

SOMMAIRE

LISTE DES BREVIATIONS.....	2
INTRODUCTION.....	3
PARTIE I : ANALYSE COUTS-AVANTAGES DU PROJET DE DIFFUSION DES FOURNEAUX AMELIORES DANS LES DISTRICTS DE BUSHENYI, RAKAI ET KAMPALA.....	7
PARTIE II : ANALYSE ALTERNATIVE CONSIDERANT LA POPULATION OUGANDAISE TOUTE ENTIERE.....	53
CONCLUSION.....	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66
LISTE DES FIGURES.....	67
LISTE DES TABLEAUX.....	68
LISTE DES ANNEXES.....	70
TABLES DES MATIERES.....	82

LISTE DES ABREVIATIONS

ARI	Infections Respiratoires Aiguës
€	Euro
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH
HERA	GTZ Household Energy Programme
kg	kilogramme

INTRODUCTION

L'humanité avait commencé à tirer ses sources d'énergie à partir du bois. Depuis la période préhistorique jusqu'à maintenant, le bois fut la seule source d'énergie possible pour la cuisson des aliments. L'énergie¹ désigne tout ce qui permet de travailler et de faire de la chaleur. Ainsi, elle provient de différentes sources que l'on trouve dans la nature : les espèces végétales (le bois), les fossiles (le pétrole et le gaz), le vent, le rayonnement solaire, les mouvements hydrographiques, la chaleur interne de la terre... Dans le XIX^e siècle, avec l'apparition et le développement de l'extraction du charbon de terre, l'utilisation de bois avait diminué, surtout dans les pays actuellement plus avancés (l'Europe). Dans les pays en développement, le bois reste encore la principale source d'énergie. L'utilisation de bois pour la cuisson domestique est souvent financièrement plus avantageuse que le recours à des combustibles fossiles, dont le prix a connu une nette augmentation ces dernières années.

Le bois énergie² retrouve son importance, d'abord, parce qu'il est disponible dans la majorité des espaces, ensuite, ses vertus écologiques sont favorables au développement durable. Sans oublier que le bois est une énergie renouvelable³, c'est-à-dire, il se régénère à l'échelle d'une vie humaine (supposons qu'il pousse moins qu'il soit abattu). Divers procédés existent pour convertir l'énergie que renferme les composants du bois en chaleur : **la combustion** est la voie la plus rapide de valorisation énergétique du bois. En présence d'un excès d'oxygène, le bois est complètement brûlé en libérant une forte quantité de chaleur. **La pyrolyse**, consiste à la décomposition du bois par action de la chaleur et on obtient 3 matières combustibles: le charbon de bois, un gaz et une liquide pyrolytique. La pyrolyse flash favorise la production d'huile pyrolytique, alors que la carbonisation optimise la formation de charbon de bois. Entre ces 2 options se situe la gazéification qui transforme le bois en un mélange combustible de gaz.

L'approvisionnement en bois a un grand impact sur l'environnement, il conduit à la déforestation et à la désertification rapide. Alors que dans les pays en

¹ Définition de l'énergie. Disponible sur www.planete-energies.com et fr.wikipedia.org

² Définition de bois énergie. Disponible sur www.techno-science.net

³ Définition de l'énergie renouvelable. Disponible sur fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_renouvelable; et clermont.auvergne.free.fr/

développement, le bois reste le combustible le plus utilisé⁴, son usage à la cuisson détient un poids très significatif. La bonne gestion des ressources forestières ne passe pas par la substitution des sources d'énergie, le pouvoir d'achat des ménages dans les pays en développement est largement suffisant pour acheter des combustibles liquides ou gaz. Ce qui est abordable c'est d'améliorer les modes de cuisson actuelle. Plusieurs recherches⁵ sont menées pour modérer et pour améliorer les processus de cuisson. Deux options susceptibles d'être appliquées en même temps sont possibles pour pratiquer une cuisson moderne : l'amélioration des fourneaux, et l'utilisation des combustibles plus économiques tels que les charbons écologiques.

Le fourneau⁶ est un appareil fixe ou portatif, généralement fabriqué avec une tôle, une fonte ou de l'argile, il sert en général à cuire des aliments, à faire bouillir de l'eau. On appelle ainsi les fourneaux de cuisine cuisinières. Ils se différencient entre eux selon les combustibles qui leurs sont adaptés : fourneau à charbon, à pétrole, à gaz, à essence, à alcool. Fourneau électrique...Ce sont les foyers à 3 pierres et les fourneaux à charbon qui sont les plus utilisés comme moyen de cuisson dans les pays en développement⁷, le besoin en bois énergie est très grand dans ces pays. Or, l'utilisation excessive du bois favorise la déforestation. Une mesure devrait être prise dès maintenant pour éviter la dégradation environnementale. Il faut ajuster l'utilisation de bois énergie, en rendant plus économiques les fourneaux utilisés. Ce qui va réduire la quantité de bois nécessaire pour la cuisson, donc moins de bois à abattre, ainsi, le rythme de déboisement est plus faible, et probablement aligner au rythme de renouvellement des bois, rendant constant le bilan forestier. Grâce à la technologie de fourneaux, plusieurs modèles assez économiques sont disponibles. On entend par fourneaux améliorés⁸ les fourneaux qui permettent de réduire la consommation de combustible tout en gardant l'efficacité calorifique. Plusieurs

⁴ L'énergie de cuisson. Ce qui compte réellement pour réduire la pauvreté de moitié d'ici à 2015. HERA GTZ Programme Energie Domestique p3.

⁵ Madagascar/Agrocomposites contre le charbon de bois : "touche pas à ma forêt" 23/02/2004 - Madagascar / L'Express de Madagascar

⁶ L'Académie française, 8^{ème} édition. Wiktionnaire, consultable dans <http://fr.wiktionary.org/wiki/fourneau>

⁷ Foyers en Images, une documentation sur les foyers améliorés et traditionnels en Afrique, Asie et Amérique Latine. SFE GTZ, p19

⁸ L'énergie de cuisson. Ce qui compte réellement pour réduire la pauvreté de moitié d'ici à 2015. HERA GTZ Programme Energie Domestique p6.

technologies de fourneaux sont utilisables pour améliorer les processus de cuisson. Même avec les 3 pierres, des nouvelles manières plus efficaces sont possibles.

Ouganda est parmi les pays en développement qui tire une grande partie de ces énergies à partir du bois et ses dérivés (le charbon de bois...), dont la destination est dominée par la cuisson alimentaire, plus de 95% de la population utilisent des combustibles solides⁹. L'utilisation massive des bois et ses dérivés comme moyen de combustion qui pèse sur la forêt ougandaise est alourdie par la croissance démographique galopante, chaque membre de ménage doit se nourrir chaque jour des aliments cuits. Chaque citoyen doit contribuer dans sa pratique quotidienne à la lutte contre le déboisement. On peut contribuer à cette lutte contre la déforestation depuis la cuisine, en utilisant la technologie de cuisson.

La technologie de cuisson passe par la substitution des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés en Ouganda. Plusieurs modèles de fourneaux améliorés sont disponibles, et peuvent être utilisés pour rendre la cuisson plus écologique. Les trois pierres traditionnelles sont substituables à des fourneaux à bois plus modernes et plus propres qui peuvent être fabriqués à partir des matières disponibles (l'argile, les briques, la terre...) par le chef de ménage même. Dans les milieux urbains, des fourneaux économiques sont disponibles sur le marché pour remplacer les foyers métalliques. Plusieurs options de fourneaux améliorés sont possibles en Ouganda, leurs coûts sont abordables, et leurs efficacités sont plus satisfaisantes.

L'utilisation des fourneaux améliorés est la meilleure solution pour lutter contre la déforestation, vu que la cuisson alimentaire transforme en cendre chaque jour une quantité significative de bois.

La présente analyse étudiera le cas des 3 districts d'Ouganda (Bushenyi, Rakai et Kampala) où il y avait un projet de diffusion de fourneaux améliorés en 2005 et 2006. Avec le projet, 211 220 fourneaux lorena étaient diffusés dans les deux districts ruraux de Bushenyi et de Rakai. L'utilisation des bois de chauffage est très fréquente dans les zones rurales. Pour le district urbain de Kampala, dont les

⁹ Organisation Mondiale de la Santé 2007. Energie domestique et santé, des combustibles pour vivre mieux. Eva Rehfuss. ANNEXE p48.

peuples ont l'habitude d'utiliser des combustibles carbonisés comme le charbon de bois, ce sont des fourneaux à charbon de bois amélioré de 8 224 unités qui étaient diffusés sur la même période.

L'objectif de la présente recherche est de montrer que la cuisson avec des fourneaux améliorés est un facteur de développement durable en Ouganda. Pour atteindre cet objectif, une analyse coûts avantages du projet de diffusion des fourneaux améliorés dans les 3 districts sera effectuée. Commenant par la détermination des coûts du projet, puis, l'évaluation des avantages économiques dus à la substitution de fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés constitués par : l'épargne de combustible, l'économie du temps de collecte et de cuisson avec les fourneaux améliorés et l'amélioration de la santé grâce à la qualité des combustions. En plus, comme calcul alternatif, les coûts estimés de la réalisation d'un projet élargie pour le cas du pays d'Ouganda tout entier seront déterminés, ainsi que la valeur du combustible épargné, la réduction du temps de collecte et de cuisson et l'avantage économique dû à l'amélioration de la santé.

Cette analyse permettra de vérifier l'hypothèse suivante : une année suffit pour couvrir les coûts d'un projet de substitution de fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés en Ouganda. Les données utilisées sont le résultat. L'étude prise en compte est celle effectuée par GTZ HERA Household Energy Programme sur la diffusion des fourneaux améliorés en Ouganda pour la période de 2005 et 2006. A partir de cette analyse, une suggestion sera avancée pour le cas de Madagascar qui est menacé par la déforestation à cause de l'utilisation des bois comme principales sources d'énergie de cuisson.

PARTIE I : ANALYSE COUTS-AVANTAGES DU PROJET DE DIFFUSION DES FOURNEAUX AMELIORES DANS LES DISTRICTS DE BUSHENYI, RAKAI ET KAMPALA

A- Evaluation des coûts du projet

I- Les coûts administratifs

Dans la présente analyse, on va inclure dans les coûts administratifs tous les coûts concernant la gestion du projet de diffusion et aussi la dépense des associations locales. Les frais de déplacement aérien des équipes du GTZ durant les 2 années seront aussi considérés. Selon l'évaluation économique du projet d'Helga Habermehl en Mai 2007, tous les coûts concernant la gestion du projet de diffusion et la dépense des associations locales atteignent 350 000€ en 2005 et 2006. Il est à noter que les frais généraux du GTZ sont exclus de la considération (dépenses des personnels...). La dépense sur les frais de déplacement aérien de GTZ est de 63 000€¹⁰ en tout en 2005 et 2006. Enfin, on a le coût administratif du projet qui est de l'ordre de 413 000€.

La seconde composante du coût du projet est le coût des fourneaux diffusés.

II- Les coûts des fourneaux

Un fourneau lorena coûte en moyenne 4€¹¹ par pièce. Le projet a pu diffuser 101 402 fourneaux lorena en 2005 et 109 818 en 2006. En tout, 211 220 fourneaux lorena sont diffusés. Ce nombre est supérieur à l'effectif des ménages utilisateurs, car il existe des ménages qui ont acheté des fourneaux alors qu'ils ne l'utilisent pas, cependant, chaque fourneau a un prix. Ainsi, le coût de tous les fourneaux lorena diffusés est de 844 880€ (211 220 fourneaux*4€/fourneau=844 880€).

¹⁰ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermehl, ESCHBORN, updated version May 2007. P27

¹¹ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermehl, ESCHBORN, updated version May 2007. P7

Le nombre de fourneaux à charbon de bois amélioré diffusés en 2005 est de 2 326 fourneaux et l'année suivante (2006), le projet avait diffusé 5 898 fourneaux. La totalité de fourneaux à charbon de bois amélioré diffusés avec le projet est alors de 8 224 fourneaux. Un fourneau à charbon de bois amélioré coûte en moyenne 10€ par pièce. Le coût de tous les fourneaux à charbon de bois amélioré est de 82 240€.

$$8\,224 \text{ fourneaux} \times 10 \text{ €/fourneau} = 82\,240 \text{ €}$$

Le coût de tous les fourneaux diffusés avec le projet est alors 927 120€

$$844\,880 \text{ €} + 82\,240 \text{ €} = 927\,120 \text{ €}$$

Enfin, on peut rassembler tous les coûts du projet qui sont constitués par les coûts administratifs et les coûts des fourneaux. Le coût du projet atteint 1 340 120€.

$$413\,000 \text{ €} + 927\,120 \text{ €} = 1\,340\,120 \text{ €}$$

B- Evaluation des avantages du projet

L'analyse coût-avantage a considéré différents avantages rattachés au projet : économie de combustible, réduction du temps de cuisson et amélioration de la santé de la population. Il y a encore d'autres avantages comme la conservation des réserves forestières, la réduction de l'émission de gaz à effet de serre et la conservation de la fertilité du sol, mais dans la présente analyse, on considérera seulement les 3 premiers avantages. Pour mener l'analyse économique d'une manière plus conservatrice, des hypothèses pertinentes et fiables seront à la base de tous les calculs. La constance de toutes les valeurs dans les années futures, les taux d'utilisation des fourneaux lorena à 90%, car il est possible que les fourneaux diffusés ne sont pas tout employés. En plus, on suppose que 5 % seulement des ménages utilisateurs emploient 2 fourneaux améliorés.

Dans cette première partie, on va commencer l'analyse économique par l'évaluation des avantages économiques dus à l'économie de combustible, puis on passera à l'évaluation des avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson, avant d'entamer l'évaluation des avantages économiques dus à l'amélioration de la santé.

I- Evaluation des avantages économiques dus à l'économie de combustible

Les fourneaux améliorés consomment moins de combustible que les fourneaux traditionnels, les fourneaux lorena diffusés à Bushenyi et à Rakai et les fourneaux à charbon de bois améliorés diffusés à Kampala économisent (la consommation) de l'énergie jusqu'à 55%. Pour avoir une idée sur la différence de la consommation de combustible de chaque type de fourneaux et pour déterminer la quantité de combustible épargné par les fourneaux améliorés, les consommations des combustibles de chaque type de fourneaux seront montrées dans les tableaux suivants. Ils seront détaillés en consommation journalière d'un ménage, consommation annuelle d'un ménage et consommation annuelle de la population étudiée.

1- consommation journalière de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau traditionnel

En Ouganda, 2 types de fourneaux traditionnels sont les plus utilisés, l'un exclusivement pour le bois de chauffage, et l'autre pour le charbon de bois. Dans les zones rurales, comme le cas du district de Bushenyi et de Rakai, ce sont les fourneaux à 3 pierres qui sont les plus fréquents. D'abord, son coût est quasi-nul, il suffit de prendre 3 pierres de taille moyenne, mettre le récipient de cuisson au dessus, allumer le feu entre les 3 pierres et le processus de cuisson commence. En ville, comme le cas de Kampala, dont la modernité commence à avoir ses ampleurs et surtout, l'approvisionnement en bois de chauffage commence à être difficile, ce sont les fourneaux à charbon de bois traditionnel fabriqués à partir des tôles recyclés qui sont les plus utilisés. Selon les ougandais, les fourneaux à trois pierres sont très efficaces : le feu s'allume très vite, il y a plus de contact entre le fond de la marmite et la flamme. Cependant, pour cuire une petite quantité de nourriture, il faut une grande quantité de combustible, le feu à ciel ouvert (fourneau à 3 pierres) est assez gourmand de combustible. On a pu constater qu'avec le feu à ciel ouvert, la quantité

moyenne de combustible consommé par personne chaque jour est de 1.2 kg¹². Il s'agit de combustible brut (bois sec) prêt à la combustion vive directe.

Avec cette quantité moyenne par personne, on peut obtenir la quantité quotidienne de combustible consommé par un ménage qui utilise un fourneau à 3 pierres : 5,6kg.

Pour le charbon de bois, la méthode de la pesée n'est pas pertinente pour identifier la consommation de combustible d'un ménage, parce que le charbon de bois est très léger. Les recherches sur la consommation de charbon de bois journalière d'un ménage ont montré qu'en Ouganda, un ménage qui utilise un fourneau à charbon de bois traditionnel consomme en moyenne 1,2165 kg de charbon de bois par jour¹³.

Pour obtenir la quantité de combustible consommée par ménage par jour, il suffit de multiplier la quantité théorique consommée par personne par jour (1.5 kg /personne) par le nombre moyenne de personne dans un ménage (5 personnes). Ce qui donne le 5.6 kg/jour.

TABLERAU 1 : Niveau de consommation de combustible de chaque type de fourneau traditionnel

fourneaux	Quantité consommée par personne par jour (kg)	Quantité consommée par ménage par jour (kg)
Fourneau à 3 pierres	1.2	5.6
Fourneau à charbon de bois traditionnels	-	1.2165

Avec ces consommations journalières de combustible, on peut définir la consommation annuelle de combustible d'un ménage quelque soit le type de fourneau qu'il utilise (fourneau à 3 pierres ou fourneau à charbon de bois traditionnel).

¹² Mise au point d'une gamme de foyers améliorés et réchauds et préparation de la diffusion. PHILIPPE Laura. Mars 2001.ANNEXE 6.p29

¹³ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermel, ESCHBORN, updated version May 2007. P17.

2- Consommation annuelle de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau traditionnel

Dans la présente analyse, une année est constituée de 365 jours. Avec les consommations journalières calculées dans le tableau précédent, comme consommation annuelle de combustible, un ménage qui utilise un fourneau à 3 pierres brûle 2 044 kg de bois sec. Pour un ménage à Kampala qui utilise un fourneau à charbon de bois traditionnel, la consommation annuelle de charbon de bois passe jusqu'à 444 kg par an.

