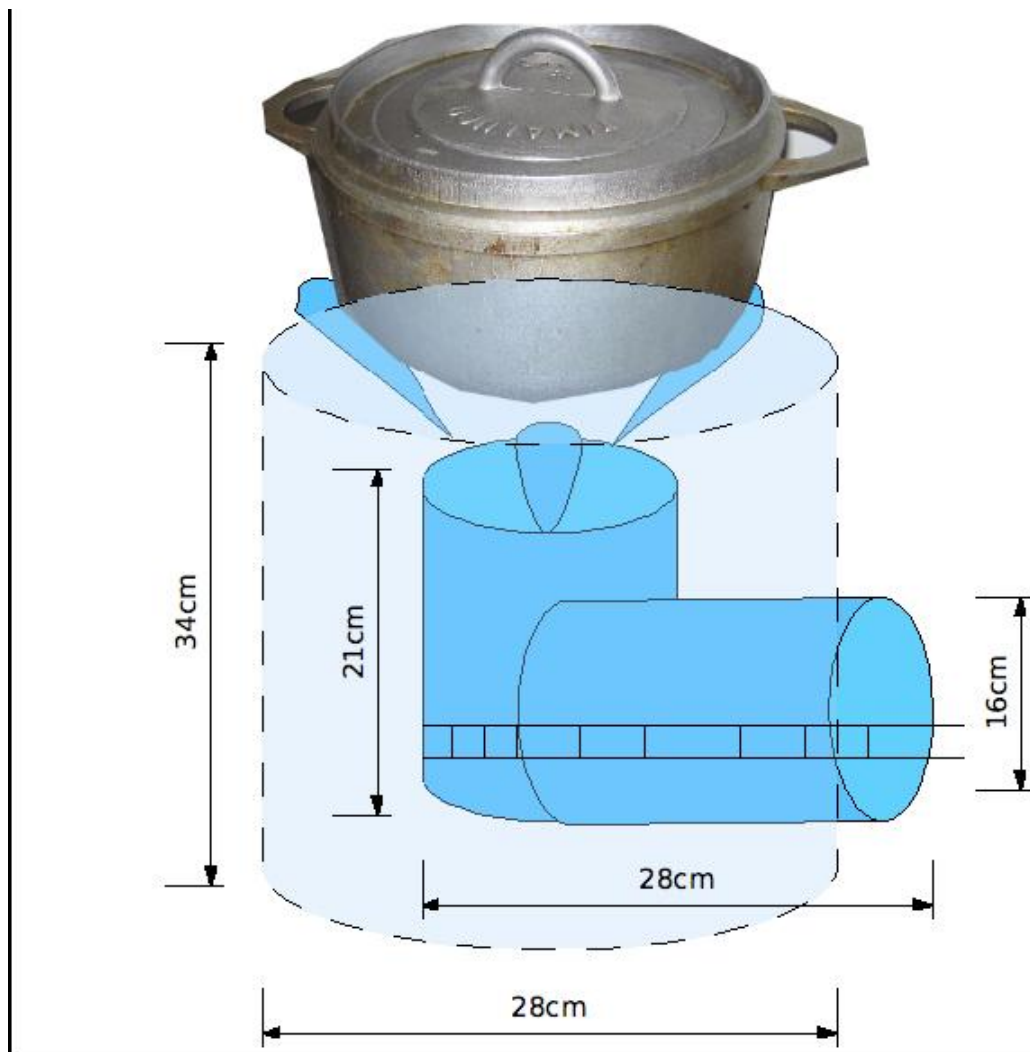
Sur le premier point, **essentiel**, Denis Grandjacques, Président de France Bénévolat Eure et membre très impliqué de POMBAO, s'est rapidement rendu compte de trois facteurs culturels déterminants :

- le four implanté par les étudiants de l'IUT de Nantes dans d'autres villages du Burkina Faso n'était pas utilisé, car conçu à partir de formats de casseroles françaises et non des marmites burkinabés à fond rond et de dimensions variables,
- dans la symbolique burkinabé, un four est composé de 3 pierres : il fallait donc retrouver cette symbolique dans le four économe ;
- l'appropriation des fours « est une affaire de femmes » ; donc la délégation française ne pouvait pas être uniquement composée d'hommes, d'où l'importance de l'intégration de Clotilde dans le projet. Seule Clotilde pouvait apprendre aux femmes l'utilisation du four.

Sur le second point, outre une préparation logistique très importante pour rendre la plus efficace possible la mission de 10 jours des étudiants, il fallait également commencer à évaluer le coût de revient du four.

Finalement, Denis Grandjacques a décidé d'accompagner les ' étudiants pendant l'intégralité de leur séjour (au pire moment de l'année, du point de vue de la chaleur !)

IV. La mission d'implantation de Pâques 2009 :



Matériaux utilisés :

Pour le bidon, nous avons choisi des bidons de peinture en zinc. On peut prendre un bidon quelconque.

Nous avons fabriqué les tuyaux coudés ainsi que les repose-marmites avec du fer, très solide.

Nous avons utilisé de la terre quelconque (latérite) pour isoler entre le tuyau et le bidon.

Méthode de fabrication :

La taille du bidon importe peu : plus il est grand mieux il isole mais il devient plus lourd donc est plus difficile à transporter.