La quantité annuelle consommée de bois de chauffage de 2 044 kg est obtenus par la multiplication de la consommation journalière (5.6 kg/jour) avec le nombre de jour sur une année (365 jours). De même pour le charbon de bois, 1.2156 kg/jour multiplié par le nombre de jour sur une année (365 jours) donne 444 kg.

TABLEAU 2 : Niveau de consommation annuelle¹⁴ de combustible

fourneaux	Quantité de combustible consommée chaque année (kg)
Fourneau à 3 pierres	2 044
Fourneau à charbon de bois traditionnel	444

3- Consommation annuelle de combustible de la population étudiée

La population concernée par la présente recherche est celle qu'on avait déterminé précédemment : ce sont les ménages utilisateurs pour tenir compte de l'existence des ménages qui renoncent au fourneau amélioré (pour le foyer lorena) et l'existence des ménages qui utilisent à la fois 2 fourneaux améliorés . A rappeler que le nombre de ménages utilisateurs de fourneau lorena est de 180 593 et celui du fourneau à charbon de bois amélioré est de 7 813 ménages. Avant la diffusion des fourneaux améliorés, ces ménages ont utilisé des foyers traditionnels (fourneau à 3 pierres et fourneau à charbon de bois traditionnel). Pour la comparaison, pour déterminer la quantité de combustible consommé par ces ménages, il suffit de pondérer ses effectifs avec la consommation individuelle : la consommation

¹⁴ La consommation annuelle sert à simplifier les calculs d'évaluations suivantes qui seront sur plusieurs années.

individuelle de bois de chauffage est de 2 044 kg par ménage par an pour le feu à ciel ouvert et 444 kg par ménage par an pour le fourneau à charbon de bois traditionnel. La pondération donne comme consommation annuelle de bois 369 132 092 kg sur une année pour la population étudiée qui utilise le fourneau à 3 pierres et 3 469 872 kg sur une année pour celle qui utilise le foyer à charbon de bois traditionnel.

Chaque ménage consomme 2044 kg de bois de chauffage, alors, les 180 593 ménages consomment le produit qui vaut 369 132 092 kg. Pour les 7 813 ménages utilisateurs de fourneaux à charbon de bois, le produit avec la consommation par ménage (444 kg) donne 3 469 872 kg.

TABLEAU 3 : Niveau de consommation annuelle de bois brut de la population des 3 districts

fourneaux	Quantité consommée par la population cible sur une année
Fourneau à 3 pierres	369 132 092
Fourneau à charbon de bois traditionnel	3 468 972

Grâce au projet de diffusion de fourneaux améliorés, cette consommation de combustible a diminué. On va parler un peu de ces fourneaux améliorés.

4- Les fourneaux améliorés

Pour transformer le bois en énergie, le feu ouvert est efficace à raison de 90%. Par contre, seulement 10% à 40% de l'énergie dégagée passe à la marmite¹⁵. Une meilleure efficacité du transfert de la chaleur peut réduire l'utilisation de combustible. Pour réduire la quantité de combustible à utiliser, il faut d'abord assainir le feu, ensuite, il faut maximiser l'énergie qui passe dans la marmite. Ainsi, la mise au point d'un fourneau de cuisine est nécessaire.

Pour tout type de fourneau, l'existence d'une cheminée est toujours nécessaire. Elle assure la propreté de la combustion. Les fourneaux sans ventilation devraient être utilisés à l'extérieur ou dans les espaces ouverts. Au cas où

¹⁵ Principes de conception des fourneaux de cuisine à bois.ARC, SF, PCIA.p12

l'implantation d'une cheminée est impossible, le fait d'ouvrir les fenêtres ou de créer des espaces d'aération sous le toit ou le plafond peut favoriser la combustion. Le fourneau doit être aussi à combustion propre, au cas où les combustibles sont des bois bruts, l'existence d'une cheminée est impérative.

Il est possible de créer un fourneau plus efficace qu'un feu à ciel ouvert. C'est vrai qu'un foyer à 3 pierres a plus d'avantages par rapport aux autres fourneaux :

- L'énergie dégagée n'est pas abîmée dans la masse du corps d'un fourneau. Les fourneaux assez lourds peuvent absorber la chaleur destinée à la marmite. L'ébullition de l'eau se fait très vite avec le fourneau à 3 pierres.
- La majorité de la surface d'une marmite est en contact direct avec le feu (le fond et le côté).
- La combustion des bois de chauffage est complète sur toutes les pointes brûlantes, et peut être interrompue lorsque le processus de cuisson est terminé.
- La combustion d'un feu ouvert peut être plus propre, la chaleur passe directement à la marmite

a- Amélioration de la combustion

Quelques changements apportés aux routines de la cuisson peuvent améliorer la combustion :

- Le feu devrait être bien aéré
- Pour que le feu brûle plus chaud, son alentour doit être isolé. La haute température d'un feu plus chaud brûle plus vite les gaz combustibles dégagés durant le processus de cuisson.
- La chambre de combustion est plus efficace si les matériaux de construction sont moins lourds et non froids (la terre et le sable ne sont pas très bons pour construire la chambre de combustion).
- La circulation de l'air sous les morceaux de bois et à travers le charbon favorise la combustion. Ainsi, le soulèvement des combustibles qui se trouvent sur la terre devant l'entrée du fourneau est nécessaire.

- Le tirage d'air, favorable à la combustion se fait à partir d'une cheminée courte et isolée placée au dessus du feu. La circulation de l'air harmonise la combustion. Un fourneau qui possède une cheminée au dessus et ayant comme passage d'air par le bas est plus propre et très efficace.
- Il ne faut chauffer que la partie brûlante du bois, la partie non brûlante ne fait que de la fumée qui bouche la cheminée. Les morceaux de bois bien dosés créent un feu chaud et ne produisent pas beaucoup de charbon.
- Une étroite ouverture qui limite l'entrée d'air froid dans le feu n'abîme pas la quantité calorifique. En plus, une petite chambre de combustion exige moins de combustible.
- Un air préchauffé permet d'entretenir une combustion propre et complète. C'est-à-dire, il est préférable que la circulation de l'air soit maîtrisable en termes de débit.

b- Amélioration du rendement de combustible

Même si la combustion est efficace, s'il n'y a pas de transfert de la chaleur du combustible à la marmite, la cuisson n'aboutira pas à son terme. Quelques améliorations pratiques peuvent optimiser le rendement du combustible :

- L'existence d'une jupe de marmite augmente la température d'une flamme en contact avec le moyen de cuisson. L'air chaude érafle le fond et le coté de la marmite à travers un petit passage étroit.
- Une vitesse assez rapide des gaz de combustion chauds qui éraflent la marmite favorise la cuisson. Il ne faut pas donner trop d'espace occupée par l'air, qui transfère mal la chaleur.
- Les moyens de cuisson sont plus efficaces si la marmite est en métal. Avec les marmites en métal, la chaleur passe en conduction qu'avec les moyens de cuisson en argile.
- Un écart bien ajusté du canal dans la jupe de la marmite maximise l'échange thermique entre le feu et le moyen de cuisson. Il permet d'utiliser les fourneaux à feu réduit qui n'ont pas besoin de beaucoup de combustibles, alors que leur rendement est satisfaisant.
- Il est plus efficace d'utiliser des marmites avec des grands diamètres que des marmites de hauteur plus large, même si la contenance est égale. Une

marmite plus large en diamètre augmente l'échange thermique grâce à la surface en contact avec le feu, surtout lorsqu'une jupe de marmite est présente.

Différents fourneaux familiaux de consommations différentes peuvent avoir la même performance selon l'espacement de passe entre la jupe de la marmite et la marmite. On peut aussi avancer que la consommation de combustible est fonction croissante de l'espacement de passe entre la jupe de la marmite et la marmite¹⁶.

Pour les fourneaux à bois, une jupe de marmite convexe transmet la majorité de la chaleur à la marmite. Il y a une corrélation positive entre la quantité de bois qui brûle à l'heure et l'espacement du canal. Si l'espacement de la jupe de la marmite est trop étroit, il n'y a pas assez de tirage d'air, ce qui favorise l'abondance d'une fumée qui ne fait que réduire la combustion.

Lorsque la température des gaz de combustion chauds est plus élevée, l'échange thermique avec la marmite augmente. Il faut quand même isoler la destination de la chaleur pour la marmite. Un fourneau contenant une chambre de combustion assez grande en diamètre permet aux gaz de combustion chauds de frotter un maximum de surface du fond de la marmite. Une jupe de marmite force plus de chaleur dans la marmite, elle contraint les gaz de combustion chauds à continuer de frotter la marmite sur ses côtés en plus de son fond.

Pour modérer la consommation des combustibles, l'utilisation d'une caisse isolante est aussi une solution. Une marmite de mets bouillants posée dans une caisse hermétique remplie de matériau isolant conserve la chaleur dans la marmite et cuit les aliments sans nécessité de combustible supplémentaire. Suite à une ébullition des aliments, le feu n'est plus nécessaire, la marmite est déposée dans la caisse isolante fait cuire les aliments sans nécessité de combustible additionnelle. Cette technique économise une énorme quantité de bois.

A la différence du fourneau à 3 pierres, le fourneau lorena est plus complexe. Pour le fourneau à ciel ouvert, il suffit de chercher 3 blocs de meulon pour former le

¹⁶ Principes de conception des fourneaux de cuisine à bois.ARC, SF, PCIA.p14

fourneau, alors que pour le fourneau à bois économique (lorena), il faut plusieurs matériels : bidon, coudes, grille, feuille de tôle...

FIGURE 1 : Les différents éléments du fourneau lorena.



Source : www.feeda.org

Construire un fourneau lorena n'est plus difficile, il suffit de suivre le manuel de construction suivant :

i- Préparation de bidon

- Fermer le bidon avec son couvercle : enlever l'excès de peinture ou de rouille qui gêne la fermeture du bidon et qui se trouve sur la partie supérieure du couvercle, il faut s'assurer que le couvercle ferme bien
- Protéger de la rouille : le fond du couvercle ne doit pas être oxydé. Enlever les traces de rouille avec du papier de verre. Ensuite, mettre une couche de peinture antirouille sur le fond extérieur du bidon.

ii- Construire le coude

Le coude peut éventuellement être fabriqué par un ferronnier avec une tôle. Si le coude est fabriqué à la main, il faut utiliser une tôle plus mince. Les mesures normales sont de 15 cm pour le diamètre des 2 tubes et de 26 cm pour la hauteur.

iii- Ouverture pour le tube H

- Le coude ne doit pas être trop bas, il doit dépasser le bidon de 2 cm environ. Avec les mesures normales, le bas du coude doit être situé à 24 cm du couvercle.
- Il faut prendre de contour du tube H pour le reporter sur le bidon à la bonne hauteur. En passant le coude contre la marque, il faut vérifier qu'il va bien dépasser la hauteur du bidon d'environ 2 cm.
- Pour obtenir une bonne union, il faut à l'intérieur du contour un autre diamètre légèrement inférieur à environ 1 cm. On peut faire le trou avec un burin en utilisant de côté. Ensuite, il faut agrandir le cercle à la taille voulue grâce à une vingtaine de petites entailles.

iv- Installation de coude

Il est temps maintenant de remplir le bidon avec de la cendre, à compacter jusqu'au niveau du couvercle. Le coude doit être bien placé, car en mettant la cendre, il peut bouger, il faut aussi s'assurer qu'il est bien centré.

v- Ouverture de la tube V et isolation des tubes

Poser correctement le couvercle sur le tube V du coude. Lorsque le trou sera fait, il faudra fermer le bidon. Pour faire la marque, passer le bras dans le coude et tracer le contour sur la tôle. Comme pour le tube H, il faut former à l'intérieur du contour un autre d'un diamètre légèrement inférieur à environ 1cm puis, faire le trou.

vi- Fermeture du bidon

Placer soigneusement le couvercle, ensuite les marges doivent être repliées avec un marteau pour sceller le bidon avec le tube H et fixer le couvercle avec le tube V.

Le couvercle ne doit pas être scellé, afin de pouvoir remettre de la cendre au cas où il le faut.

vii- Fixation du support circulaire

Dans le cas où le bidon possède un couvercle (cas des bidons de peinture), c'est mieux d'utiliser un support circulaire. Ainsi, il peut être utile de fixer les pattes du support circulaire du bidon avec du fil de fer.

viii- Construire la ceinture de tôle (pour canaliser la chaleur)

Dessiner un rectangle sur une plaque de tôle dont la mesure dépend de la casserole. Couper le rectangle, former le tube et vérifier que la marmite ou casserole est bien entrée dans la ceinture de tôle posée sur le couvercle, avec un espace de 1 cm environ entre la casserole et le ceinture.

Il est possible de découper une ceinture qui aura le même diamètre que le bidon et d'utiliser des pinces pour permettre de faire varier l'ouverture de cette ceinture de tôle.

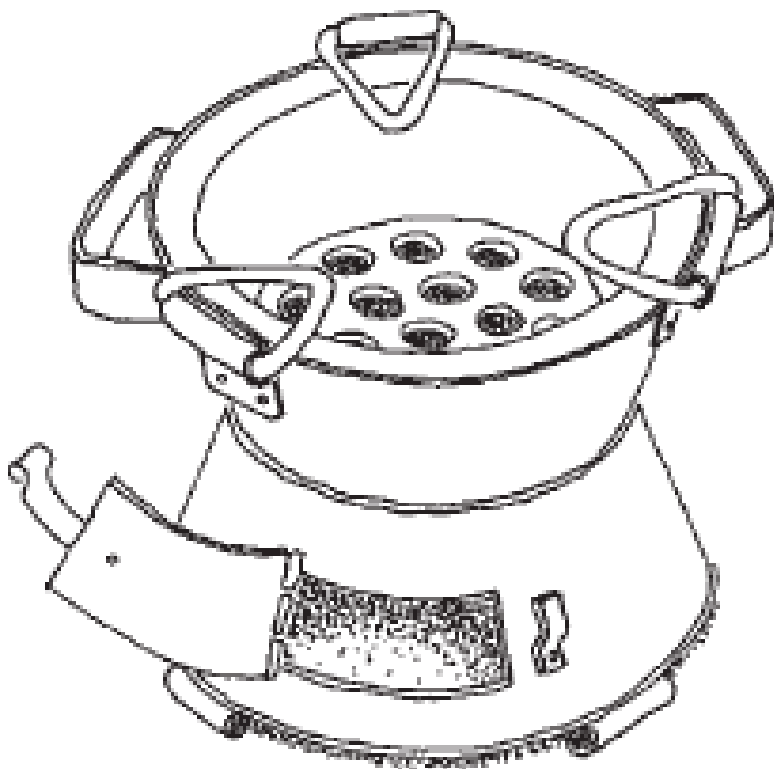
ix- Peindre le bidon

Pour avoir plus d'esthétique, et pour protéger le fourneau de l'humidité, il faut peindre le fond et l'extérieur du bidon avec une peinture antirouille.

Le fourneau lorena permet d'économiser du bois (8 fois moins de bois qu'un fourneau à ciel ouvert), car son rendement est bien meilleur. En effet, sur 100 quantités d'énergie dégagée par la combustion de bois, 60 à 80 arrivent à la casserole contre 10 à 20 dans le cas d'un fourneau à ciel ouvert. Cette efficacité s'explique par le fait que le feu est enfermé dans le coude, isolé par la cendre et conduit sur les parois de la casserole par la ceinture de tôle. L'existence de la grille permet d'oxygéner le feu et d'améliorer la qualité de la combustion (moins de fumée nocive).

L'objectif principal du programme de diffusion de fourneaux en milieu urbain (à Kampala) est de réduire la consommation de charbon de bois en améliorant le rendement des fourneaux métalliques existants. Le nouveau modèle correspond à un fourneau métallique courant auquel on a ajouté un revêtement en céramique.

FIGURE 2 : Fourneau à charbon de bois amélioré en Ouganda



Source : Foyers en images 1995, une documentation sur les foyers améliorés et traditionnels en Afrique, Asie et Amérique Latine. BEATRIX Westhoff et DORSI Germann. P21

L'expérimentation a montré que le nouveau modèle consommait moins d'énergie. Les impressions tirées du suivi ont indiqué que le fourneau permettait d'économiser du combustible et était bien accepté par la plupart des gens.

Une enquête a été réalisée dans les ménages de la population cible avant la diffusion des fourneaux améliorés. Puis 2 à 6 mois après, les variations de la consommation d'énergie ont été notées. Au cours de la période d'essai sur le terrain, des visites informelles ont aussi eu lieu dans certains ménages. Les enquêtes officielles ont permis de rassembler une grande quantité d'information, mais l'analyse approfondie des résultats a duré plus d'un an faute de ressources. Ce qu'on a pu constaté c'est que les fourneaux améliorés épargnent du combustible de 55%.

On va voir maintenant la consommation de combustible des fourneaux améliorés.

5- Consommation journalière de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau amélioré

L'utilisation des fourneaux améliorés à la place des fourneaux traditionnels a permis de modérer la consommation de combustible. Seulement 45% de la quantité initiale de combustible sont consommés par les fourneaux améliorés. Au lieu de consommer 5.6 kg de bois de chauffage, un fourneau lorena ne consomme que 2.52 kg. La quantité restante est épargnée. Pour le fourneau à charbon de bois amélioré, au lieu de brûler 1.2165 kg avec les fourneaux à charbon de bois traditionnels, 0.8474 kg suffit pour un ménage.

Le 45% de 5.6 kg est 2.52 kg et le 45% de 1.2165 kg est 0.5474 kg

TABLEAU 4 : Nouvelles quantités consommées avec les fourneaux améliorés

Fourneaux	Quantité journalière consommée (kg)
Fourneau à 3 pierres	2.52
Fourneau à charbon de bois traditionnel	0.5474

6- Consommation annuelle de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau amélioré

On peut procéder de la même manière qu'on avait faite avec les fourneaux traditionnels pour la détermination des quantités de combustibles consommées chaque année par un ménage. Le produit du nombre de jour sur une année avec la consommation journalière : pour le fourneau à 3 pierres, 252 kg multiplié par 365 jours vaut 920 kg et pour le fourneau à charbon de bois traditionnel, 0.5474 kg multiplié par 365 jours vaut 200 kg. On peut aussi directement calculer ce niveau de consommation en multipliant la quantité consommée avec les fourneaux traditionnels par 45%. Un ménage utilisant un fourneau lorena consomme sur une année 920 kg de bois de chauffage et un ménage qui utilise le fourneau à charbon de bois amélioré brûle sur une année 200 kg de charbon de bois.

TABLEAU 5 : Niveau de consommation de combustible annuelle des fourneaux améliorés

Fourneaux	Quantité annuelle consommée (kg)
Fourneau à 3 pierres	920
Fourneau à charbon de bois traditionnel	200

Connaissant maintenant la consommation annuelle de combustible d'un ménage qui utilise les fourneaux améliorés, on peut procéder facilement à la détermination des consommations annuelles de la population étudiée qui utilise les fourneaux améliorés.

7- Consommation annuelle de combustible de la population étudiée avec les fourneaux améliorés

Deux méthodes peuvent être utilisées pour déterminer ces consommations de la population cible : soit en pondérant le nombre de ménages utilisateurs à la consommation annuelle d'un ménage ; soit en multipliant directement la proportion épargnée à la consommation annuelle de la population cible qui utilise les fourneaux traditionnels. Avec les fourneaux lorena, les ménages du district de Bushenyi et du district de Rakai consomment sur une année 166 156 560 kg de bois de chauffage, ce qui résulte de la pondération de 920 kg/an avec les 180 593 ménages, la même

valeur est obtenue avec le 45% de 369 132 092 kg, qui est la consommation annuelle de bois de chauffage des ménages du district de Bushenyi et du district de Rakai ; on peut procéder de la même manière pour le district de Kampala, le produit de 200 kg/an avec les 7813 ménages est 1 562 600 kg de charbon de bois, ce qui est encore le résultat la détermination du 45% des 3 468 972 kg, qui est la consommation annuelle de charbon de bois des ménages du district de Kampala.

TABLEAU 6 : Consommations de la population des 3 districts sur une année avec les fourneaux améliorés

Fourneaux	Quantité annuelle consommée (kg)
Fourneau à 3 pierres	166 145 560
Fourneau à charbon de bois traditionnel	1 562 600

Avec les 2 différentes consommations (journalière, annuelle) et avec la population étudiée, on peut directement déterminer la quantité de combustible épargné grâce à l'amélioration en faisant la différence : un ménage qui utilise un fourneau lorena sur une journée épargne 3.08 kg de bois de chauffage, l'accumulation sur une année atteint jusqu'à 1 124 kg, ce qui fait pour l'ensemble de la population étudiée (ceux qui utilisent les fourneaux lorena) 202 986 532 kg. Pour un ménage qui utilise un fourneau à charbon de bois amélioré, l'épargne journalière de charbon de bois est de 0.6691 kg. Ce qui donne sur une année 244 kg de charbon de bois épargné par ménage. Ainsi, la population étudiée (ceux qui utilisent le fourneau à charbon de bois amélioré) économise 1 906 372 kg de charbon de bois.

TABLEAU 7 : Epargne de combustible liée à chaque type de fourneau

fourneaux	Quantité épargnée / un ménage / jour (kg)	Quantité épargnée / un ménage / an (kg)	Quantité épargnée par la population cible / par (kg)
Lorena	3.08	1 124	202 986 532
Fourneau à charbon de bois amélioré	0.6691	244	1 906 372

Maintenant qu'on a la quantité réelle de combustible économisé grâce à la diffusion des fourneaux améliorés, on va déterminer cette fois la valeur monétaire des combustibles épargnés.

8- Evaluation monétaire des combustibles épargnés

Pour le charbon de bois épargné, l'évaluation monétaire n'est plus difficile, il n'y a pas d'autoconsommation de charbon de bois à Kampala. Tous les charbons de bois utilisés s'achètent sur le marché, il n'y a pas de production de charbon de bois à Kampala, ce n'est qu'un simple lieu de commercialisation. On connaît le prix du marché du charbon de bois à Kampala en fin 2006, qui s'élève à 0.09 € / kg.

Par contre, l'évaluation monétaire des quantités de bois de chauffage épargné suite à l'amélioration des fourneaux est plus complexe. Dans le District de Bushenyi et le District de Rakai, les bois de chauffage ont d'origine différente, soit collectés dans les champs, soit achetés sur le marché. L'évaluation des bois de chauffage achetés sur le marché ne pose pas de problème, parce qu'on connaît le prix sur le marché du kg de bois de chauffage à Bushenyi et à Rakai : 1 kg de bois de chauffage coûte 0.042 € sur le marché. Ce qui est plus difficile à évaluer c'est la quantité autoconsommée de bois de chauffage. Ainsi, pour l'évaluer, il faut déterminer le prix virtuel d'un kg de bois collecté.

a- Détermination du prix virtuel d'un kg de bois de chauffage collecté

Le prix virtuel est une valeur monétaire assignée à un bien autoconsommé. Apparemment, les bois de chauffage collectés n'ont pas de coût, parce qu'ils sont offerts gratuitement par la flore. Cependant, l'engagement à une collecte de bois de chauffage entraîne un manque à gagner. Le temps dépensé à la collecte peut être utilisé pour d'autres activités génératrices de revenus : artisanats, élevages, agricultures... On peut alors attribuer une valeur monétaire à chaque temps dépensé à la collecte, c'est le salaire d'ombre pour le secteur informel. On va déterminer d'abord ce salaire d'ombre.

i- Evaluation du salaire d'ombre

Dans le District de Busenyi et le District de Rakai, le revenu mensuel moyen d'un ménage est de 45.28 € par mois. Pour que l'analyse soit plus conservatrice, supposons que ce revenu moyen est gagné par 2 personnes dans le ménage (l'époux et l'épouse) sur 30 jours et qu'elles travaillent 8h par jour.

Avec ces données et hypothèses, on peut faire une application numérique pour déterminer le salaire d'ombre.

Comme 45.28 € correspond à un revenu mensuelle moyen de 2 personnes, pour une personne, le revenu mensuelle sera la moitié, c'est-à-dire 22.64 € ($45.28 \text{ €} / 2 \text{ personnes} = 22.64 \text{ €}$). Pour la durée totale de travail, dans une journée, le temps normal de travail est de 8 heures, ce qui s'accumule à 240 heures par mois de 30 jours ($30 \text{ jours} * 8 \text{ heures} = 240 \text{ heures}$). Avec le revenu mensuel d'une personne et la durée total de travail, on peut déterminer le salaire d'ombre pour chaque horaire. Une personne génère 22.64 € sur 240 heures, ainsi, le quotient donne ce qui est générée sur chaque unité d'heure, c'est 0.094 € ($22.64 \text{ €} / 240 \text{ heures} = 0.094 \text{ €}$)..

En se basant au revenu mensuel d'un ménage dans le District de Bushenyi et du District de Rakai, le salaire d'ombre est de 0.094 € par heure. C'est-à-dire, en moyenne, durant une période d'une heure, une activité génératrice de revenu permet de gagner 0.094 €.

Avec le salaire d'ombre, on va déterminer maintenant le prix virtuel d'un kg de bois de chauffage collecté.

La capacité moyenne d'une femme à collecter des bois de chauffage est de 5kg par heure¹⁷. Ce qui veut dire qu'un ménage utilisant un fourneau à 3 pierres consacre une heure et quelque pour se procurer d'énergie de cuisson s'il se contente de bois rassemblé. Mais avec le fourneau lorena, environ 30 mn suffisent pour rassembler la totalité de bois de chauffage nécessaire pour une journée.

¹⁷ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermel, ESCHBORN, updated version May 2007. P20

On peut calculer maintenant le prix virtuel à partir du salaire d'ombre et de la capacité de rassemblement

$$\text{Prix virtuel} = (0.094 \text{ €/heure}) / (4 \text{ kg/heure}) = 0.0188 \text{ €/kg}$$

Donc, en moyenne, le prix virtuel d'un kg de bois de chauffage collecté est de 0.0188 €.

Connaissant maintenant tous les prix estimatifs des combustibles (bois de chauffage acheté, bois de chauffage collecté, charbon de bois acheté), on peut évaluer le coût des combustibles épargnés, mais avant tout, il faut déterminer la répartition du bois de chauffage épargné : quelle proportion est l'origine de la collecte et quelle proportion vient du marché.

b- Détermination de la répartition du bois des chauffages épargnés

En se basant sur des études et rapports¹⁸, 50% de la quantité de bois de chauffage consommé par tous les ménages sont achetés et 50% sont rassemblés. Ces proportions changent d'un endroit à un autre. Les ménages d'un quartier plus proche des marchés ont l'habitude d'acheter une proportion plus élevée, alors que ceux qui se trouvent dans des quartiers plus isolés sont obligés de rassembler une proportion assez significative. Il y a aussi la question de pouvoir d'achat, même si c'est dans un quartier où le marché est tout près, un ménage qui n'a pas la capacité d'achat n'a pas le choix, il est obligé de rassembler dans les champs. Et inversement, un ménage plus riche se contente d'acheter au marché, même si c'est un peu loin.

Supposons qu'il y a une constance dans les 2 Districts de Bushenyi et de Rakai, c'est à dire tous les ménages s'approvisionnent sur le marché de la moitié de ses besoins en énergie et rassemblent l'autre moitié de combustible. Pour le charbon de bois, comme on avait déjà avancé auparavant, il n'y a pas d'autoconsommation, tous s'achètent sur le marché.

¹⁸ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 and 2006. HELGA Haberhmel, ESCHBORN, updated version May 2007. p7

TABLEAU 8 : Répartition d'origine de combustible en proportion¹⁹

combustible	Proportion collectée (%)	Proportion achetée (%)	Total (%)
Bois de chauffage	50	50	100
Charbon de bois	0	100	100

Ce qu'on veut déterminer, c'est la répartition selon l'origine des combustibles épargnés par la population sur une année. Ainsi, on va utiliser directement les données du tableau précédent pour calculer la quantité de bois de chauffage collecté par la population étudiée et celle de bois de chauffage acheté.

Il suffit de multiplier la quantité de combustible épargné par la population cible sur une année avec les proportions. On a comme résultat : la quantité épargnée de bois de chauffage rassemblé est de 101 293 266 kg, qui est semblable à celle de bois de chauffage acheté. Pour le charbon de bois, tout ce qui est épargné est d'origine du marché, car il n'y a pas d'autoconsommation de charbon de bois, la quantité de charbon de bois épargné par la population cible est 1 906 372 kg.

TABLEAU 9 : Répartition réelle des quantités de combustible épargné par la population des 3 districts

combustible	Quantité collectée (kg)	Quantité achetée (kg)	Total (kg)
Bois de chauffage	101 293 266	101 293 266	202 986 532
Charbon de bois	0	1 906 372	1 906 372

On a maintenant le prix du kg de combustible quelque soit son origine et les quantités de combustible épargné respectif à ses origines. Ce qui rend possible l'évaluation monétaire de la quantité de combustible épargné.

¹⁹ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 and 2006. HELGA Haberhmel, ESCHBORN, updated version May 2007. p7

TABLEAU 10 : Prix du marché et prix virtuel de combustible

Combustible	Prix du kg (€)
Bois de chauffage collecté	0.0188**
Bois de chauffage acheté	0.042*
Charbon de bois	0.09*

* il s'agit du prix du marché²⁰

** c'est le prix virtuel²¹

Pour obtenir la valeur monétaire des combustibles épargnés, il suffit de multiplier les quantités respectives aux prix respectifs, et la valeur totale des combustibles épargnés est obtenue avec la somme de toutes les valeurs des combustibles épargnés. La valeur des combustibles rassemblés épargnés s'élève à 1 904 313 € pour la population étudiée, celle des combustibles achetés épargnés est de l'ordre de 4 254 317 € pour le district de Bushenyi et le district de Rakai. La population étudiée pour le fourneau à charbon de bois amélioré bénéficie d'une épargne de combustible valant 171 573 € sur une année.

TABLEAU 11 : Evaluation des combustibles épargnés

Combustible	Valeur des combustibles épargnés (€)
Bois de chauffage collecté	1 904 313
Bois de chauffage acheté	4 254 317
Charbon de bois	171 573
Total	6 303 203

Grâce à l'amélioration des fourneaux, la quantité de combustible que la population cible utilise a diminué. Avec les fourneaux traditionnels, la population étudiée a besoin de 369 132 092 kg de bois de chauffage et de 3 468 972 kg de charbon de bois sur une année, alors qu'avec les fourneaux améliorés, 166 145 560 kg de bois de chauffage suffisent pour les 2 districts de Bushenyi et de Rakai et

²⁰ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 and 2006. HELGA Haberhmel, ESCHBORN, updated version May 2007. P8

²¹ Cf PARTIE I/A-I-8-a-i-

1 562 600 kg de charbon de bois pour le district de Kampala. Ce qui permet à la population étudiée d'épargner 202 986 532 kg de bois de chauffage et 1 96 372 kg de charbon de bois sur une année. Ces combustibles épargnés valent 6 303 203€ qui représentent la valeur des avantages économiques dus à l'économie de combustible.

On va procéder maintenant à la détermination des avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson et de la collecte de bois de chauffage.

II- Evaluation des avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson et de la collecte de bois de chauffage

On a déjà vu dans l'évaluation des avantages économiques dus à l'économie de combustible que la quantité de bois de chauffage à collecter diminue avec les fourneaux améliorés. Ce qui fait que le temps nécessaire pour la collecte de bois de chauffage diminue.

1- Evaluation monétaire du temps de collecte évité

Avec les hypothèses qu'on avait déjà adopté dans les précédentes analyses, 50% du bois de chauffage utilisé sont d'origine de la collecte et 50% sont achetés sur le marché. Sur la collecte, on avait déjà supposé que 5kg de bois de chauffage sont collectés pendant 1 heure²². On peut d'abord déterminer le temps nécessaire à dépenser pour la collecte de bois de chauffage d'un ménage qui utilise le fourneau à 3 pierres.

Le ménage a d'abord besoin de 5.6 kg de bois de chauffage. Sur ces 5.6 kg, la moitié est d'origine de la collecte et l'autre moitié vient du marché.

$$5.6 \text{ kg}/2 = 2.8 \text{ kg}$$

La quantité totale de bois de chauffage collecté chaque jour par un ménage qui utilise le fourneau à ciel ouvert est de 2.8 kg. Le temps nécessaire pour effectuer

²² C'est le temps « net » de la collecte de bois de chauffage, c'est-à-dire, on ne tient pas en compte la durée de trajet allé et retour pour arriver aux champs et à la maison.

cette collecte peut se calculer avec la capacité de collecte d'un ménage qui est de 5 kg/heure.

Sur une heure, un ménage peut collecter jusqu'à 5 kg de bois de chauffage, ainsi, pour collecter 2.8 kg de bois de chauffage, il faut 0.56 heure ($2.8 \text{ kg} / 5 \text{ kg} = 0.56 \text{ heure}$).

Un ménage qui utilise un fourneau à ciel ouvert a besoin de 5.6 kg de bois de chauffage et dépense environ 0.56 h par jour pour assurer la moitié de l'énergie de la cuisson ; sur une année, un seul ménage dépense ainsi 204 heures ($365 \text{ jours} * 0.56 \text{ heures} = 204 \text{ heures}$).

Avec cette durée dépensée par un ménage durant une année, on peut déterminer le temps total dépensé par la population étudiée qui utilise le fourneau à 3 pierres pour collecter du bois de chauffage :

La population étudiée est le nombre de ménages utilisateurs de fourneau lorena des 2 districts de Bushenyi et de Rakai, qui sont à l'ordre de 180 593 ménages

$$204 \text{ heures/ménages} * 180\,593 \text{ ménages} = 36\,840\,972 \text{ heures.}$$

Sur une année, la population étudiée, avec les fourneaux à ciel ouvert dépense 36 840 972 heures pour la collecte de bois de chauffage. Ce temps dépensé assure la moitié d'énergie de cuisson nécessaire pour cette population cible ; elle s'adresse au marché pour l'autre moitié d'énergie de cuisson.

Avec les fourneaux lorena, la durée de la collecte diminue, parce que la quantité à collecter diminue suite à la réduction de quantité d'énergie nécessaire sur une journée. Avec un fourneau à 3 pierres, un ménage a besoin de 5.6 kg de bois de chauffage par jour, alors qu'avec le fourneau lorena, ce besoin diminue jusqu'à 2.52kg, parce que ce fourneau amélioré épargne jusqu'à 55% de combustible par rapport aux fourneaux à ciel ouvert. Avec la même hypothèse (50% de bois de chauffage sont achetés sur le marché et 50% sont collectés par le ménage), 1.26 kg de bois de chauffage est d'origine de la collecte et les autres 1.26 kg s'achètent sur le marché.

Le même principe s'applique pour déterminer le temps nécessaire pour la collecte de 1.26 kg de bois de chauffage.

Un ménage utilisant un fourneau lorena qui a besoin de 2.52 kg de bois de chauffage dépense environ 0.25 heure par jour ($1.26 \text{ kg} / 5 \text{ kg par heure} = 0.252 \text{ heure}$) pour assurer la moitié de l'énergie de cuisson. Pour déterminer le temps dépensé par un ménage sur une année pour la collecte, il suffit de pondérer le nombre de jours sur une année avec le temps journalier dépensé par le ménage.

Un ménage utilisant un fourneau lorena qui dépense chaque jour 0.252 heures dépense sur une année 92 heures ($365 \text{ jours} * 0.252 \text{ heure par jour} = 92 \text{ heures}$).