Il faut ensuite trouver un tuyau qui a les bonnes dimensions. De plus la matière du tuyau est importante car il doit résister à la chaleur (par exemple un tuyau en tôle de zinc fine ne convient pas car le zinc fond).

L'étape la plus délicate est la découpe du tuyau à 45° : pour cela il faut prendre un morceau de carton, le couper de telle sorte qu'il rejoigne les marques diamétralement opposées sur le tuyau (la longueur du tuyau est plus longue d'un diamètre du côté long), puis tracer avec un stylo le long du carton pour avoir la ligne de découpe. Ensuite il ne reste plus qu'à couper le long de la ligne avec une disqueuse.

Formation et collaboration avec les soudeurs :

L'expérience que nous avons pu avoir avec les soudeurs a été différente en fonction de l'endroit où nous nous sommes rendus.

Voilà comment se déroulait, de manière résumée, le processus de formation.

1. Nous amenions le matériel, c'est à dire bidons et tuyaux, à l'atelier.
2. Nous expliquions aux soudeurs le produit fini, de manière à ce qu'ils puissent voir où nous voulions arriver au final, afin de les forcer à ne pas appliquer ce que nous leur disions de faire sans réellement comprendre pourquoi.
3. Nous passions ensuite à la partie découpe. Tout d'abord la découpe des tuyaux. Il fallait à ce moment là expliquer comment tracer la ligne de découpe (cf partie précédente). Ensuite la découpe du bidon.
4. Il ne restait plus alors que la partie soudure à réaliser. Nous guidions alors les soudeurs au travers des différentes étapes : soudure du tuyau coudé, soudure des morceaux de fer permettant de poser la marmite.

Bien évidemment, cette formation se faisait en collaboration avec les soudeurs.

Par exemple, pour la réalisation des tuyaux coudés, les interactions furent nombreuses. Au sujet du tracé de la ligne de découpe tout d'abord, où nous n'arrivions pas à faire en sorte que les deux chutes de tuyaux s'emboîtent correctement l'une dans l'autre. Le soudeur de Léo s'est alors impliqué et a essayé lui-même de tracer une nouvelle ligne de découpe, qui permettait aux deux parties de tuyaux de mieux s'emboîter l'une dans l'autre. A noter que sa solution, trop difficile à réaliser au final (ligne de découpe curviligne), n'a pas été retenue au final, la solution du patron en carton décrite dans la partie précédente ayant été préférée.

Pour les morceaux de fer que nous utilisions pour faire tenir la marmite, là encore, la collaboration a été totale. En arrivant chez le premier soudeur, à Léo, nous ne savions pas exactement encore comment faire tenir la marmite de manière stable sur le four, ne sachant pas ce que nous allions pouvoir trouver sur place. Nous avons alors envisagé plusieurs systèmes différents : grille en triangle posée en sortie de tuyau (solution très instable), utilisation de chutes de bidons ... Puis nous avons imaginé la solution qui a été retenue : trois morceaux de fer répartis en symétrie circulaire sur le haut du bidon. Néanmoins, nous n'avions pas pensé à utiliser les morceaux de fer repliés sur eux-mêmes en forme d'ovale, qui permettent d'accroître

considérablement la stabilité du four. C'est le soudeur de Léo qui nous les a proposés.

Notre plus grande chance a été que les soudeurs de Léo et de Cassou avaient à leur disposition à peu près le même matériel. Nous n'avons donc pas eu à réellement adapter nos manières de travailler en passant de Léo à Cassou.

Cependant différents problèmes se sont posés à nous. Les tuyaux que nous avons achetés étaient des tuyaux en fer d'une épaisseur non négligeable : il était donc très difficile de les couper à la scie à métaux. Nous avons donc, le jour d'arrivée à Léo, dû improviser avec le soudeur. Il a acheté un disque afin de pouvoir les découper. Cependant, cette improvisation s'est ressentie sur la facture. En effet, l'utilisation de la disqueuse entraîne une facturation des disques et de l'électricité utilisée.

Idem avec la soudure. Nous avons dû utiliser de la soudure à l'arc, donc à l'électricité, qui a bien entendu été facturée au final.

Nous avons également été surpris, en tout cas à Léo car il est vrai que ce n'était pas le cas à Cassou, par le relatif manque de prise d'initiative des soudeurs, qui avaient parfois tendance à attendre que l'on revienne les voir pour continuer le travail, même s'ils savaient, a priori, ce qu'il restait à faire. Nous avons donc été obligés de faire un suivi relativement strict de l'avancée de la construction, au cours de toutes ses étapes.

V. Les résultats à fin Juin 2009 et les perspectives :

Nombre de fours implantés :

Il a été fabriqué au total onze fours, placés dans quatre villages différents : Léo, Cassou, Oupon et Bouto (le projet initial prévoyait 7 fours dans deux villages)

A Léo, les fours ont été placés comme suit :

- un four sous la responsabilité de Mouni Diasso, la femme de Sadouna Diasso,
- un four sous la responsabilité de Mariata Benao, la femme de Vincent Benao,
- un four sous la responsabilité de Yago Zopoula, la femme de George Zopoula,

A Cassou, il a été fabriqué huit fours au total :

- Cinq fours pour les groupements de femmes,
- un four chez le chef du village Oumarou Dagarou Diasso,
- un four sous la responsabilité des cuisinières membres du comité local de liaison PomBao, Tituala Diasso et Sakinatu Dabo
- un four plus gros pour la cantine de Cassou.