Avec le temps nécessaire pour un ménage, durant une année, pour collecter la moitié de bois de chauffage utile, on peut déterminer le temps total dépensé par la population étudiée qui utilise le fourneau lorena pour collecter la moitié de combustible :

La population étudiée est toujours les ménages utilisateurs de fourneau lorena dans le district de Bushenyi et du district de Rakai. Ils sont au nombre de 180 593 ménages.

$$92 \text{ heures / ménages} * 180\,593 \text{ ménages} = 16\,614\,556 \text{ heures}$$

La population étudiée dans l'ensemble dépense 16 614 556 heures pour la collecte de bois de chauffage. Ce temps total permet à la population étudiée d'assurer la moitié de la quantité de combustible pour cuire la nourriture. L'autre moitié est assurée par le marché.

On peut maintenant déterminer les temps épargnés par un ménage sur une journée ou sur une année et même par la population étudiée grâce à l'utilisation des fourneaux lorena. Il suffit de faire la différence entre le temps utile pour la collecte avec les fourneaux traditionnels et le temps utile pour la collecte avec des fourneaux lorena.

Sur une journée, un ménage épargne 0.308 heure grâce à l'utilisation du fourneau lorena

$$0.564 \text{ heure} - 0.252 \text{ heure} = 0.308 \text{ heure}$$

Le temps épargné par un ménage utilisant un fourneau lorena peut se calculer de 2 manières : soit en faisant la différence comme ci-haut, soit en multipliant le temps épargné sur une journée avec le nombre de jours d'une année. Dans une année, le temps épargné par le ménage utilisant le fourneau lorena atteint 112.42 heures

$$204 \text{ heures} - 92 \text{ heures} = 112 \text{ heures}$$

$$0.308 \text{ heures} * 365 \text{ jours} = 112 \text{ heures}$$

Pour la population étudiée, le temps annuel épargné grâce à l'amélioration des fourneaux peut s'obtenir aussi de 2 manières, soit avec la différence entre les temps utiles pour la population avec les options de fourneaux, soit avec la pondération du temps annuel épargné par un ménage à l'effectif de la population étudiée. Sur une année, la population étudiée épargne 20 226 416 heures grâce à l'utilisation de fourneau lorena.

$$36\,840\,972 \text{ heures} - 16\,614\,556 \text{ heures} = 20\,226\,416 \text{ heures}$$

$$112 \text{ heures} * 180\,593 \text{ ménages} = 20\,226\,416 \text{ heures}$$

On connaît maintenant le temps réel épargné par la population étudiée grâce aux fourneaux lorena. Ce temps concerne seulement la diminution du temps de collecte.

L'existence de temps libre au sein d'un ménage permet de faire quelques choses d'autres, car on peut affecter ce temps à d'autres tâches. Dans la présente analyse, on va supposer qu'une partie de temps épargné grâce à l'utilisation des fourneaux améliorés est affectée à des activités économiques génératrices de revenu comme l'artisanat, l'élevage ou autres. Pour que l'analyse soit plus conservatrice, on suppose que 50% du temps épargné est affecté aux activités

génératrices de revenus et le reste est dépensé pour la vie familiale, le soin des enfants, les activités sociales et communautaires.

Avec cette hypothèse, on peut déterminer les temps réels affectés aux activités génératrices de revenus.

Dans une journée, un ménage qui utilise un fourneau lorena aura 0.154 heure supplémentaire à exploiter pour générer un revenu supplémentaire.

$$0.308 \text{ heure} * 50\% = 0.154 \text{ heure}$$

Dans une année, ce temps affecté aux activités génératrices de revenu atteint 56 heures, il est obtenu à partir de la multiplication du temps journalier affecté aux activités génératrices de revenus par le nombre de jours sur une année. On peut aussi directement obtenir ce temps en divisant le temps épargné par 2.

$$0.154 \text{ heure} * 365 \text{ jours} = 56 \text{ heures}$$

$$112 \text{ heures} * 50\% = 56 \text{ heures}$$

La population étudiée affecte ainsi 10 113 208 heures aux activités génératrices de revenu. On obtient cette valeur soit en divisant le temps épargné par la population étudiée en 2, soit en multipliant le temps annuelle affecté par un ménage aux activités génératrices de revenu par l'effectif de la population étudiée.

$$20\,226\,416 \text{ heures} * 50\% = 10\,113\,208 \text{ heures}$$

$$56 \text{ heures} * 1080\,593 \text{ ménages} = 10\,113\,208 \text{ heures}$$

Maintenant qu'on a la valeur réelle de temps affecté aux activités génératrices de revenu, on peut déterminer sa valeur monétaire qui n'est autre que l'avantage économique du à la diminution du temps de la collecte. Le même principe s'applique pour déterminer cette valeur monétaire, c'est l'utilisation du salaire d'ombre. On peut utiliser le salaire d'ombre calculé lors de l'évaluation du prix virtuel de bois de chauffage collecté, car ce salaire d'ombre était déterminé à partir des données qui concernent la population étudiée (revenu mensuel moyen des 2 districts de Bushenyi et de Rakai). Ce salaire d'ombre est de l'ordre de 0.094€/ heure.

Pendant une journée, un ménage qui utilise un fourneau lorena gagne 0.308 heure par jour de temps qu'il peut entièrement affecter à une activité génératrice de revenu. Mais en admettant que seulement la moitié de ce temps épargné est affectée à une activité génératrice de revenu, c'est-à-dire 0.154 heure/jour, ce ménage réalise un revenu supplémentaire de 0.014€ par jour en appliquant le salaire d'ombre. Sur une année, le temps épargné sur la collecte de bois de chauffage par un ménage s'élève à 112 heures grâce à l'utilisation du fourneau lorena. Avec l'hypothèse conservatrice qui réduit le temps affecté aux activités génératrices de revenu à 50%, seulement 56 heures par an sont consacrées à une réalisation de revenu supplémentaire. La pondération de cette valeur avec le salaire d'ombre permet d'obtenir le gain monétaire supplémentaire du ménage qui s'élève à 5.26€.

Le même principe s'applique pour la population étudiée toute entière, dont la totalité du temps épargné sur la collecte s'élève à 20 226 416 heures/an. La moitié du temps affecté aux activités génératrices de revenu est de 10 113 208 heure /an, qui permet de générer 950 641.55€ avec le salaire d'ombre.

$$0.154 \text{ heure / jour} * 0.094\text{€/heure} = 0.014\text{€/jour}$$

$$56 \text{ heure / an} * 0.094\text{€/heure} = 5.26\text{€/an}$$

$$10\,113\,208 \text{ heure / an} * 0.094\text{€/heure} = 950\,641.55\text{€/an}$$

TABLEAU 12 : Avantages économiques dus à la diminution du temps de la collecte

Utilisateur	Temps affecté à une activité génératrice de revenu	Avantages économiques
1 ménage	0.154 heure /jour	0.014 €/jour
1 ménage	56 heures /an	5.26 €/an
Population étudiée	10 113 208 heures /an	950 641.55 €/an

Ce n'est pas seulement sur la collecte qu'il y a un gain de temps lorsqu'on utilise un fourneau lorena, mais aussi sur la cuisson. Un fourneau lorena permet de réduire le temps où un cuisinier reste dans la cuisine, le feu s'allume plus vite et la

quantité de chaleur gardée dans le fourneau est assez élevée, il n'y a pas trop de chaleur abîmée par le corps froid du fourneau ou de chaleur perdue à l'extérieur. De même pour le fourneau amélioré à charbon de bois, il y a aussi un gain de temps sur la cuisson. On va évaluer maintenant la valeur monétaire du temps de cuisson évité.

2- évaluation monétaire du temps de cuisson évité

Des recherches antérieures²³ ont montré qu'en moyenne, les femmes ougandaises passent 1.82 heures dans la cuisine pour préparer des nourritures. Cette durée concerne l'utilisation des fourneaux traditionnels (fourneau à ciel ouvert et fourneau traditionnel à charbon de bois). Il y a une différence entre le temps de cuisson avec un fourneau à 3 pierres et un fourneau traditionnel à charbon de bois. Logiquement, un fourneau à ciel ouvert permet de cuire plus rapidement qu'un fourneau traditionnel à charbon de bois. Avec le premier, il y a plus de contact entre la flamme et le fond de la marmite, et ce contact commence dès que le feu s'allume alors qu'avec le charbon de bois, il faut attendre que la combustion atteigne tous les combustibles, et c'est à partir de ce moment que la chaleur touche le fond de la marmite. Cependant, l'inverse peut se présenter, car ceci dépend de la manière où la cuisson est menée : avec une marmite à grand diamètre, dans un lieu moins aéré, il y a accélération de la combustion grâce à une ventilation provoquée...

Dans la présente analyse, faute de données, on va supposer que le temps consacré par un ménage dans la cuisine pour faire la cuisson est 1.82 heures quelque soit le fourneau qu'il utilise (fourneau à ciel ouvert ou fourneau traditionnel à charbon de bois).

Le suivi - évaluation du projet de diffusion des fourneaux améliorés dans les 3 districts d'Ouganda (Bushenyi, Rakai et Kampala) a permis de constater qu'avec les fourneaux améliorés, il y a une diminution de temps de cuisson par rapport à la cuisson avec les fourneaux traditionnels. En moyenne, le gain de temps est de 25%. Il y a aussi une différence de gain, le fourneau à bois de chauffage est plus sensible à l'amélioration, un simple perfectionnement permet d'accélérer le processus de

²³ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermel, ESCHBORN, updated version May 2007. P8

cuisson : jupe de marmite, aération des combustibles, isolation de la chambre de combustion. Alors qu'avec le fourneau à charbon de bois, il y a une rigidité de comportement, parce que la différence entre fourneau traditionnel à charbon de bois et fourneau amélioré à charbon de bois est un peu minime. Cependant, dans cette analyse, on va supposer que le temps épargné avec les fourneaux améliorés est le même, et cette réduction de temps de cuisson est de l'ordre de 25%²⁴.

Avec ces hypothèses et données, on peut déterminer la réduction de temps de cuisson par un ménage sur une journée ou sur une année et même pour la population étudiée. Mais avant tout, on va déterminer d'abord le temps dépensé à la cuisine avec les fourneaux traditionnels.

a- Temps de cuisson avec les fourneaux traditionnels

Comme il n'y a pas de différence entre les fourneaux (à bois de chauffage ou à charbon de bois), on va grouper la population étudiée (population des 2 districts où il y a la diffusion des fourneaux lorena : Bushenyi et Rakai ; et population du district où il y a la diffusion des fourneaux améliorés à charbon de bois). Un ménage qui utilise un fourneau traditionnel (à ciel ouvert ou à charbon de bois traditionnel) consacre 1.82 heures par jour pour faire la cuisson. Sur une année, le temps dépensé avec les fourneaux traditionnels pour cuire la nourriture est de 664 heures.

$$1.82 \text{ heures} * 365 \text{ jours} = 664 \text{ heures}$$

Cette fois-ci, la population étudiée est de 188 406 ménages, qui représentent les ménages utilisateurs des fourneaux améliorés : 180 593 ménages pour les fourneaux à ciel ouvert et 7 813 pour les fourneaux traditionnels à charbon de bois.

$$180\,593 \text{ ménages} + 7\,813 \text{ ménages} = 188\,406 \text{ ménages}$$

La durée de cuisson de la population étudiée sur une année est de 125 101 584 heures. Cette durée est obtenue en multipliant l'effectif de la population étudiée par la durée de cuisson d'un ménage sur une année.

²⁴ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermel, ESCHBORN, updated version May 2007. P21

$$664 \text{ heures} * 188\,406 \text{ ménages} = 125\,101\,584 \text{ heures}$$

Ce que l'analyse vise, c'est la détermination de la réduction de temps de cuisson grâce à l'utilisation des fourneaux améliorés. Mais pour pouvoir faire la différence, il faut d'abord déterminer cette fois-ci le temps de cuisson avec les fourneaux améliorés.

b- Temps de cuisson avec les fourneaux améliorés

Avec les fourneaux améliorés, les 75% du temps de cuisson avec les fourneaux traditionnels suffisent pour préparer la nourriture, parce que ces fourneaux améliorés sont plus performants en terme de conservation de chaleur et de qualité de combustion. Ainsi, un ménage passe 1.365 heures dans la cuisine. La même règle s'applique (il n'y a pas de différence entre temps de cuisson du fourneau à bois de chauffage et fourneau à charbon de bois).

$$1.82 \text{ heures} * 75\% = 1.365 \text{ heures}$$

Il y a 2 manières pour déterminer le temps de cuisson annuelle d'un ménage qui utilise un fourneau amélioré : soit en multipliant le temps de cuisson journalière avec les fourneaux améliorés par le nombre de jours d'une année, soit en appliquant la règle de 75% avec la durée de cuisson d'un ménage avec les fourneaux traditionnels. Sur une année, un ménage qui utilise un fourneau amélioré (à bois de chauffage ou à charbon de bois) passe 498 heures dans la cuisine.

Les 2 manières de détermination de temps de cuisson d'un ménage avec les fourneaux améliorés sont encore valables pour le calcul du temps de cuisson de la population étudiée avec les fourneaux améliorés : soit en multipliant le temps annuel qu'un ménage passe à la cuisine par l'effectif de la population étudiée ($498 \text{ heures} * 188\,406 \text{ ménages} = 93\,826\,188 \text{ heures}$), soit en calculant les 75% du temps dépensé par la population cible pour la cuisson avec les fourneaux traditionnels ($125\,101\,584 \text{ heures} * 75\% = 93\,826\,188 \text{ heures}$). Comme résultat, la population étudiée dépense 93 826 188 heures pour cuire sur une année avec les fourneaux améliorés (la population étudiée est l'ensemble des ménages utilisateurs de fourneau lorena et des ménages utilisateurs de fourneau amélioré à charbon de bois).

On connaît maintenant les temps de cuisson avec les fourneaux améliorés et avec les fourneaux traditionnels, on peut faire la différence pour obtenir la réduction du temps de cuisson grâce au projet de diffusion de fourneau amélioré.

c- Réduction du temps de cuisson

Il y a 2 manières pour déterminer la réduction du temps de cuisson d'un ménage sur une journée : en faisant la différence du temps de cuisson des fourneaux traditionnels journalier avec le temps de cuisson des fourneaux améliorés journalier ($1.82 \text{ Heures} - 1.365 \text{ heures} = 0.455 \text{ heures}$), ou encore en déterminant les 25% du temps de cuisson journalier avec les fourneaux traditionnels ($1.82 \text{ Heures} * 25\% = 0.455 \text{ heures}$). L'utilisation de fourneau amélioré permet à un ménage de réduire le temps de cuisson de 0.455 heure

Sur une année, un ménage gagne une réduction de temps de cuisson de 166 heures. Cette valeur de réduction est obtenue par 3 manières différentes : comme d'habitude, en faisant la différence du temps de cuisson des fourneaux traditionnels sur une année avec le temps de cuisson des fourneaux améliorés sur une année ($664 \text{ heures} - 498 \text{ heures} = 166 \text{ heures}$), ou en déterminant les 25% du temps de cuisson annuel avec les fourneaux traditionnels ($664 \text{ heures} * 25\% = 166 \text{ heures}$), ou encore en multipliant la réduction du temps de cuisson d'un ménage sur une journée par le nombre de jours dans une année ($0.455 \text{ heure} * 365 \text{ jours} = 166 \text{ heures}$).

Les 3 manières pour calculer la réduction de temps de cuisson sont encore valables pour la détermination de la réduction de temps de cuisson annuel de la population étudiée : par la différence de temps de cuisson annuel de la population étudiée avec les fourneaux traditionnels et avec les fourneaux améliorés ($125\,101\,584 \text{ heures} - 93\,826\,188 \text{ heures} = 31\,275\,396 \text{ heures}$), ou en calculant les 25% du temps de cuisson annuel de la population étudiée avec les fourneaux traditionnels ($125\,101\,584 \text{ heures} * 25\% = 31\,275\,396 \text{ heures}$), et même par la multiplication de la réduction de temps annuelle d'un ménage avec l'effectif de la population étudiée ($166 \text{ heures} * 188\,406 \text{ ménages} = 31\,275\,396 \text{ heures}$). L'application numérique montre que 31 275 396 heures sont gagnées par la population étudiée comme réduction de temps de cuisson.

On vient de déterminer la réduction du temps de cuisson par la population étudiée grâce aux fourneaux améliorés. Ce temps libre permet au ménage de faire aussi autre chose comme le cas de l'épargne de temps sur la collecte. La population concernée peut affecter la réduction de temps à autre chose. On suppose comme auparavant qu'une partie de la réduction de temps de cuisson est affectée à des activités économiques génératrices de revenu (artisanat, élevage...). La même proportion qu'avec l'épargne de temps sur la collecte est gardée, c'est-à-dire, 50% de la réduction de temps de cuisson sont affectés aux autres tâches (vie familiale, soin des enfants, activités sociales et communautaires...). On va déterminer maintenant la réduction de temps de cuisson réel affecté aux activités génératrices de revenus.

Dans une journée, un ménage qui utilise un fourneau amélioré aura 0.2275 heure supplémentaire à exploiter pour gagner un revenu additionnel ($0.455 \text{ heure} * 50\% = 0.2275 \text{ heures}$).

Dans une année, ce temps affecté aux activités génératrices de revenu atteint 83 heures, il est obtenu en multipliant le temps journalier affecté aux activités génératrices de revenu par le nombre de jours dans une année ($0.2275 \text{ heure} * 365 \text{ jours} = 83 \text{ heures}$). On peut aussi obtenir cette valeur en déterminant les 50% de la réduction du temps de cuisson annuel d'un ménage ($166 \text{ heures} * 50\% = 83 \text{ heures}$).

Le temps affecté par la population étudiée aux activités génératrices de revenu grâce à la réduction du temps de cuisson est de 15 637 684 heures. On a obtenu ce temps soit en déterminant les 50% de la réduction du temps de cuisson de la population étudiée ($31\,275\,369 \text{ heures} * 50\% = 15\,637\,684 \text{ heures}$), soit en multipliant le temps annuel affecté par un ménage aux activités génératrices de revenu par l'effectif de la population étudiée ($83 \text{ heures} * 188\,406 \text{ ménages} = 15\,637\,684 \text{ heures}$).

Connaissant maintenant la valeur réelle des réductions de temps de cuisson affectée aux activités génératrices de revenu, on peut déterminer la valeur monétaire de ce temps qui représente l'avantage économique du à la réduction du temps de cuisson. Pour déterminer cette valeur monétaire, on va utiliser de nouveau le salaire d'ombre qui reste inchangé (ce qui était déjà utilisé lors de l'évaluation du prix virtuel

de bois de chauffage collecté et lors de l'évaluation monétaire des temps affectés aux activités génératrices de revenu dus à la réduction du temps de la collecte). Le salaire d'ombre est de 0.094€/heure²⁵. Supposons que c'est le même sur les 3 districts (Bushenyi, Rakai et Kampala) pour ne pas surévaluer l'analyse.

Sur une journée, un ménage de la population étudiée qui utilise un fourneau amélioré gagne 0.455 heure de temps sur la cuisson, ce qui lui permet d'investir un temps supplémentaire aux activités génératrices de revenu. Avec l'hypothèse de l'analyse, le temps gagné sur la cuisson affecté aux activités génératrices de revenu est de 0.2275 heure/jour. Le travail supplémentaire permet de réaliser un revenu additionnel de 0.021€ par jour (0.2275 heure/jour * 0.094€/heure = 0.021 €/jour). Dans une année, la réduction de temps sur la cuisson par un ménage s'élève à 166 heures, dont 83 heures sont affectées aux activités génératrices de revenu (c'est la moitié affectée aux activités génératrices de revenu). L'évaluation avec le salaire d'ombre montre que le ménage qui utilise un fourneau amélioré gagne 7.8€ annuellement en sus de ce qu'il gagne lorsqu'il utilise un fourneau traditionnel (83 heures/an*0.094€/heure =7.8 €/an). Pour la population étudiée, la réduction du temps de cuisson est de 31 275 369 heures / an. Ce qui lui permet d'investir 15 637 684 heures / an aux activités génératrices de revenu. Le revenu supplémentaire généré par ces temps alloués est de 1 469 942€/an (15 637 684 heures /an*0.094€/heure =1 469 942€/an).

TABLEAU 13 : Avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson

Utilisateur	Temps affecté à une activité génératrice de revenu	Avantages économiques
1 ménage	0.2275heure /jour	0.021 €/jour
1 ménage	83 heures /an	7.8 €/an
Population étudiée	15 637 684 heures /an	1 469 942€/an

²⁵ La base de calcul de ce salaire d'ombre est le salaire mensuel moyen d'un ménage dans le district de Bushenyi et du district de Rakai, qui est de 45.28 €. Dans le district de Kampala, il est fort probable que le salaire moyen est supérieur à 45.28 €

On peut enfin rassembler les avantages économiques dus à la réduction du temps de la cuisson et de la collecte. Il y a 2 manières pour calculer les avantages économiques liés à la réduction de temps grâce à l'utilisation des fourneaux améliorés : soit en additionnant les avantages économiques dus à la réduction du temps de collecte avec les avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson ; soit en multipliant la totalité des temps épargnés affectés aux activités génératrices de revenu au salaire d'ombre. Les résultats sont les suivants : sur une journée, un ménage affecte à une activité génératrice de revenu 0.3815 heure. Ce qui lui permet de réaliser un gain supplémentaire de 0.0359 €/jour. Sur une année, le temps total affecté par un ménage aux activités génératrices de revenu est de 139 heures. Le revenu généré avec ce temps est de 13.07€. La population étudiée toute entière affecte 25 750 892 heures aux activités génératrices de revenu. En appliquant le calcul avec le salaire d'ombre, les peuples des 3 districts : Busheznyi, Rakai et Kampala gagnent 2 420 584.6 €/an. Ce qui représente l'avantage économique du à la réduction du temps de la collecte et de la cuisson.

TABLEAU 14 : Avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson et de la collecte de bois de chauffage

Utilisateur	Temps affecté à une activité génératrice de revenu	Avantages économiques
1 ménage	0.3815heure /jour	0.0359 €/jour
1 ménage	139 heures /an	13.066 €/an
Population étudiée	25 750 892heures /an	2 420 584€/an

Le troisième avantage économique considéré dans la présente analyse est celui lié à l'amélioration de la santé des ménages utilisateurs des fourneaux améliorés.

III- Evaluation des avantages économiques dus à l'amélioration de la santé de la population étudiée

En 2000, il est apparu que cuire des aliments était une activité dangereuse et que la pollution de l'air à l'intérieur des habitations résultant de l'utilisation de

combustibles solides figurait parmi les dix plus grands facteurs de risque pour la santé à l'échelle mondiale. La fumée émanant de ces combustibles était à l'origine de 1,6 millions de décès et représentait 2,7 % de la charge de morbidité mondiale²⁶. L'utilisation de combustibles solides polluants et les pratiques de faible rendement en matière d'énergie domestique varient beaucoup dans le monde, tout comme la mortalité imputable à la fumée dans les maisons. En 2002, l'Afrique subsaharienne était en seconde position avec 396 000 décès²⁷

Quand on entre dans un foyer rural, on est frappé par une épaisse fumée grise qui rend l'air irrespirable et fait pleurer les yeux. Quand la cuisson se fait avec un foyer ouvert ou un fourneau traditionnel à l'intérieur des habitations, les combustibles solides dégagent un mélange dangereux de centaines de polluants, principalement du monoxyde de carbone et des petites particules, mais aussi des oxydes d'azote, du benzène, du butadiène, du formaldéhyde, des hydrocarbures aromatiques polycycliques et beaucoup d'autres substances qui nuisent à la santé. Tous les jours, les femmes et les enfants en bas âge respirent des heures durant, une quantité de fumée équivalant à la consommation de deux paquets de cigarettes. La combustion du charbon dégage aussi d'autres contaminants comme le soufre, l'arsenic et le fluor.

Pourtant, ces familles n'ont pas le choix : il leur faut soit utiliser ce type de combustibles soit renoncer à manger des aliments cuits. La pauvreté condamne la moitié de l'humanité à utiliser des sources d'énergie domestique polluantes pour vivre.

Les particules fines pénètrent profondément dans les poumons et semblent avoir les effets les plus nocifs sur la santé. On sait qu'elles peuvent causer une inflammation des voies aériennes et des poumons et affaiblir la réponse immunitaire.

Depuis la moitié des années 80, des études épidémiologiques ont été entreprises pour connaître les effets sur la santé de l'exposition à la pollution de l'air à l'intérieur des habitations.

²⁶ Energie domestique et santé : des combustibles pour vivre mieux p12

²⁷ L'Asie du Sud-Est est en première position : 483 000 décès en 2002

L'inhalation de la fumée à l'intérieur des maisons double le risque de pneumonie et d'autres infections aiguës des voies respiratoires inférieures chez les enfants de moins de cinq ans. Les femmes exposées à la fumée risquent trois fois plus de souffrir de broncho-pneumopathie chronique obstructive (BPCO) tels que bronchite chronique ou emphysème. L'utilisation de charbon multiplie par deux le risque de cancer du poumon, en particulier chez la femme.

De plus, certaines études ont établi un lien entre l'exposition à la fumée dans les maisons et l'asthme, la cataracte, la tuberculose, les issues défavorables de la grossesse notamment une insuffisance pondérale à la naissance, les cardiopathies ischémiques, les pneumopathies interstitielles et les cancers du rhinopharynx et du larynx.

TABLEAU 15 : Effets sur la santé de la pollution de l'air à l'intérieur des ² habitations

Conséquences sanitaires	population	Risque relatif*
Infections aiguës des voies respiratoires inférieures	Enfants de 0-4 ans	2.3
Broncho-pneumopathie chronique obstructive	Femme ≥ 30 ans	3.2
Cancer du poumon (charbon)	Femme ≥ 30 ans	1.8
Charbon du poumon (biocombustible)	Femme ≥ 30 ans	1.9
Asthme	Enfants de 5-14 ans	1.6
	Adultes ≥ 15 ans	1.2
Cataracte	Adultes ≥ 15 ans	1.3
Tuberculose	Adultes ≥ 15 ans	1.5

Source : Organisation Mondiale de la Santé 2007. Energie domestique et santé, des combustibles pour vivre mieux. Eva Rehfuess.p11.

*Le risque relatif indique combien est multiplié le risque de maladie chez les personnes exposées à la pollution de l'air des habitations par rapport aux personnes non exposées.

L'utilisation du fourneau Lorena réduit de manière significative la fumée dans la cuisine, ayant comme résultat la meilleure condition de santé pour les membres de famille.

1- La réduction des cas de l'ARI, de l'irritation d'œil et des brûlures

Dans la présente analyse, l'évaluation des avantages économiques dus à une meilleure santé par l'utilisation du fourneau Lorena a considéré les améliorations sanitaires dues à la réduction de brûlures, d'infections respiratoires aiguës (ARI) des femmes et d'enfants en bas âge et d'irritations d'œil des ménages en utilisant ce fourneau.

Supposons que les femmes et les enfants en bas âge dans une maison où le fourneau utilisé est le fourneau lorena sont en bonne santé, ce qui baisse la proportion d'argent destinée à la santé de la famille, ce qui réduira logiquement la dépense du secteur public pour la santé des peuples. Cette situation permettra également aux femmes de passer plus de temps aux activités productives. Les plus fréquentes sont les 3 types de maladies suivantes : brûlures, l'ARI et l'irritation d'œil. Les rapports des suivis et évaluations de projet de diffusion des fourneaux améliorés ont montré que l'utilisation des fourneaux lorena avait comme conséquence la réduction des brûlures d'ARI et d'irritation d'œil.

Logiquement, les ménages qui sont attaqués par ces maladies sont obligés de s'adresser aux médecins pour se soigner. Selon l'évaluation d'Helga Habermehl en 2007²⁸, sur une année, un ménage dépense 8heures pour se soigner des brûlures, 80heures pour soigner les femmes et les enfants de bas âge qui sont vulnérables d'ARI et 16 heures pour soigner l'irritation d'œil. Presque tous les ménages qui utilisent les fourneaux à ciel ouvert sont atteints par ces maladies. Heureusement, l'utilisation du fourneau lorena permet de réduire la prédominance de ces maladies.

²⁸ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermehl, ESCHBORN, updated version May 2007. P24.

Le suivi-évaluation du projet de diffusion de fourneau lorena à Bushenyi et à Rakai montre que 39% des utilisateurs de fourneaux lorena sont atteints par l'ARI et 24% seulement des utilisateurs sont frappés par l'irritation d'œil. Ce qui signifie que l'émission des substances toxiques diminue avec les fourneaux lorena grâce à l'amélioration de la qualité de combustion, les substances toxiques n'échappent pas beaucoup de la chambre de combustion. Le risque durant le moment de cuisson diminue avec l'utilisation du fourneau lorena. D'abord, parce que la chaleur est isolée dans le fourneau et en plus, le feu est assez maîtrisé.

Ce qu'on peut avancer, c'est que les cas des maladies avec les fourneaux à ciel ouvert sont différents des cas des maladies avec les fourneaux lorena. Il y a par exemple la diminution de la fréquence d'ARI de 30%²⁹ sur les ménages qui sont atteints. Ceux qui sont atteints par l'irritation d'œil souffrent moins fréquemment qu'auparavant, car il y a une diminution de la fréquence de cas de 60%³⁰. Depuis la diffusion des fourneaux lorena à Bushenyi et à Rakai, le cas de brûlure diminue de 90%. Grâce à la diminution de la fréquence des maladies, le temps pour aller voir des centres médicaux diminue. Ce qui permet aux ménages d'avoir un temps supplémentaire pour faire une activité génératrice de revenu. En utilisant le salaire d'ombre, on peut attribuer une valeur monétaire aux temps épargnés affectés aux activités génératrices de revenus. C'est le premier constituant des avantages économiques dus à l'amélioration de la santé de la population étudiée.

2- Evaluation monétaire du temps épargné (grâce à l'état sanitaire) affecté aux activités génératrices de revenu

On va d'abord déterminer le temps dépensé pour fréquenter les centres médicaux avec les fourneaux à ciel ouvert, puis, on déterminera celui qui est dépensé pour se soigner avec les fourneaux lorena. La différence du temps dépensé constitue le temps épargné grâce à l'amélioration de la santé de la population étudiée.

²⁹ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Haberhmel, ESCHBORN, updated version May 2007. P23.

³⁰ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Haberhmel, ESCHBORN, updated version May 2007. P24.

a- Evaluation du temps dépensé pour soigner des maladies causées par l'utilisation d'un fourneau à ciel ouvert

La recherche d'Helga Habermehl en 2007³¹ a permis de connaître le temps annuel dépensé par un ménage pour chaque type de maladie. Les brûlures obligent un ménage utilisateur de fourneau à ciel ouvert de passer chez les centres médicaux 8h³² par an. Pour se soigner de l'ARI, les femmes et les enfants de bas âge ensemble passent 80heures par an aux centres médicaux, c'est la conséquence de l'utilisation du fourneau à ciel ouvert. Ce même ménage est aussi atteint de l'irritation d'œil, et pour se soigner, il lui faut 16heures chaque année. Supposons que les manifestations de ses maladies ne sont pas simultanées. Ainsi, on peut déterminer le temps total dépensé par un ménage pour aller chez le médecin chaque année. Un ménage qui utilise un fourneau à 3 pierres dépense 104heures par an pour la santé liée à la cuisson.

TABLEAU 16 : *Temps annuel dépensé pour la santé d'un ménage utilisateur de fourneau à ciel ouvert*

maladie	ARI	Irritation d'œil	brulure	Total
Temps de soin annuel	80	16	8	104

Source: Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermehl, ESCHBORN, updated version May 2007. P24

On constate que c'est l'ARI qui prend beaucoup de temps de soin parmi toutes les maladies liées à la cuisson. La raison est très simple : les femmes et les enfants sont à la fois atteints par l'ARI. L'irritation d'œil concerne surtout ceux qui

³¹ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermehl, ESCHBORN, updated version May 2007. P23.

³² Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermehl, ESCHBORN, updated version May 2007. P23.

restent en permanence près des fourneaux durant le processus de cuisson. Et la brûlure reste un cas accidentel.

Avec les fourneaux lorena, on a pu constater une grande différence, d'abord, ce ne sont pas tous les ménages qui sont atteints par les maladies. En plus, la fréquence des maladies chez les ménages atteints diminue. On va déterminer maintenant le temps dépensé pour se soigner des maladies causées par l'utilisation d'un fourneau lorena. Pour aboutir à ce calcul, on va faire d'abord le suivi évaluation du projet de diffusion sur le plan sanitaire.

b- Evaluation du temps dépensé pour soigner des maladies causées par l'utilisation d'un fourneau lorena

Parmi les ménages utilisateurs de fourneau lorena (180 593 ménages), il n'y a que 39% qui sont atteints par l'ARI, c'est-à-dire 70 431 ménages ($180\,593 \text{ ménages} \times 39\% = 70\,431 \text{ ménages}$), alors qu'avec les fourneaux à ciel ouvert, presque tous sont atteints par l'ARI. Cette grande diminution est due à la faible émission de fumée du fourneau amélioré. En plus, la qualité du combustible est très bonne³³. Il y a aussi une grande évolution sur la proportion de ménage qui avait souffert de l'irritation d'œil, seulement 24% des 180 593 ménages utilisateurs de fourneaux lorena sont atteints par l'irritation d'œil, ils sont au nombre de 43 342 ménages ($180\,593 \text{ ménages} \times 24\% = 43\,342 \text{ ménages}$). C'est encore grâce à la diminution de l'émission des gaz toxiques suite à une combustion assez favorable³⁴.

TABLEAU 17 : Evolution de la prédominance de l'ARI et de l'irritation d'œil sur la population du district de Bushenyi et du district de Rakai

Maladie	Proportion atteinte	Effectif de la population étudiée atteinte
ARI	39%	70 431
Irritation d'œil	24%	43 342

Dans la présente analyse, il n'y a pas d'importance de distinguer la situation sanitaire d'un ménage : s'il est atteint seulement par l'ARI et non l'irritation d'œil ou

³³ Ce 39% de la population étudiée représente 70 431 ménages.

³⁴ 43 342 ménages sont représentés par le 24% atteint par l'irritation d'œil.

l'inverse, ou même atteint à la fois par les 2 maladies ou ni l'un ni l'autre. Ce qui est nécessaire c'est de connaître la proportion de ménage qui souffre de l'ARI, et la proportion de ménage qui est atteint par l'irritation d'œil (les 2 proportions sont par rapport au ménage utilisateur de fourneaux lorena)

Il y a aussi une grande évolution sanitaire, l'impact des maladies avec les fourneaux lorena est moins lourd qu'avec les fourneaux à 3 pierres. Cette évolution est constatée sur la diminution de la fréquence des maladies sur les ménages atteints. La fréquence de l'ARI diminue de 30% pour les ménages utilisateurs de fourneau lorena par rapport aux ménages utilisateurs de fourneau à 3 pierres. Pour l'irritation d'œil, la fréquence de la maladie diminue de 60%. Ces diminutions ont un grand impact positif sur les dépenses de temps pour se soigner. Le temps nécessaire à passer chez les médecins a diminué, ce qui permet au ménage de se concentrer plus sur des activités génératrices de revenu. Avec les fourneaux à 3 pierres, un ménage dépense 80heures par an pour se soigner alors qu'un ménage qui utilise le fourneau lorena (s'il est atteint par l'ARI) passe chez les médecins environ 56heures par an. Pour l'irritation d'œil, au lieu de passer 16heures par an aux centres de soin, l'utilisation de fourneau lorena permet de réduire le temps de soin annuel à 6.4heures. Concernant la brûlure, tous les ménages sont exposés au risque d'être atteint. C'est pourquoi, dans la présente recherche, tous les ménages utilisateurs de fourneau lorena seront considérés pour le cas de la brûlure. La diminution des cas de brûlure chez les ménages utilisateurs de fourneau lorena est de 90%. Le ménage est moins exposé au risque de brûlure. Pour se soigner de la brûlure, un ménage utilisateur de fourneau lorena passe 0.8heure sur une année aux centres de soin, ce qui est très petit par rapport au temps dépensé par un ménage qui utilise un fourneau à ciel ouvert.