L'appropriation culturelle :

Sadouna (cofondateur burkinabé de POMBAO) nous a proposé une méthode pour que l'appropriation des fours se fasse le mieux possible. En effet, il fallait tenir compte des facteurs culturels tels que l'organisation sociale des villages ou la manière de présenter les fours pour que le message passe facilement.

Au Burkina Faso, la répartition des tâches de travail entre les hommes et les femmes est très clairement définie, c'est-à-dire qu'il est acquis que les femmes fassent par exemple la cuisine et les hommes labourent les champs. Sadouna comptait donc sur une femme pour interagir avec les autres femmes du groupe puisqu'il s'agissait de la présentation d'un four, un outil pour faire la cuisine, dont ne se chargent jamais les hommes. Clotilde a du donc faire toutes les présentations publiques devant les trois groupes prévus dans les trois villages.

Il y avait des facteurs que l'on n'avait pas du tout anticipés. En effet, on n'imaginait pas que voir un homme s'occuper du feu pouvait paraître déplacé...

Avant de faire la première présentation au premier groupement de femmes constitué de 15 personnes sur Cassou, Clotilde est allé cuisiner un repas avec les cuisinières de Pombao (préparation de la sauce pour le riz). C'était un très bon moyen de voir comment était utilisé le four d'un bout à l'autre de la préparation de la sauce, pour mieux connaître des capacités du four en termes de chaleur atteinte et de rapidité de cuisson. Il a été possible aussi de voir quels types de difficultés pouvaient rencontrer les utilisatrices sur place. En effet, il y quelques points qu'il fallait avoir approfondi pour être prêt aux questions qu'allaient possiblement poser les femmes des villages. Ca a été aussi le moment de recueillir les premières impressions en direct et de pouvoir sentir si véritablement ce nouvel outil était adapté aux habitudes concernant des modes de cuisson des plats cuisinés localement. Lors de multiples présentations a été préparé le thô avec la sauce baobab ou la sauce gombo.

Un des membres du comité local de Pombao de Cassou, Mounirou DIASSO, a été chargé d'interroger les femmes trois semaines après la réception du four avec un questionnaire que nous avons préparé sur place et que nous lui avons transmis (avantages du four, inconvénients, pour quels types d'utilisation, fréquence d'utilisation...). Il était prévu qu'il recueille les propos des femmes et les diffuse sur la radio locale de la commune de Cassou (radio financée par un des membres de Cassou Song, Omar Niangao, qui en a été averti lors de notre rencontre en fin de séjour). Clotilde lui a demandé par texto où il en était (seul moyen de communiquer avec les personnes des villages reculés, il n'y a pas Internet). Mounirou a déjà recueilli les impressions des femmes et il est entrain de préparer la cassette qu'il va ensuite transmettre à Sadouna ou Niangao pour qu'ils nous la transmettent par internet. On se demande si cela va être possible puisqu'il faut transférer le document sur clef USB pour l'envoyer par internet. Nous pensons que leur équipement de radio le permet.

Budget et coût des fours :

Tout d'abord, il faut savoir qu'il est très difficile de connaître le coût réel d'un service, d'une matière première, de quoi que ce soit au Burkina Faso. C'est d'ailleurs le principal enseignement de nature économique que nous a apporté ce projet.

Néanmoins, nous allons essayer de détailler le mieux possible les différents postes de dépenses liés au four. Il faut savoir que nous avons confectionné des fours chez deux artisans soudeurs différents : un à Léo et un à Cassou. Le soudeur de Léo a construit 3 fours, celui de Cassou 7, plus un gros four pour la cantine de l'école.

Nous avons d'abord acheté les bidons (10 bidons au prix de 500 FCFA chaque = 0,76€), et les tuyaux de fer (45000 FCFA pour l'ensemble des fours = 68,6€).

A Léo, nous avons payé 22500 FCFA (34,3€) pour trois fours. Cependant, ce chiffre n'est pas représentatif du coût d'un four (7500 FCFA=11,4€), car il a fallu bien plus de temps pour faire le premier que pour faire les deux suivants.

Il s'est agi essentiellement d'un travail de main d'œuvre car nous avons déjà les tuyaux et les bidons. En fait, les coûts du soudeur étaient répartis entre l'électricité, l'achat d'un disque pour couper les tuyaux, des baguettes de soudure et l'utilisation de quelques morceaux de fer 6 ou 8 pour les reposes marmite.

A Cassou, nous avons payé un total de 75000 FCFA = 114,34€ pour l'ensemble du travail (7 fours individuels plus un four collectif). La négociation du prix des fours que nous avons du mener est représentative de la difficulté d'avoir une idée précise du prix que coûte réellement un four. En effet, la façon dont nous avons travaillé était fort peu conventionnelle : nous avons négocié le prix une fois le travail accompli (le prix des fours semblait être d'une importance secondaire étant donné que le soudeur faisait partie du comité local de l'association POMBAO...).

Nous avons donc négocié le prix des fours à la fin. Le soudeur est venu avec une facture détaillée mentionnée ci-dessous : (Pour mémoire 1€ = 655,957 FCFA).

Objet	Coût
Gasoil (45 litres)	33 000 FCFA (Groupe électrogène, en l'absence d'électricité)
Huile de vidange (6 litres)	2 600 FCFA
Baguettes de soudure (2 paquets)	6 000 FCFA
Fer de 8 (8 mètres)	4 000 FCFA
Fer de 6 (6mètres)	2 700 FCFA
Disques (2)	8 000 FCFA
Barrique	5 000 FCFA
Main d'œuvre	45 000 FCFA
Déplacement d'un 2° soudeur	10 000 FCFA
Total	117 300 FCFA = 178,82€

Cette facture nous a paru quelque peu gonflée. En effet, cela donne un prix par four d'environ 15 000 FCFA = 22,86€ alors que nous n'avons payé que 7 500 FCFA = 11,43€ à Léo, sachant qu'il a fallu, comme à Léo, 1 jour pour faire le premier four, et 2 jours pour faire le reste (ce qui laisse supposer que le prix par four devrait être plus faible). L'argumentation du soudeur consistait à dire que tout coûte plus cher à Cassou qu'à Léo, car c'est une ville beaucoup plus petite et moins desservie. Cet argument est vrai, mais il ne suffit pas à expliquer une telle différence de prix, cette facture étant plus proche d'une tentative d'arnaque...

Nous avons donc dû négocier, en commençant par lui demander de refaire une facture honnête.

Le dialogue était assez délicat car le soudeur faisant partie du comité local de l'association, il est sensé faire cela pour aider son village, avec l'état d'esprit de l'association. Il était donc assez compromettant pour lui que l'on se rende compte de la malhonnêteté de sa facture...Ainsi, il nous a proposé une nouvelle facture après avoir supprimé le déplacement du soudeur de Ouagadougou (nous n'avons en effet pas à le payer), et en réduisant la main d'œuvre de 15 000 x 3 (ils étaient en réalité trois dans l'atelier) à 12 500 x 3. Par soucis de comparaison, le salaire d'un instituteur, qui est une personne riche, est d'environ 60 000 FCFA par mois, alors qu'ils ont travaillé trois jours dans le cadre de notre projet, sachant que cela ne leur a

pas empêché d'effectuer le reste des travaux qu'ils font d'habitude (essentiellement de la réparation et du rechargement de portable). Nous n'étions donc naturellement toujours pas satisfaits, d'autant plus que nous avons acheté du fer 6 beaucoup moins cher à Léo (12 mètres pour 1 600 FCFA). De plus la quantité de Gasoil qu'il prétendait avoir consommée était trop élevée. Après une négociation de longue haleine, nous avons donc réduit la somme globale à 75 000 FCFA =114,34€, avec les détails suivants

- 7 500 FCFA par four individuel*
- 15 000 FCFA pour le four collectif*
- 7 500 FCFA parce que les coûts sont plus élevés à Cassou qu'à Léo.*

Total : $7\,500 \times 7 + 15\,000 + 7\,500 = 75\,000$ FCFA...

Pour conclure, dans le cadre de notre projet, le prix coûtant d'un four s'élève à environ 7 500 (main d'œuvre) + 4 500 (tuyau de fer) + 500 (bidon) = 12 500 FCFA (soit environ 19 euros).

Ce coût, somme toute élevée, est essentiellement dû au prix du fer et de la main d'œuvre. Il faut cependant signaler que si un Burkinabé avait fait notre travail, il aurait certainement payé la main d'œuvre nettement moins chère. De plus, nous avons réfléchi à d'autres solutions pour le tuyau, par exemple le principe du béton, qui diminuerait le prix.

Par ailleurs, concernant notre voyage, il nous a coûté environ 75 000 FCFA par personne. Cela comprend les nuits d'hôtel à Ouagadougou et Léo, les repas au restaurant, le forfait du chauffeur, ...

Rencontre avec les officiels :

L'avant-dernier jour de notre voyage était organisée une rencontre avec les membres de Cassou Song. Ils nous ont invités à discuter de notre projet autour d'un repas. Ces personnes sont aussi impliquées dans différents corps d'Etat. Voici la liste des personnes rencontrées.

- DIASSO Mohamed Malakilo, Député, Membre de la Commission du Développement économique et de l'Environnement (CODE), directeur de l'association Sahel Energie Solaire.*
- TAGNAN Tébi Rémy, Maire de la commune de Cassou, président comité local Pombao*
- BENA OB Tahirou, Colonel de l'armée de terre*
- NIANGAO Omar Chef de service à la mairie de Ouaga*
- DIASSO Abdoulaye Commandant de l'armée de l'air*
- DIASSO Abdouzedou, cousin de Sadouna, chargé de trouver le marchand de tuyau en fer sur Ouagadougou*
- DIASSO Massahoudou Directeur du Mess (restaurant dans lequel nous avons été invités à manger par les officiels)*

Nous avons résumé notre mission, son but, les résultats obtenus, les difficultés rencontrées puis nous avons abordé le sujet central de la réunion : la pérennisation du projet. Il a été discuté ouvertement des différentes préoccupations de chacun : protection par un brevet (il y a certainement déjà un brevet sur l'idée « Fours économes ») ou une marque, convention à signer avec les deux équipes de soudeurs (eux seuls seraient habilités à fabriquer les fours et à les vendre), manière de permettre l'extension du projet...etc.

Ils envisageaient de généraliser le même type de four dans les 27 autres villages de la commune de Cassou pour remettre sur le même pied d'égalité tous les villages. Des subventions seraient alors débloquées pour vraiment permettre un test sur un large domaine et avoir des retours significatifs sur la manière dont la population s'approprie les fours, l'efficacité du four et sa caractérisation dans sa forme actuelle, ainsi que les améliorations à apporter en fonction de tout cela.