TABLEAU 18 : Temps dépensé par un ménage utilisateur de fourneau lorena pour se soigner de l'ARI, de l'irritation d'œil et de la brûlure

Maladies	ARI	Irritation d'œil	Brûlure	Total
Diminution du temps de soin	30%	60%	90%	-
Réduction réelle du temps de soin	24heures	9.6heures	7.2heures	40.8heures
temps de soin annuel	56heures	6.4heures	0.8heure	63.2heures
total	80heures	16heures	8heures	104heures

La réduction réelle du temps de soin est de nouveau une possibilité de réalisation de salaire supplémentaire. Avec cette réduction, il y a un gain de temps qui permet au ménage de se préoccuper des activités génératrices de revenus.

c- Avantage économique du à la réduction du temps de soin

On va supposer comme dans l'évaluation du temps épargné sur la collecte et sur la cuisson qu'une partie de la réduction du temps de soin est affectée à des activités économiques génératrices de revenu comme l'artisanat, l'élevage ou autres. La même proportion sera gardée, c'est-à-dire, 50% de la réduction du temps de soin sont affectés aux activités génératrices de revenu et le reste est dépensé pour la vie familiale, le soin des enfants, les activités sociales et communautaires.

Avec cette hypothèse, on peut déterminer le temps réel affecté aux activités génératrices de revenus.

Dans une année, un ménage qui utilise un fourneau lorena aura 20.4heures supplémentaires à exploiter pour générer un revenu supplémentaire.

$$40.8heures * 50\% = 20.4heures$$

La population étudiée concernée par la réduction du temps de soin est celle qui utilise les fourneaux lorena, elle est composée de 180 593ménages³⁵. Cette population étudiée affecte 3 684 097heures aux activités génératrices de revenu. On a obtenu cette valeur de temps en multipliant le temps annuel affecté par un ménage aux activités génératrices de revenu par l'effectif de la population étudiée.

$$20.4\text{heures} \times 180\,593\text{ménages} = 3\,684\,097\text{heures}$$

Avec cette valeur réelle de temps affecté aux activités génératrices de revenu, on peut déterminer la valeur monétaire de la réduction du temps de soin. L'utilisation du salaire d'ombre est le principe de cette évaluation. Le salaire d'ombre reste inchangé (lors de l'évaluation du prix virtuel de bois de chauffage collecté). Ce salaire d'ombre est de 0.094€/heure. Sur une année, un ménage utilisateur de fourneau lorena gagne 40.8heures grâce à l'amélioration de la santé. Ce temps peut totalement être affecté à une activité génératrice de revenu, mais en admettant que seulement la moitié de cette diminution de temps est affectée à une activité génératrice de revenu, c'est-à-dire 20.4heures, ce ménage réalise un revenu supplémentaire de 1.92€/an ($20.4\text{heures} \times 0.094\text{€/heure} = 1.92\text{€/an}$). Pour la population étudiée toute entière, la totalité de la réduction de temps grâce à l'amélioration de la santé s'élève à 7 368 194heures. La moitié du temps affecté aux activités génératrices de revenu est de 3 684 097heures/an qui permettent de gagner 692 610.27€ avec le salaire d'ombre ($3\,684\,097\text{heures} \times 0.094\text{€/an} = 692\,610.27\text{€}$).

TABLEAU 19 : Avantages économiques dus à l'amélioration de la santé

Cible	Temps affecté à une activité génératrice de revenu (heure)	Avantages économiques
1 ménage	20.4	1.92€/an
Population étudiée	3 684 097	692 610.27€/an

Ce qu'on vient de déterminer, c'est l'avantage économique sur la diminution du temps de soin, mais il y a aussi la diminution du budget du ménage affecté à la

³⁵ Supposons que dans le long terme, ce n'est pas seulement les 39% qui sont atteints par l'ARI et seulement 24% qui sont atteints par l'irritation d'œil, mais tout le monde est atteint, mais avec une basse fréquence, ce qui engendre la diminution du temps de soin

dépense sanitaire. Cette diminution permet aussi à un ménage d'avoir un surplus d'argent à épargner ou à investir, c'est aussi un avantage économique qu'on va déterminer dans la suite.

3- La réduction de la dépense pour la santé

Le suivi-évaluation du projet de diffusion des fourneaux lorena dans les 2 districts de Bushenyi et de Rakai a permis de savoir qu'un ménage utilisateur d'un fourneau à ciel ouvert dépense 12€/an pour la santé (médicament, consultation...). Alors qu'avec les fourneaux lorena, le cas des maladies diminue et le budget pour la santé familiale diminue aussi. Ce nouveau budget vaut 8€. On a pu remarquer qu'un ménage sur 2 en Ouganda est capable de payer pour la santé, et il a aussi la volonté de dépenser pour la santé. D'autre part, un ménage sur 2 cherche des soins aux centres de santé publique où le traitement médical est offert gratuitement avec les médicaments. Supposons que la proportion moitié-moitié est gardée pour la population étudiée : la moitié de la population étudiée s'adresse aux médecins privés pour soigner des maladies causées par les fumées et l'autre moitié s'adresse aux services publics.

a- La réduction de la dépense au sein de chaque ménage

La réduction du coût sanitaire annuel d'un ménage est de 4€, c'est la différence entre la dépense annuelle pour la santé d'un ménage utilisateur d'un fourneau à ciel ouvert (12€) et la dépense annuelle pour la santé d'un ménage utilisateur d'un fourneau lorena. 90 296ménages des 2 districts de Bushenyi et de Rakai bénéficient de cette réduction ($180\,593\text{ménages}/2=90\,296\text{ménages}$). La réduction du coût sanitaire annuel de la population étudiée qui s'adresse aux médecins privés peut s'obtenir en multipliant la réduction du coût sanitaire annuel d'un ménage par l'effectif du ménage concerné. La moitié de la population étudiée utilisateur de fourneau lorena qui s'adresse aux médecins libres bénéficie d'une réduction de 361 186€ sur une année par rapport à la dépense sanitaire causée par les fourneaux à ciel ouvert ($90\,296\text{ménages}\times 4\text{€/ménage}=361\,186\text{€}$).

L'autre moitié de la population étudiée s'adresse aux services publics pour se soigner des maladies causées par les fumées et brûlures. Il y a aussi un coût évité

par les centres de santé de base, quand la population est en bonne santé. Ce coût évité est aussi un avantage économique, parce qu'il réduit la dépense publique et permet au centre de soin médical public de se concentrer aux autres maladies préoccupantes (paludisme, VIH, choléra...).

b- La réduction de la dépense publique pour la santé liée à la cuisson

Le rapport de l'OMS en 2006 estime la dépense publique pour la santé d'un ménage, pour soigner des maladies causées par la fumée, les brûlures... à 5.57€/an. C'est la dépense publique pour servir un ménage utilisateur de fourneau traditionnel. Vu la situation en Ouganda, plus de 80% de la population utilisent le fourneau à ciel ouvert, on va supposer que cette dépense reste inchangée pour la population étudiée, c'est-à-dire, la dépense publique pour la santé d'un ménage utilisateur de fourneau à ciel ouvert des 2 districts est de 5.57€/an. Grâce à l'utilisation des fourneaux lorena, la fréquence des maladies causées par les fumées et les brûlures diminue. Ainsi, les ménages s'adressent moins au centre de santé de base, ce qui va réduire la dépense publique sur les maladies causées par les fumées et brûlures. On va supposer qu'il y a une réduction de 28%³⁶ sur la dépense publique pour la santé d'un ménage. Donc, on peut calculer la réduction de la dépense publique sur les maladies causées par les fumées et brûlures. L'application numérique montre qu'une réduction de 140 863€ est réalisée sur la dépense publique grâce à l'utilisation des fourneaux lorena. Cette réduction concerne la moitié de la population étudiée qui décide de s'adresser aux services publics au lieu de dépenser soi-même pour la santé du ménage.

$$5.57\text{€/ménage} \times 28\% \times (180\,593 \text{ménages} / 2) = 140\,863\text{€}$$

L'avantage économique du à l'amélioration de la santé de la population étudiée est enfin de 1 194 659€. Cette valeur est obtenue en rassemblant les 3 composantes des avantages économiques liés à la santé (diminution du temps de soin, diminution de la dépense familiale, diminution de la dépense publique).

³⁶ Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. HELGA Habermel, ESCHBORN, updated version May 2007. P24.

On peut enfin connaître le niveau de l'avantage économique sur une année du à la diffusion des fourneaux améliorés dans les 3 districts de l'Ouganda.

TABLEAU 20 : *Avantages économiques annuels considérés dans la recherche*

Avantage économique	Valeur monétaire (€)
Economie de combustible	6 303 203
Réduction du temps de cuisson et de collecte	2 420 584
Amélioration de la santé	1 194 659
Total	9 918 466

C- synthèse

En ne considérant que les 3 avantages économiques (économie de combustible, réduction de temps de cuisson et de la collecte et l'amélioration de la santé), la rentabilité du projet est déjà évidente. Le coût total du projet depuis le début de l'année 2005 jusqu'à la fin de l'année 2006 est de 1 340 120€, alors que sur une année, l'avantage économique généré par le projet est de 9 918 446€. La substitution des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés est donc un facteur de développement durable, et elle apporte son effet positif dans l'immédiat.

PARTIE II : ANALYSE ALTERNATIVE CONSIDERANT LA POPULATION OUGANDAISE TOUTE ENTIERE

A- Evaluation des coûts du projet pour l'Ouganda tout entier

I- Les coûts administratifs

Les coûts administratifs pour les trois districts étaient bien définis, mais pour le cas de l'Ouganda tout entier, comme si le projet n'était pas encore mené, on va estimer les coûts administratifs d'une manière proportionnelle au nombre de population servie dans les trois districts. Pour le projet dans les trois districts, les coûts administratifs s'élèvent à 413 000€ et le nombre de ménages servis est de 219 444 ménages (conformément au nombre de fourneaux diffusés). Pour l'Ouganda tout entier, pour couvrir le pays, il faut diffuser 5.76 millions de fourneaux améliorés dont 0.69 million de fourneaux à charbon de bois améliorés et 5.07 millions de fourneaux lorena. Si on fait la proportionnalité avec le coût administratif pour les 219 444 ménages, le coût administratif pour les 5.76 millions de ménages est de 10 840 488€ ($[5.76 \text{ millions de ménages} \times 413\,000\text{€}] / 219\,444 \text{ ménages} = 10\,840\,488\text{€}$)

Le coût des fourneaux diffusés est la seconde composante du coût du projet de couverture de l'Ouganda en fourneaux améliorés.

II- Les coûts des fourneaux

Supposons que le prix unitaire des fourneaux est le même qu'avec l'analyse précédente, un fourneau lorena coûte 4€ par pièce et un fourneau à charbon de bois amélioré coûte 10€ par pièce. Les 0.69 million de fourneaux à charbon de bois améliorés valent ainsi 6.9 millions d'€ ($0.69 \text{ millions de fourneaux} \times 10\text{€}/\text{fourneau} = 6.9 \text{ millions d'€}$) et les 5.07 millions de fourneaux lorena coûtent 20.28 millions d'€ ($5.07 \text{ millions de fourneaux} \times 4\text{€}/\text{fourneau} = 20.28 \text{ millions d'€}$). Le coût de tous les fourneaux nécessaires pour couvrir l'Ouganda tout entier est donc 27.18 millions d'€ ($6.9 \text{ millions d'€} + 20.28 \text{ millions d'€} = 27.18 \text{ millions d'€}$).

Si un projet de substitution de tous les fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés est mené dans le pays d'Ouganda, ce projet coûtera environ 38 020 488€ ($27\,180\,000\text{€} + 10\,840\,488\text{€}$).

Afin d'établir le solde du projet pour l'Ouganda tout entier, on va déterminer maintenant les avantages du projet. Comme le cas des trois districts, il y a 3 composantes d'avantages : l'économie de combustible, la diminution du temps de collecte et de cuisson et l'amélioration de la santé de la population.

B- Evaluation des avantages du projet pour l'Ouganda tout entiers

Dans l'analyse précédente, la population étudiée est limitée aux 3 districts du pays de l'Ouganda, car le projet était mené dans ces 3 districts : Bushenyi, Rakai et Kampala. Le résultat escompté par le projet est assez significatif. Pour la suite, on va voir une nouvelle éventualité, si le projet était mené dans le pays tout entier. En supposant que la diffusion des fourneaux lorena s'effectue dans les zones rurales. Avec la statistique de la BAD en 2005, on a pu connaître quelques données concernant l'Ouganda. Ce pays compte en 2005 28.8 millions d'habitants, dont 11.9% vivent dans les milieux urbains. 3.43 Millions d'habitants se concentrent dans les villes en Ouganda ($28.8\text{millions} \times 11.9\% = 3.43\text{millions}$) et 25.37 millions vivent dans les milieux ruraux ($28.8\text{millions} - 3.43\text{millions} = 25.37\text{millions}$).

Toutes les hypothèses de l'analyse dans les 3 districts restent inchangées.

Ces 28.8 millions habitants sont représentés par 5.76millions de ménages, car un ménage ougandais est constitué en moyenne par 5 personnes.

$$28.8\text{millions d'habitants} / 5\text{personnes/ménages} = 5.76\text{millions de ménages}$$

Parmi ces 5.76millions de ménages, les 0.69million vivent dans les milieux urbains ($3.43\text{millions d'habitants} / 5\text{personnes} = 0.69\text{millions de ménages}$). Pour couvrir l'Ouganda tout entier avec un projet de substitution de fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés, il faut alors diffuser 5.76millions de fourneaux améliorés, dont 0.69million à charbon de bois amélioré et 5.07millions de fourneaux lorena ($5.76\text{millions de ménages} - 0.69\text{millions de ménages} = 5.07\text{millions de ménages}$).

TABLEAU 21 : Répartition de la population en Ouganda³⁷

Milieux	Population (millions)	Ménage (millions)
Rural	25.37	5.07
Urbain	3.43	0.69
Total	28.8	5.76

Comme on a déjà avancé, on va garder les hypothèses de l'analyse précédente car il existe une bonne raison pour les garder : en Ouganda, il y a des ménages qui utilisent des combustibles gaz et liquides (même s'ils ne sont pas très nombreux). Le rapport de l'OMS sur l'énergie domestique et santé (des combustibles pour vivre mieux) montre que plus de 95% de la population ougandaise utilise le combustible solide (dernières données disponibles en 2003).

I- La nouvelle population étudiée

Ainsi, on va supposer que 5% de la population ougandaise ne sont pas concernées par la diffusion de fourneaux améliorés ; donc, le nombre de fourneaux améliorés diffusés pour couvrir l'Ouganda est de 4.82millions pour la population rurale (5.07millions de ménages*95%=4.82millions de ménages) et 0.66millions de fourneaux améliorés à charbon de bois pour la population urbaine (0.69million de ménages*95%=0.66million de ménages). Ces fourneaux améliorés couvrent 95% de la population ougandaise qui est représentée par 5.48millions de ménages (4.82millions de ménages+0.66million de ménages=5.48millions de ménages).

II- économie de combustible pour la population ougandaise

On connaît d'après les chapitres précédents les quantités de combustibles épargnés grâce à la substitution des fourneaux. Ainsi, on peut directement calculer les quantités de combustibles épargnés par la population toute entière. Si les 4.82millions de ménages en Ouganda utilisent des fourneaux lorena à la place des fourneaux à ciel ouvert, 5 417.68 millions kg de bois de chauffage seront épargnés sur une année ($1\,124\text{kg/ménage/an} \times 4.82\text{millions de ménages} = 5\,417.68\text{millions de kg/an}$). Et si les 0.66 million de ménages demeurant en ville ougandaise utilisent les

³⁷ Statistique de la BAD livre de poche 2005.p59

fourneaux à charbon de bois améliorés à la place des fourneaux à charbon de bois traditionnels, 161.04millions kg de charbon de bois seront épargnés pendant une année ($244\text{kg}/\text{ménages}/\text{an} \times 0.66\text{ménages} = 161.04\text{millions de kg}/\text{an}$).

TABLEAU 22 : Epargne de combustible de la population toute entière

Fourneaux	Quantité épargnée/ménage/an (kg)	Ménages utilisateurs (millions)	Quantité épargnée par les ménages utilisateurs (millions de kg)
Lorena	1 124	4.82	5 417.68
Fourneau à charbon de bois amélioré	244	0.66	161.04

Maintenant qu'on connaît les quantités de combustibles épargnées, on va faire l'évaluation monétaire en utilisant le prix virtuel et le prix du marché déjà utilisés dans l'analyse portant sur les populations des 3 districts (Bushenyi, Rakai et Kampala). Supposons comme auparavant que la moitié de bois de chauffage épargné concerne la collecte et l'autre moitié concerne l'achat sur le marché. Rappelons que le prix virtuel du kg de bois de chauffage est de 0.0188€, sur le marché, il s'achète à 0.042€/kg et le charbon de bois coûte 0.09€/kg.

La valeur des combustibles collectés épargnés sur une année pour la population ougandaise toute entière s'élève à 50 926 192€ ($5\,417.68\text{millions de kg}/2 \times 0.0188\text{€/kg} = 50\,926\,192\text{€}$). Celle des combustibles achetés épargnés est à la hauteur de 113 771 28€ ($5\,417.68\text{millions de kg}/2 \times 0.042\text{€/kg} = 113\,771\,280\text{€}$). Les utilisateurs de fourneaux à charbon de bois améliorés bénéficient d'une épargne de combustible de 14 493 60€ ($161.04\text{millions de kg} \times 0.09\text{€/kg} = 14\,493\,600\text{€}$).