Les membres de l'association Cassou Song insistaient pour que la généralisation se fasse rapidement au reste des 27 villages. En effet ils craignaient que le modèle de four ne soit copié et mal fabriqué par d'autres soudeurs. Il doit y avoir une marque déposée pour certifier de la qualité du produit et rendre le projet sérieux. Ceci semble être une condition pour que le produit soit respecté et apprécié. Les personnes engageront plus facilement un investissement dans un produit distribué par une entité identifiable se portant responsable de la qualité. Les membres de Cassou Song ont à cœur aussi que Cassou soit reconnu comme le lieu où a commencé le projet si ce projet arrive à s'élargir au niveau national. Il va donc être discuté très prochainement de la convention ainsi que du dépôt de la marque pour qu'il n'y ait pas confusion sur le porteur de l'idée et les personnes responsables de la fabrication.

Concernant la convention signée avec les soudeurs, les membres de Cassou Song souhaiteraient que le nom de POMBAO apparaisse ainsi que nos noms, élèves de l'Ecole des Mines de Paris. De plus, nous avons jugé correct de mentionner les membres du projet Panarasol de l'IUT de Nantes qui nous ont fourni toute la documentation technique du four. Une première convention va être signée au sujet de la délégation de tous ces aspects au comité local POMBAO (annexe) qui pourra et devra ensuite se charger de signer une convention avec les soudeurs sur place. Nous avons, nous, plutôt pensé attendre d'avoir le retour prévu par Mounirou concernant les impressions des femmes pour lancer la généralisation sur la commune de Cassou mais pour toutes ces raisons, les membres de Cassou Song préféraient les faire tout de suite. Pour débloquer des subventions, il est prévu que notre projet soit présenté devant le ministère de l'énergie prochainement lorsque la fiche technique du four et un poster résumant notre projet seront prêts.

VI. Les enseignements majeurs à tirer :

1) La compatibilité entre innovation pédagogique et éducation à la solidarité ; des apprentissages fondamentaux :

C'est évidemment le premier enseignement, lié à la finalité du partenariat entre l'Ecole des Mines de Paris et France Bénévolat. Nous avons la preuve que nous pouvons lier une approche pédagogique innovante, basée sur la pédagogie expérientielle, par ailleurs précise et rigoureuse, avec le développement d'une éducation à la citoyenneté et à la solidarité. Au travers de la description de la démarche et des rapports des étudiants, on identifie les savoir-faire mobilisés ou développés :

- la conduite de projet elle-même,
- la prise en compte de contraintes multifactorielles,
- le travail en équipe,
- la prise en compte des expériences existantes (« la bibliographie »)
- l'utilisation en situation réelle de savoirs techniques fondamentaux (savoirs de transposition),
- l'identification et l'appropriation des conditions culturelles du changement,
- ...

Sur le second registre, celui de l'éducation, il suffit de reprendre une phrase des étudiants dans l'avion du retour : « *On ne revient pas pareils !* ». Elle résume tout.

2) La chaîne de la réussite :

On peut qualifier l'opération de grande réussite. Elle tient à la fois à la qualité du partenariat entre les acteurs et la définition de leurs rôles :

- en amont, qualité de la coopération entre l'Ecole des Mines et France Bénévolat (une confiance qui a mis 3 ans à se construire avec un processus d'ajustement et **d'évaluation** permanent) ;
- spécificité de l'association POMBAO avec son double fonctionnement français et burkinabé et sa connaissance très poussée du terrain, avec une règle permanente de suivi et d'évaluation des projets ;
- l'implication progressive des étudiants et leur parfait respect de leurs engagements, des échéances,...
- le très gros travail amont, par POMBAO de préparation de la mission des étudiants ;
- la prise en compte permanente des facteurs culturels du projet ;
- l'accompagnement direct des étudiants par Denis Grandjacques.

3) Les associations sont « professionnelles » :

Face à des représentations erronées (fréquentes en particulier dans les entreprises privées et chez les Pouvoirs Publics), on voit à travers cet exemple le professionnalisme des associations. Selon une expression maintenant consacrée, « *il n'y a pas à opposer la logique du cœur et la logique de compétences* ». Du point de vue des processus d'évaluation, on peut mettre en exergue la grande **efficience** de la démarche (c'est-à-dire rapports entre moyens mobilisés et résultats). Il serait, de ce point de vue, intéressant de comparer l'efficience de ces démarches micro-économiques portées par de petites associations de solidarité internationale (ASI) avec celle de grands programmes internationaux.

4) Pas de changement sans prise en compte de la culture des acteurs concernés :

Ce point a été suffisamment souligné tout au long de la description du processus. C'est la valeur ajoutée essentielle par rapport à la première démarche initiée par les étudiants de l'IUT de Clisson. Mais cette prise en compte n'a pu se faire que par

l'implication de Pombao. Toute autre démarche aurait eu une dominante technocratique et aurait été vouée à l'échec. Tant l'évaluation dans la durée que le programme de dissémination envisagé (voir dernier chapitre) devront continuer à prendre en compte ce facteur.

5) Un impact écologique évident :

C'est la finalité même du développement de fours économes dans les pays du Sud, **avec une consommation de bois divisée par 7**. Pour mémoire, rappelons que certains pays ont déjà été désertifiés par la consommation de bois domestique (Haïti par exemple). Le four économe peut aussi fonctionner avec des déjections animales desséchées ou des déchets végétaux de moissons : tiges de maïs ou de mil (perspectives pour le Nord Sahel).

6) La perspective d'un développement économique :

L'ambition de la mission de Pâques 2009 était d'implanter des fours économes (phase de prototype), après le prototype technique. Une réflexion sur les conditions de la dissémination a été initiée dès cette étape (voir contact avec les officiels et protocole d'accord entre POMBAO et le Comité Local POMBAO).

7) Un effet sur les conditions de travail des femmes burkinabés :

Un film a été tourné et monté par Denis Grandjacques (disponible sur demande). Ce qui est le plus spectaculaire, et probablement l'indicateur clé de l'appropriation des fours, est l'adaptation des postes de travail par les femmes. D'une pose traditionnelle à genoux face aux fumées du foyer, les femmes ont immédiatement mis au point un travail assis sur un petit banc avec les ustensiles et ingrédients disposés harmonieusement à droite et à gauche. L'invention naturelle de l'ergonomie de travail ! Il conviendra également d'évaluer les conséquences de la disparition des fumées sur la diminution des maladies oculaires, très importantes dans les Pays du Sud.

VII Les actions envisagées pour pérenniser le projet et passer à un stade industriel :

1) La création d'une association au sein de l'Ecole des Mines de Paris pour pérenniser le projet à l'égard des autres promotions :

Les 4 étudiants ont décidé de créer une association spécifique. Ils en donnent les raisons comme suit :

L'association a pour nom « Fours Economes » mais il est tout à fait possible à nos successeurs de changer le nom.

Nous avons voulu créer une association pour plusieurs raisons. D'abord, l'association permet de formaliser notre action et de faciliter la transmission du projet à un groupe de première année 2009.

Ils auraient pour objectif cette fois :

- *de chercher des améliorations en laboratoire (pendant l'année 2009 sur Paris) et de les développer (à Pâques 2010) ;*
- *de distribuer les fours (avec les améliorations techniques) dans d'autres villages ;*

Ensuite, l'association va faciliter la recherche de financements et de subventions. La totalité des frais engendrés par la fabrication des fours a été prise en charge par Pombao. Avoir des fonds propres nous permettrait de nous charger des prochains frais lors de la suite du projet. Nous avons fait une vente de produits artisanaux pour rembourser en partie les vaccins, médicaments, billets d'avion, vie sur place...etc. Nous avons acheté pour 50 euros à l'artisan Lboudo d'Ouagadougou (connu de Pombao) et nous avons pu récupérer 150 euros. Il nous reste quelques pièces qui pourraient être réutilisée pour une prochaine vente. Il faut faire attention l'année prochaine si une telle vente est organisée de bien se mettre d'accord avec les autres associations qui y participeront sur la quantité que chacun investit (4 associations au total).

De plus, nous pouvons demander un statut de reconnaissance d'intérêt général qui permettrait de délivrer des certificats de réduction d'impôts au titre des dons des œuvres. Ainsi, les dons qui nous seront faits seront déductibles des impôts à hauteur de 66%.

2) Le constat de l'utilisation 9 à 12 mois après l'implantation :

Les prochaines missions de POMBAO devront faire les constats sur la pérennisation des fours implantés et le développement du projet par les autorités locales.

3) Les améliorations techniques (travail proposé aux autres promotions de l'Ecole des Mines de Paris) :

Une synthèse de la caractérisation du four modèle sur lequel nous nous sommes basés est présentée en annexe. Dans les études à faire l'année prochaine, il faudra caractériser notre four nous même en mesurant les transferts de chaleur de manière expérimentale. Il faudra pour cela fabriquer un four identique à celui qui a été fabriqué au Burkina Faso et faire les mesures au Centre Energétique et Procédés (ils viennent de recevoir l'équipement approprié). Il s'agira alors de caractériser l'efficacité du four, à savoir :

- *le temps nécessaire pour la cuisson (étalonner sur deux litres d'eau). Il est possible que le temps de cuisson ne soit pas un critère important pour les femmes burkinabés.*
- *les déperditions de chaleur (différence de température entre les thermocouples à différentes profondeurs d'épaisseur d'isolant, par exemple).*
- *la quantité de bois utilisée*

- la qualité des fumées.

Il sera nécessaire de chercher un compromis entre tous ces points selon leur ordre de priorité. Les idées d'amélioration qui pourraient faire l'objet de recherches plus approfondies sont à comparer entre les performances du four avec d'autres fours construits en parallèle se distinguant par la taille des cheminées, le type d'isolant et l'épaisseur d'isolant. Installer une jupe ? : On pense que cela ne sera pas pratique étant donnée la manière dynamique de cuisiner des femmes.

Lacer une vanne réglant le débit d'air pour diminuer le facteur d'air (optimal à un) et améliorer les fumées.

Fabriquer un four en béton.

4) La diminution du coût de revient :

Les calculs de coût de revient, **sur des prototypes**, amènent à un prix unitaire de l'ordre de 12 500 CFA (19 euros). Il est clair que ce prix est élevé pour un budget burkinabé. Il faudrait l'amener à environ 6 ou 7 euros entre 4000 et 4500 FCFA

- par la diminution du coût de main d'œuvre (60%) par l'effet de série,
- par un meilleur approvisionnement en fer (35%) ou son remplacement par un tuyau en béton (?)