TABLEAU 23 : *Evaluation des combustibles épargnés*

Combustibles	Valeurs des combustibles épargnés (€)
Bois de chauffage collecté	50 926 192
Bois de chauffage acheté	113 771 280
Charbon de bois	14 493 600
Total	179 191 072

Grâce à la substitution des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés, la quantité de combustible que la population ougandaise utilise a diminué. 5 417.68millions de kg de bois de chauffage sont épargnés chaque année si tous les utilisateurs des fourneaux à ciel ouvert remplacent ses fourneaux par des fourneaux lorena. En ville, 161.04 millions de kg de charbon de bois sont épargnés sur une année grâce à la substitution des fourneaux à charbon de bois traditionnel en fourneaux à charbon de bois amélioré. L'ensemble de ces combustibles épargnés vaut 179 191 072€, ce qui est un avantage économique considérable.

III- La diminution du temps de la collecte et de la cuisson

On va déterminer de la même manière les avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson et de la collecte de bois de chauffage pour la population ougandaise toute entière. On connaît déjà le temps annuel affecté par un ménage aux activités génératrices de revenus grâce à la réduction du temps de la collecte. Il suffit de pondérer à cette valeur l'effectif du peuple qui doit faire la collecte de bois de chauffage pour assurer l'énergie de la cuisson. Sur une année, un ménage qui utilise un fourneau lorena gagne 112heures de liberté ; avec l'hypothèse de la présente recherche, la moitié de ce temps de collecte évitée est affectée à une activité génératrice de revenu. Ainsi, un ménage qui utilise un fourneau lorena à la place du fourneau à ciel ouvert affecte 56heures par an à une activité génératrice de revenu qui lui permet de réaliser un revenu annuel supplémentaire de 5.26€. Ce revenu supplémentaire est obtenu en utilisant le salaire d'ombre en Ouganda qui est de l'ordre de 0.094€/heure.

Les 4.28millions de ménages utilisateurs de fourneaux lorena bénéficient de la réduction de temps de collecte de 112heures et si chacun affecte la moitié de son

temps épargné aux activités génératrices de revenu, 269.92millions heures sont affectées sur une année aux activités génératrices de revenus ($4.82\text{millions de ménages} \times 56\text{heures/an} = 269.92\text{millions d'heures/an}$). En utilisant le salaire d'ombre pour évaluer ce que ce temps peut générer, l'ensemble des ménages utilisateurs des fourneaux lorena réalisent un avantage économique du à la réduction du temps de collecte de 25 372 480€ ($4.82\text{millions de ménages} \times 5.26\text{€/an} = 25\,372\,480\text{€/an}$).

TABLEAU 24 : Avantages économiques dus à la diminution du temps de la collecte

Cible	Temps affecté à une activité génératrice de revenu	Avantages économiques
1 ménage	56heures/an	5.26€/an
Population étudiée	269.92millions d'heures/an	25 372 480€/an

Il y a aussi le gain de temps sur la cuisson, on va évaluer maintenant l'avantage économique du à la réduction du temps de la cuisson. On sait que le temps de cuisson avec les fourneaux améliorés diminue de 25% par rapport au temps de cuisson avec les fourneaux traditionnels. Une femme qui s'occupe de la cuisson durant 1.82heures/jour avec les fourneaux traditionnels ne reste que 1.65heures/jour dans la cuisine avec les fourneaux améliorés. Sur une année, un ménage utilisateur de fourneau amélioré aura un temps libre de 166heures. Avec l'hypothèse de recherche que cette analyse a mené, la moitié de ce temps sauvé est affectée aux activités génératrices de revenu. Donc, chaque ménage utilisateur de fourneau amélioré affecte 83heures chaque année aux activités génératrices de revenu. En appliquant le salaire d'ombre, le travail durant ces 83heures/an correspond à un revenu supplémentaire de 7.8€/an. Les peuples concernés par la réduction du temps de la cuisson sont tous ce qui ont substitué leurs fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés. Ce sont les 5.48millions de ménages ougandais qui (avec l'hypothèse de la recherche) affectent aux activités génératrices de revenu 454 840 000heures chaque année grâce à la réduction du temps de la

cuisson(5.48millions de ménages*83heures/an=454.84millions d'heures/an). L'application numérique avec le salaire d'ombre donne un avantage économique de 42 754 960€/an (5.48millions de ménages*7.8€/an= 42754 960 €/an).

TABLEAU 25 : Avantages économiques dus à la diminution du temps de la cuisson

Cible	Temps affecté à une activité génératrice de revenu	Avantages économiques
1 ménage	83heures/an	7.8€/an
Population étudiée	454.84millions d'heures/an	42 754 960€/an

On peut rassembler les avantages économiques dus à la réduction du temps de la cuisson et de la collecte, il suffit d'additionner les avantages dus à la réduction du temps de la collecte avec les avantages économiques dus à la réduction du temps de la cuisson.

Sur une année, la population ougandaise aura 724.76millions d'heures/an à affecter aux activités génératrices de revenu (269.92millions d'heures/an+454.84millions d'heures/an=724.76millions d'heures/an). Avec le salaire d'ombre, ces temps investis aux activités génératrices de revenu valent 68 127 440€(25 372 480€/an+42 754 960€/an=68 127 440€/an).

TABLEAU 26 : Avantages économiques dus à la réduction du temps de la collecte et de la cuisson de la manière suivante

Cible	Temps affecté à une activité génératrice de revenu	Avantage économique
Population étudiée	724.76millions d'heures/an	68 127 440€/an

L'effectif des fourneaux améliorés se voit plus sur le niveau de la consommation des combustibles que les fourneaux traditionnels. Sachant qu'une

partie des combustibles (bois de chauffage) est d'origine de la collecte, alors, la diminution de la quantité nécessaire pour la cuisson permet de réduire la quantité de bois de chauffage à collecter. Ce qui réduira par la suite le temps nécessaire de la collecte. Sur une année, les peuples utilisateurs de fourneaux lorena gagnent un temps libre de 539.84millions d'heures/an dont la moitié (269.92millions d'heures/an) est affectée aux activités génératrices de revenus, qui permettra de réaliser des avantages économiques valant 25 372 480€/an. La réduction du temps de la cuisson concerne tous les ménages utilisateurs de fourneaux améliorés (utilisateurs de fourneaux lorena et utilisateurs de fourneaux à charbon de bois améliorés).

Les 5.48millions de ménages ougandais gagnent un temps libre de 909.68millions d'heures/an grâce à la réduction du temps de la cuisson. La partie affectée aux activités génératrices de revenu est de 454.84millions d'heures/an (c'est la moitié). Ce qui génère un avantage économique de 42 754 960€/an lorsqu'on pratique l'évaluation à partir du salaire d'ombre. L'ensemble des temps affectés aux activités génératrices de revenu grâce à la diminution du temps de la collecte et du temps de la cuisson est de 724.76millions d'heures/an, qui correspond à un avantage économique de 68 127 440€/an.

On va déterminer enfin les avantages économiques dus à l'amélioration de la santé des peuples ougandais suite à une substitution des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés.

IV- Avantages économiques dus à l'amélioration de la santé de la population ougandaise suite à une substitution intensive des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés

Avec l'analyse précédente portant sur les 2 districts concernés (Bushenyi et Rakai), l'amélioration de la santé de la population étudiée a un impact immédiat sur la vie économique d'un ménage : le temps nécessaire pour se soigner diminue (donc, le ménage peut travailler tranquillement et avec plus de temps) ; la proportion d'argent destiné à la santé familiale diminue. Ce qui se trouve encore intéressant, c'est que la dépense publique pour la santé des peuples diminue (portant sur les maladies causées par les fumées et les feux).

Ce sont les ménages utilisateurs des fourneaux à ciel ouvert qui sont concernés par l'ARI et l'Irritation d'œil ; la mauvaise gestion de la cuisson (manière traditionnelle) a un effet secondaire sur la santé. Pour la présente évaluation, on va supposer comme auparavant que tous les ménages ont accès aux soins médicaux (soit chez les médecins libres, soit auprès des centres de santé de base publics). La répartition est la même qu'auparavant, la moitié de la population est capable et a la volonté de payer les médecins libres, et l'autre moitié se contente des services publics. Avec les fourneaux à ciel ouvert, les 3 maladies persistent, l'ARI, l'irritation d'œil et la brûlure. Pour se soigner de l'ARI, un ménage utilisateur de fourneau à 3 pierres dépense 80heures/an. L'irritation d'œil qui ne se soigne pas par soi-même oblige les ménages à dépenser 16heures/an. La brûlure qui est assez souvent causée par le non maîtrise du feu reste un cas accidentel, quand même, sa guérison prend 8heures/an. Ces temps nécessaires aux soins de l'ARI, de l'irritation d'œil et de la brûlure sont conformes à la recherche d'Helga Habermehl en 2007 qui se récapitulent dans le tableau précédent. En tout, un ménage utilisateur de fourneau à 3 pierres dépense 104heures chaque année pour la santé liée aux fumées et au feu. Heureusement, l'amélioration de la combustion avec les fourneaux lorena a réduit l'émission des gaz toxiques responsables de l'ARI et de l'irritation d'œil. En plus, la maîtrise du feu réduit le cas des brûlures. En Bushenyi et à Rakai, la réduction réelle du temps de soin est de 24heures pour l'ARI, 9.6heures pour l'irritation d'œil et 7.2heures pour les brûlures, ce qui fait en tout 40.8heures.

Cette diminution du temps de soin permet au ménage d'avoir du temps libre. Par principe, la présente recherche suppose que la moitié de ces temps gagnés est affectée aux activités génératrices de revenu. Un ménage travaille 20.4heures en plus chaque année pour réaliser un revenu supplémentaire. Avec le salaire d'ombre, le travail de 20.4heures permet d'obtenir 1.92€, c'est l'avantage économique d'un ménage sur une année grâce à la réduction du temps de soin. Supposons que toutes les zones rurales de l'Ouganda ont la même caractéristique que les districts de Bushenyi et de Rakai, c'est-à-dire, les ménages dépensent le même temps de soin et bénéficient des mêmes réductions de temps de soins grâce à la substitution des fourneaux. Il y a 4.82millions de ménages qui bénéficient de la réduction du temps de soins et peut affecter leurs temps libres aux activités génératrices de revenu.

Sur une année les 4.82millions de ménages auront des temps libres de 98.828millions d'heures grâce à la réduction du temps de soin, dont, la moitié (49.164millions d'heures) est affectée aux activités génératrices de revenu. En appliquant le salaire d'ombre, ces 4.82millions de ménages réalisent sur une année des avantages économiques valant 4 621 416€.

Lorsque la fréquence d'une maladie diminue, le budget destiné à la santé diminue aussi, c'est le cas de l'amélioration de la santé grâce à la substitution des fourneaux. On a vu que dans les 2 districts où la diffusion était menée, un ménage utilisateur de fourneau à ciel ouvert dépense 12€/an pour la santé, alors qu'avec les fourneaux lorena, le cas des maladies diminue et le budget pour la santé familiale diminue jusqu'à 8€/an. Il y aura aussi une épargne de 4€/an grâce à la diminution de la dépense qui peut être investie dans d'autres activités. Supposons comme auparavant que la moitié de la population concernée est prête à payer pour la santé, alors, ce sont les 2.41millions de ménages qui bénéficient de la diminution de la dépense sanitaire liée à la cuisson de 4€/an. Dans l'ensemble, l'avantage économique du à la réduction de la dépense familiale sur la santé liée à la cuisson est de 9.64millions d'€ par an.

$$4.82\text{millions de ménages}/2=2.41\text{millions de ménages}$$

$$2.41\text{millions de ménages}*4\text{€/ménage}=9.64\text{millions d'€}$$

L'amélioration de la santé de la population ougandaise permet de réduire aussi la dépense publique pour la santé des femmes et des enfants de bas ages. L'évaluation de la réduction de la dépense publique pour la population ougandaise toute entière pour la santé liée à la cuisson est difficile. Ce qu'on peut faire c'est de déterminer approximativement par la proportionnalité. On connaît que le nombre de ménage bénéficiaire de l'amélioration de la santé du à la substitution des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés est de 180 593ménages. Ce sont les ménages utilisateurs de fourneaux lorena. La moitié de ce peuple, avec l'hypothèse d'analyse a bénéficié la diminution de la dépense familiale et l'autre moitié est concernée par la diminution de la dépense publique de 140 863€ sur une année. Pour déterminer la réduction de la dépense publique sur la santé des femmes et des enfants de bas ages pour le pays d'Ouganda tout entier, on va faire un calcul de proportionnalité. Le

ménage ougandais qui utilise le fourneau lorena est au nombre de 4.82millions. la moitié qui s'adresse au centre de santé de base pour se soigner de l'ARI, de l'irritation d'œil et des brûlures est 2.41millions. en Bushenyi et à Rakai, la réduction de la dépense publique sur les 90 297ménages est de 140 863€. Si on fait la proportionalité, la réduction de la dépense publique pour la santé liée à la cuisson pour les peuples ougandais est 3 759 591€ ($[2.41\text{millions de ménages} \times 140\,863\text{€}] / 90\,297\text{ménages} = 3\,759\,591\text{ €}$)

L'avantage économique du à l'amélioration de la santé des peuples ougandais est enfin 18 021 007€ ($4\,621\,416\text{€} + 9.64\text{millions d€} + 3\,759\,591\text{ €} = 18\,021\,007\text{€}$). L'évaluation de la réduction du temps de soin, la diminution de la dépense familiale pour la santé et la modération de la dépense publique donnent cet avantage économique du à l'amélioration de la santé des peuples ougandais.

On peut déterminer maintenant l'avantage économique sur une année grâce à un projet de substitution des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés dans le pays d'Ouganda.

TABLEAU 27 : *Avantages économiques annuels envisageables*

Avantage économique	Valeur monétaire (€)
Economie de combustible	179 191 072*
Réduction du temps de cuisson et de collecte	68 127 440**
Amélioration de la santé	18 021 007***
Total	265 339 519

*Cf TABLEAU 23

**Cf TABLEAU 26

***Cf PARTIE II/ B-/IV-

C- Synthèse

Si l'on considère les 3 avantages économiques (économie de combustible, diminution de temps de cuisson et de collecte ainsi que l'amélioration de la santé), le pays d'Ouganda bénéficie la rentabilité du projet. Le coût total du projet de substitution de tous les fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés est de 38 020 488 € alors que sur une année, le projet génère des avantages économiques valant 265 339 519 €. Le résultat est assez significatif pour le pays tout entier et son impact sur le développement du pays est immédiat.

Conclusion

Le projet de diffusion de fourneaux améliorée effectué dans 3 districts d'Ouganda était en succès, il permet de réduire la consommation de combustible, sur une année, ces 3 districts avaient évité la combustion des bois de chauffages et des charbons de bois valant 6 303 203€. L'efficacité des fourneaux améliorés diffusés était justifiée par la faible consommation de combustible et de la qualité de combustion. Ce qui a comme conséquence la réduction du temps nécessaires à la collecte de bois de chauffage et à l'accélération du processus de cuisson. Des temps supplémentaires sont aussi sauvés et peuvent être affectés aux activités génératrices de revenus. Pour les peuples des 3 districts dont le projet était mené, les temps sauvés investis aux activités génératrices de revenus ont une valeur de 2 420 584€ si l'on se base au salaire d'ombre en Ouganda qui est de l'ordre de 0.094€/heure. En plus, la qualité de la combustion a réduit l'émission des gaz toxiques nocifs, elle améliore ainsi la santé des femmes et des enfants de bas âges qui restent assez souvent dans la cuisine pour préparer la nourriture. Cette amélioration de la santé est justifiée par la diminution de la dépense (des ménages et publique) pour la santé afin de guérir les maladies causées par les fumées. Cette réduction de la dépense pour la santé vaut 1 194 659€ pour le cas de ce projet. En tout, l'avantage économique généré par le projet sur une année est de 9 918 466€. Ce qui excède le coût qui est de l'ordre de 1 340 120€. Un tel projet très rentable rapporte beaucoup d'avantage tant qu'on élargit les champs d'intervention. Si l'on prévoit par exemple la substitution de tous les fourneaux traditionnels du pays de l'Ouganda en fourneaux améliorés, la valeur des combustibles épargnés sur une année sera 179 171 072€, les temps épargnés sur la collecte et la cuisson rapporteraient 68 127 440€ et la dépense évitée pour la santé vaut 18 021 007€. Ce qui fait dans l'ensemble 265 339 519€, alors que le coût approximatif de ce projet est environ 38 020 488€.

Actuellement, la technologie de la cuisson passe aussi par la voie des combustibles. Des combustibles écologiques sont déjà en phase de vulgarisation, l'utilisation de ces derniers réduira de nouveau la nécessité de bois pour l'énergie de la cuisson.

BIBLIOGRAPHIE

SITE INTERNET

Définition de l'énergie. Disponible sur www.planete-energies.com et **fr.wikipedia.org**

Définition de bois énergie. Disponible sur **www.techno-science.net**

Définition de l'énergie renouvelable. Disponible sur **fr.wikipedia.org/wiki/Énergie_renouvelable**;et **clermont.auvergne.free.fr/**

L'Académie française, 8^{ème} édition. Wiktionnaire, consultable dans <http://fr.wiktionary.org/wiki/fourneau>

JOURNAL

Madagascar/Agrocomposites contre le charbon de bois : "touche pas à ma forêt"
23/02/2004 - [Madagascar](#) / [L'Express de Madagascar](#)

OUVRAGES

SFE GTZ. Foyers en Images, une documentation sur les foyers améliorés et traditionnels en Afrique, Asie et Amérique Latine. 65 pages

RAPPORT ANNUEL

Eva Rehfuss. Organisation Mondiale de la Santé. Energie domestique et santé, des combustibles pour vivre mieux. 2007. ANNEXE. 28 pages

Statistique de la BAD livre de poche 2005.