5) La communication :

A- Les démonstrations promotionnelles locales :

Les africains ayant quelques problèmes avec la notion d'abstraction dans la mesure où ils ont un peu de mal à conceptualiser, il est absolument obligatoire qu'ils puissent visualiser, toucher, manipuler par eux-mêmes tout ce qui leur est présenté pour adhérer au projet.

C'est pour cette raison que nous avons fait le maximum dans le domaine de la promotion des fours avec les 3 démonstrations réalisées par une femme auprès de groupements de femmes.

Ainsi chaque groupement dans 3 villages différents avait été convoqué pour la présentation du four familial avec la traduction des explications et observations indispensables en plusieurs langues autochtones sur Cassou.

Après la théorie, la pratique était aussitôt mise en œuvre par les conseils utiles pour allumer les combustibles (brindilles, herbes sèches, petits bois trouvés dans le pourtour immédiat) déposés dans le foyer en l'orientant dans le sens du vent pour un démarrage plus vif.

Venait ensuite soit la préparation de l'eau bouillante en un temps record pour plumer le poulet soit la fabrication du plat local (thô de maïs ou de mil) suivie d'une dégustation.

Les présentations étaient ponctuées par les danses des femmes créant une véritable fête pour tout le village où chacun était très attiré par cette nouveauté.

De cette façon, nous avons pu faire passer nombre de messages pour chaque famille :

- facilité d'allumage avec orientation facile au vent
- rapidité pour la mise en chauffe

- économie certaine du bois avec reprise possible sur cendres
- stabilité de l'installation grâce à l'isolation du foyer et de la cheminée
- prévention de brûlure des enfants
- facilité d'emploi dans les champs loin du domicile puisque portable
- prévention d'incendie dans les cultures
- trépied fixé sur la cheminée symbolisant les 3 pierres traditionnelles supportant tout type de marmites locales
- fonctionnement en cas de pluie sans crainte d'extinction
- prévention des maladies des yeux dues aux fumées
- utilisation de tout combustible autre que le bois : tiges maïs ou mil, bouse d'animaux.
- appropriation par chaque cuisinière de son poste de travail
- maniabilité accrue des marmites par leur inclination éventuelle sans risque

B- Les liaisons avec les représentants locaux, les élus territoriaux et chefs coutumiers :

Une rencontre a été programmée avec une femme ancien ministre et actuellement député du secteur pour lui présenter le prototype dans la perspective d'un élargissement de la commercialisation du produit et à terme d'une éventuelle promotion nationale.

Le maire de la commune de Cassou président du comité local Pombao avec l'appui de l'association des Fils et Filles de Cassou (Cassou Song) souhaiterait d'abord pouvoir doter chaque cantine des 30 villages d'un four de ce type dont un prototype spécifique « grand format » a été livré pour celle construite par Pombao.

Pour la commercialisation des fours familiaux, il a été convenu qu'elle soit effectuée sous la responsabilité et à l'initiative du comité local Pombao. Il a donc été nécessaire de prévoir une convention lui déléguant la faculté d'organiser la vente du produit.

Il a fallu évidemment prendre soin de contacter les chefs coutumiers soit par une simple visite soit par une invitation à la démonstration où l'un d'eux nous a honorés de sa présence, soit en lui remettant directement un exemplaire du four.

C- La radio locale :

L'association « Cassou Song » ayant doté la commune d'une antenne radio émettrice en 3 langues, chaque habitant est régulièrement mis au courant des interventions de l'association Pombao.

Ainsi en a-t-il été pour cette mission de fabrication et de promotion des fours économes.

De plus, nous leur avons demandé d'interviewer les membres des groupements de femmes à qui les fours avaient été livrés.

D- La presse normande :

Il est d'usage que l'« Eveil de Pont-Audemer », journal local, fasse à chaque mission Pombao un article dans son édition hebdomadaire. Ainsi dans la publication du 28 juillet 2009, une demi-page sur le sujet a été écrite avec le titre suivant : **Le four économe, une révolution.** (Extraits en annexe 2)

E- Le document vidéo :

En tant que composante fondamentale de la communication, un DVD a été produit retraçant en photos et 4 séquences filmées toutes les étapes de la fabrication et de la promotion du four économe et susceptible d'être projeté avec les commentaires appropriés.

6) La protection industrielle et la franchise des soudeurs :

Comme l'expérience montre que les démarches administratives de reconnaissance de brevet industriel se révèlent longues pour en définitif être inefficaces au Burkina, l'association Pombao et son Comité Local en collaboration avec les membres Cassou Song ont convenu qu'il fallait plutôt pour commercialiser les fours, leur déléguer aussi vite que possible la vente du four économe.

C'est ce qui a déjà été amorcé par la signature de la Convention entre l'association POMBAO et le Comité Local POMBAO.

Ce contrat permet au comité local avant de voir des copies du four fabriquées clandestinement par n'importe quel soudeur, de signer à son tour avec l'artisan du village lui aussi membre du Comité local une convention prévoyant les conditions de fabrication et de vente du produit ainsi que la répartition des bénéfices.

Ils estiment que son effet pourrait durer pendant une année mais qu'ils ne pourront plus rien maîtriser par la suite.

Annexe 1

Convention de partenariat pour la diffusion des fours économes.

Entre l'association POMBAO domiciliée 43 Lotissement de la Roquette 27500 SAINT GERMAIN VILLAGE France, représentée par sa présidente Mme Marie Thérèse BEDUNEAU, désignée par PBF d'une part, et le Comité Local POMBAO de la commune de CASSOU domicilié au village de Cassou province du ZIRO au Burkina Faso, représenté par son président Mr Tébi Rémy TAGNAN, désigné par CLPC d'autre part, il a été convenu ce qui suit :

Article 1 - PBF a été créée en 2004 pour assurer le parrainage d'enfants orphelins ou de familles démunies sur le village de Bouara et la commune de Cassou. De plus, des actions de développement y ont été mises en chantier sur des propositions faites par les Comités Locaux. Ceux-ci établis dans chaque site, composés de membres burkinabé, sont structurés et fonctionnent comme une association.

Article 2 - Des membres de PBF se rendent sur place 2 fois par an en février et en octobre pour remettre individuellement chaque parrainage et contactent systématiquement le Comité Local en vérifiant le suivi des actions en cours et la gestion des comptes de chaque entité.

Article 3 - En avril 2009, PBF adhérente du réseau FRANCE BENEVOLAT, en partenariat avec l'Ecole Nationale Supérieure des Mines de Paris (ENSMP) a permis à 4 élèves ingénieurs la réalisation de leur « Acte d'Entreprendre ». PBF ayant financé la totalité de l'opération (matériaux, main d'œuvre), il s'agissait de fabriquer et de faire la promotion au Burkina Faso de 10 « fours économes » individuels et d'un exemplaire spécifique destiné à une cantine scolaire permettant principalement une économie spectaculaire sur la consommation de bois.

Article 4 - Les trois premiers prototypes de ce four familial ont été fabriqués par un atelier de soudure léonais et distribués par PBF sur la commune de Léo dans la Province de Sissili.

Article 5 - Les sept autres fours du même type ont été construits par un artisan soudeur du village de Cassou et remis à 5 groupements de femmes sur 3 villages de la commune de Cassou, les 2 derniers à la cuisinière de PBF et au chef du village de Cassou. L'unique exemplaire collectif a été remis à la cantine de Cassou A du village de Cassou, elle même financée et construite par PBF.

Article 6 - Pour la commercialisation de ce type de « four économe », conçu et fabriqué à Cassou en collaboration avec les élèves ingénieurs, PBF délègue ses pouvoirs au CLPC afin que ce dernier soit en mesure de signer une convention avec l'artisan soudeur de Cassou. Cette délégation permet au Comité Local de prévoir avec l'artisan les conditions de vente des 2 produits en question. Les bénéfices dégagés reviennent de droit au CLPC et, sur proposition de ce dernier, affectés par PBF sur des actions en cours ou à venir.

Article 7 - Tout litige concernant la présente convention et celle prévue entre le CLPC et l'artisan local sera de la compétence des instances judiciaires locales concernées.

Fait en 2 exemplaires à Saint Germain Village, le 13 Mai 2009

Le président du CLPC

La présidente de PBF

Tébi Rémy TAGNAN

Marie Thérèse BEDUNEAU

Extraits de l'article de « L'Eveil de Pont-Audemer » édition du 28/07/09

Le four économe, une révolution

Simples mais efficaces

« Un bidon de peinture, un tube coudé, de la terre en guise d'isolant et voilà un four économe, un appareil domestique qui répond à la problématique de la déforestation puisque par sa conception, il utilise entre 3 à 7 fois moins de bois que le four traditionnel, un moyen de cuisiner qui soulage des corvées de bois femmes et enfants » se réjouit Denis Grandjacques adhérent de Pombao et également vice-président régional de France Bénévolat.

En 2007, naissaient en effet conjointement grâce à l'association Pombao et à quatre élèves ingénieurs de l'Ecole des Mines de Paris des projets d'étude, de création et d'implantation de ces foyers révolutionnaires. « Les objectifs fixés incluaient également la formation de soudeurs locaux ainsi que le transfert de connaissances afin que ces populations puissent reproduire ce travail à l'avenir » détaillent Benoît Grouchko, Clotilde Le Quiniou, Guillaume Vives et Thomas Dubois « tout en sachant qu'il faudrait passer par les phases de familiarisation avec ce nouveau mode de cuisson et d'information auprès des femmes ».

Un prototype ayant été construit, Denis Grandjacques et le quatuor concepteur sont alors partis durant dix jours au Burkina pour vulgariser cet appareil révolutionnaire. Dix jours au pas de charge ponctués de montage, de démonstration et d'initiation qui auront permis de livrer 3 fours à Léo puis sept autres dans le village de Cassou.

« En première mondiale, nous avons même confectionné un prototype de four collectif de grande taille destiné à la cantine de l'école » ajoute Denis Grandjacques qui a pris contact avec des notables occupant des postes importants afin de discuter de la pérennisation du projet.

Et pendant que le thô cuit allègrement dans les marmites, Pombao effectue bien sûr un suivi du fonctionnement de ces cuisinières modernes, enquête de satisfaction client à la clé.

Vous qui souhaitez soutenir cette association basée à Saint Germain Village sachez qu'un repas convivial africain vous est proposé le samedi 26 septembre à 19h30 au lycée agricole de Tourville sur Pont-Audemer.