ARTICLE

HELGA Haberhmel, ESCHBORN. Economic evaluation of the improved household stove dissemination programme in Uganda, Dissemination of the Rocket Lorena stove in the districts of Bushenyi and Rakai and dissemination of the improved charcoal stove in Kampala in the years 2005 et 2006. updated version May 2007. 44 pages

PHILIPPE Laura. Mise au point d'une gamme de foyers améliorés et réchauds et préparation de la diffusion. ANNEXE 6. Mars 2001. 35 pages

ARC, SF, PCIA. Principes de conception des fourneaux de cuisine à bois. 40 pages

HERA GTZ. L'énergie de cuisson. Ce qui compte réellement pour réduire la pauvreté de moitié d'ici à 2015. Programme Energie Domestique. 13 pages

LISTE DES FIGURES

FIGURE 1 : Les différents éléments du fourneau lorena.

FIGURE 2 : Fourneau à charbon de bois amélioré en Ouganda

LISTE DES TABLEAUX

<i>TABLEAU 1 :</i>	<i><u>Niveau de consommation de combustible de chaque type de fourneau traditionnel</u></i>
<i>TABLEAU 2 :</i>	<i><u>Niveau de consommation annuelle de combustible</u></i>
<i>TABLEAU 3 :</i>	<i><u>Niveau de consommation annuelle de bois brut de la population des 3 districts</u></i>
<i>TABLEAU 4 :</i>	<i><u>Nouvelles quantités consommées avec les fourneaux améliorés</u></i>
<i>TABLEAU 5 :</i>	<i><u>Niveau de consommation de combustible annuelle des fourneaux améliorés</u></i>
<i>TABLEAU 6 :</i>	<i><u>Consommations de la population des 3 districts sur une année avec les fourneaux améliorés</u></i>
<i>TABLEAU 7 :</i>	<i><u>Epargne de combustible liée à chaque type de fourneau</u></i>
<i>TABLEAU 8 :</i>	<i><u>Répartition d'origine de combustible en proportion</u></i>
<i>TABLEAU 9 :</i>	<i><u>Répartition réelle des quantités de combustible épargné par la population des 3 districts</u></i>
<i>TABLEAU 10 :</i>	<i><u>Prix du marché et prix virtuel de combustible</u></i>
<i>TABLEAU 11 :</i>	<i><u>Evaluation des combustibles épargnés</u></i>
<i>TABLEAU 12 :</i>	<i><u>Avantages économiques dus à la diminution du temps de la collecte</u></i>
<i>TABLEAU 13 :</i>	<i><u>Avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson</u></i>
<i>TABLEAU 14 :</i>	<i><u>Avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson et de la collecte de bois de chauffage</u></i>
<i>TABLEAU 15 :</i>	<i><u>Effets sur la santé de la pollution de l'air à l'intérieur des ² habitations</u></i>

TABLEAU 16 :	<u>Temps annuel dépensé pour la santé d'un ménage utilisateur de fourneau à ciel ouvert</u>
TABLEAU 17 :	<u>Evolution de la prédominance de l'ARI et de l'irritation d'œil sur la population du district de Bushenyi et du district de Rakai</u>
TABLEAU 18 :	<u>Temps dépensé par un ménage utilisateur de fourneau lorena pour se soigner de l'ARI, de l'irritation d'œil et de la brulure</u>
TABLEAU 19 :	<u>Avantages économiques dus à l'amélioration de la santé</u>
TABLEAU 20 :	<u>Avantages économiques annuels considérés dans la recherche</u>
TABLEAU 21 :	<u>Répartition de la population en Ouganda</u>
TABLEAU 22 :	<u>Epargne de combustible de la population toute entière</u>
TABLEAU 23 :	<u>Evaluation des combustibles épargnés</u>
TABLEAU 24 :	<u>Avantages économiques dus à la diminution du temps de la collecte</u>
TABLEAU 25 :	<u>Avantages économiques dus à la diminution du temps de la cuisson</u>
TABLEAU 26 :	<u>Avantages économiques dus à la réduction du temps de la collecte et de la cuisson de la manière suivante</u>
TABLEAU 27 :	<u>Avantages économiques annuels envisageables</u>

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : RECU L DES FORETS DANS LE MONDE

ANNEXE 2 : PAUVRETE ENERGETIQUE DES MENAGES

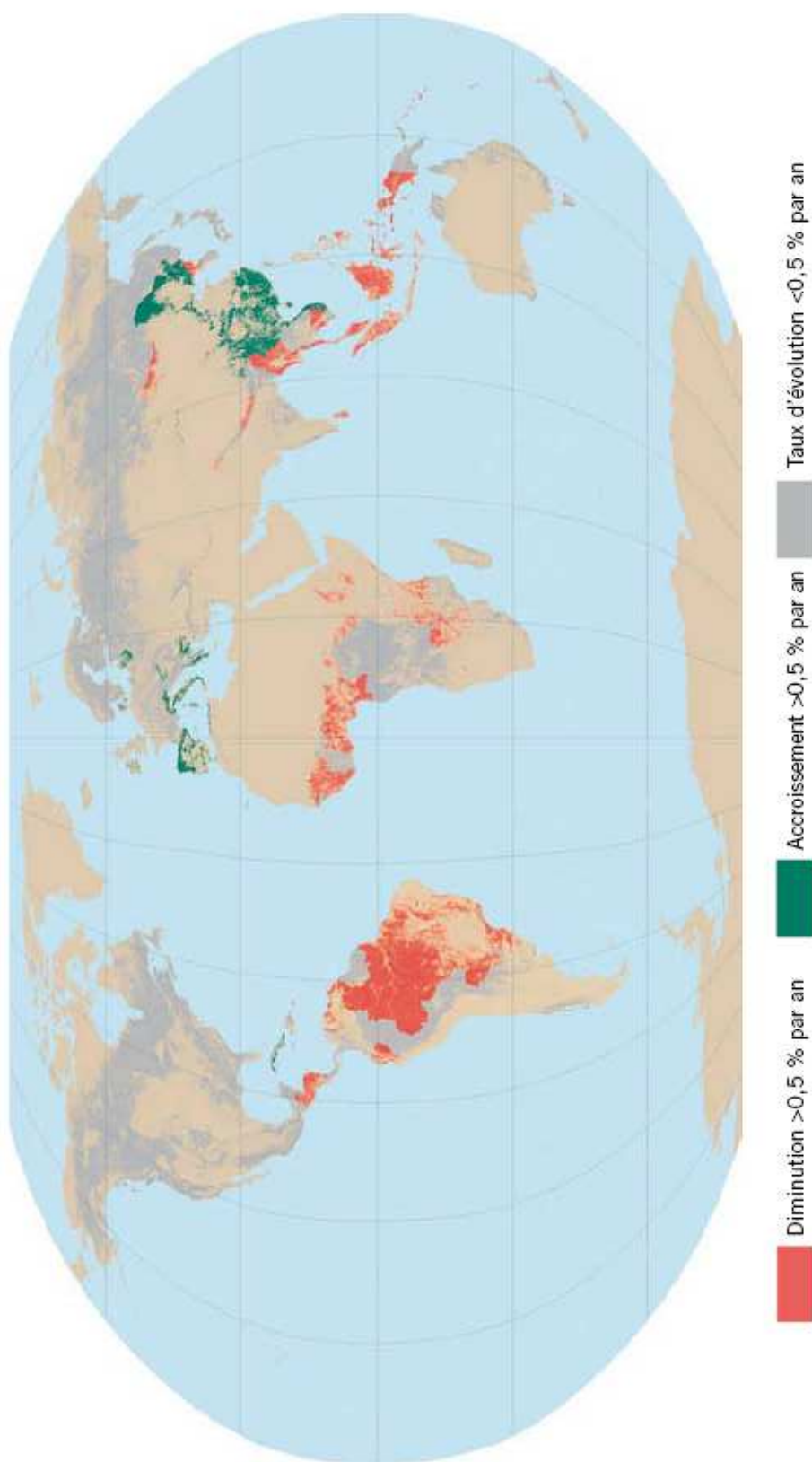
ANNEXE 3 : AXE DEVELOPPEMENT ET ENERGIE DOMESTIQUE

ANNEXE 4 : RAPPORT ENERGETIQUE DE L'OMS

ANNEXE 5 : LA TECHNOLOGIE DES FOURNEAUX

ANNEXE 1 : RECUL DES FORETS DANS LE MONDE

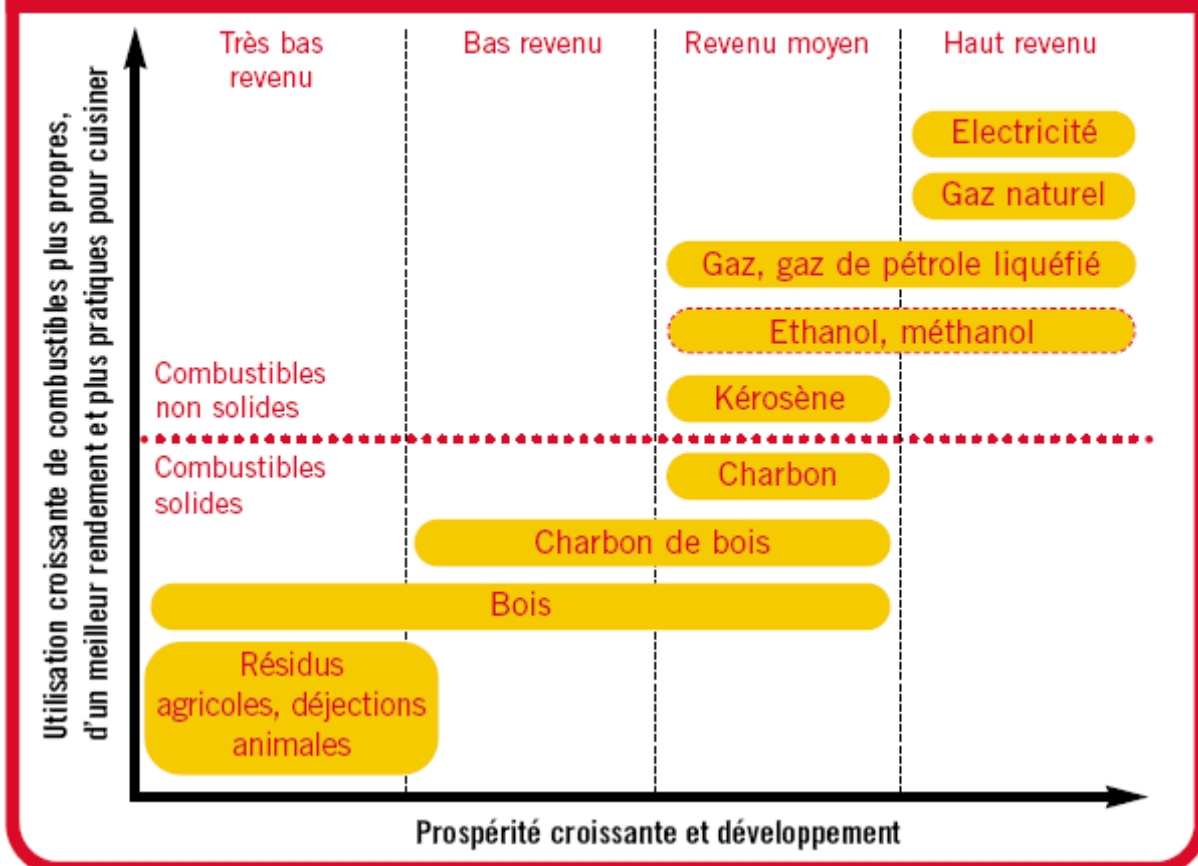
Figure 12 : Recul des forêts dans le monde
Evolution du couvert forestier en pourcentage annuel, 2000-2005



Reproduit avec l'autorisation de :
Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture. *Évaluation des ressources forestières mondiales 2005*. Disponible à l'adresse <http://www.fao.org/forestry/fra2005/fr/>



Figure 2 : L'échelle énergétique : énergie domestique et développement sont indissociables



ANNEXE 4 : RAPPORT ENERGETIQUE DE L'OMS

Pays	Nombre total d'habitants (en millions)	Pourcentage de la population vivant avec un déficit de \$1 par jour (PPP) en 2013 en millions de dollars disponibles	Pourcentage de la population affectée par des maladies disponibles	Mortalité des moins de cinq ans pour 1000 naissances vivantes	Taux de mortalité maternelle pour 100 000 naissances vivantes	Estimations de décès de causes par habitant (en tonnes)	Décès par 1000 ^a imputables à l'utilisation de combustibles solides (<5 ans)	Décès par 1000 ^a imputables à l'utilisation de combustibles solides (>10 ans)	Décès par cancer de poumon imputables à l'utilisation de charbon (>10 ans)	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides *	Total des décès ^a imputables à l'utilisation de combustibles solides	Pourcentage de la charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides
Asie	2013	2013 en millions de dollars disponibles	2013 en millions de dollars disponibles	2013 ou données disponibles	2008	2002	2002	2002	2002	2002	2002	2002
Afghanistan	23 897	-	>95	257	1 900	0	22 700	1 200	-	23 900	832 300	4,9
Afrique du Sud	46 026	11	18	66	230	7,4	450	560	20	1 000	20 800	0,1
Albanie	3 166	2	50	21	55	0,8	40	<10	-	<100	1 500	0,3
Algérie	31 800	2	<5	41	140	2,9	270	180	-	400	10 500	0,2
Allemagne	82 476	-	<5	5	8	9,8	-	-	-	-	-	-
Andorre	71	-	<5	7	-	-	-	-	-	-	-	-
Angola	13 625	-	>95	260	1 700	0,5	21 170	870	-	22 000	747 000	6,9
Antigua-et-Barbuda	73	-	46	12	-	4,7	-	-	-	-	100	0,7
Arabie saoudite	24 217	-	<5	26	23	15,0	-	-	-	-	-	-
Argentine	39 428	3	<5	20	82	3,5	-	-	-	-	-	-
Arménie	3 061	13	26	33	55	1,0	40	80	-	100	2 400	0,5
Australie	19 731	-	<5	6	8	18,3	-	-	-	-	-	-
Autriche	8 116	-	<5	5	4	7,8	-	-	-	-	-	-
Azerbaïdjan	8 370	4	49	91	94	3,4	1 550	270	-	1 800	59 400	3,8
Bahamas	314	-	<5	14	60	6,7	-	-	-	-	-	-
Bahreïn	724	-	<5	15	28	30,6	-	-	-	-	-	-
Bangladesh	146 796	36	88	69	380	0,3	32 330	13 620	-	46 000	1 316 400	3,6
Barbade	270	-	<5	13	95	4,6	-	-	-	-	-	-
Belarus	9 895	0	19	17	35	6,0	<10	150	-	200	2 100	0,1
Belgique	10 318	-	<5	5	10	6,8	-	-	-	-	-	-
Belize	256	-	43	39	140	3,1	-	-	-	-	400	0,9
Bénin	6 736	-	95	154	850	0,3	5 790	480	-	6 300	206 000	6,8
Bhoutan	2 257	-	-	85	420	0,2	-	-	-	-	-	-
Boïvie	8 808	14	25	66	420	1,2	1 140	100	-	1 200	43 300	1,9
Bosnie-Herzégovine	4 161	-	51	17	31	4,8	<10	<10	<10	<100	300	0,1
Botswana	1 785	31	65	112	100	2,3	100	90	-	200	4600	0,4
Bразил	178 470	8	12	35	260	1,8	1 360	2 640	80	4 100	110 100	0,3
Brouéï Darussalam	358	-	-	6	37	17,7	-	-	-	-	-	-
Bulgarie	7 897	5	17	15	32	5,3	<10	20	-	<100	500	0,0

* La total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides ayant été arrondi, il peut ne pas être égal à la somme des décès par IARI, BPCO et cancer du poumon.

* PPP = parité des pouvoirs d'achat
* IARI = infection aiguë des voies respiratoires inférieures
* BPCO = bronchopneumopathie chronique obstructive
* A/C3 = année de vie corrigée du facteur d'invalidité

Energie domestique et santé : Des combustibles pour vivre mieux

Pays	Nombre total d'habitants (en millions)	Pourcentage de la population vivant avec un déficit de \$1 (PPV) par jour	Pourcentage de la population utilisant des combustibles solides	Mortalité des moins de cinq ans pour 1000 naissances vivantes	Taux de mortalité maternelle pour 100 000 naissances vivantes	Estimation de décès de carbone par habitant (en tonnes)	Décès par usage imputables à l'utilisation de combustibles solides (<5 ans)	Décès par usage imputables à l'utilisation de combustibles solides (>5 ans)	Décès par cancer du poumon imputables à l'utilisation de charbon (>20 ans)	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides*	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides	Pourcentage de la charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides
Année	2013	2013 ou données démographiques disponibles	2013 ou données démographiques disponibles	2013 ou données démographiques disponibles	2013	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Burkina Faso	13 002	45	>95	207	1 000	0,1	20 830	650	<10	21 500	738 300	8,5
Burundi	6 825	55	>95	190	1 000	0,0	5 930	640	-	6 600	212 600	5,2
Cambodge	14 144	34	>95	140	450	0,0	1 280	330	-	1 600	52 300	1,0
Cameroon	16 018	17	83	166	730	0,2	11 600	1 290	-	12 900	417 000	5,5
Canada	31 510	-	<5	6	6	16,5	-	-	-	-	-	-
Cap Vert	463	-	36	35	150	0,3	10	20	-	<100	600	0,7
Chili	15 806	2	<5	9	31	3,6	-	-	-	-	-	-
Chine	1 311 709	17	80	37	56	2,7	20 540	342 450	17 720	380 700	3 204 900	1,6
Cypr	802	-	<5	5	47	8,3	-	-	-	-	<100	0,0
Colombie	44 222	8	15	21	130	1,3	320	1 580	-	1 900	35 200	0,4
Comores	768	-	76	73	480	0,1	100	40	-	100	3 700	1,8
Congo	3 724	-	84	108	510	0,6	470	240	<10	700	18 300	1,2
Costa Rica	4 173	2	23	10	43	1,4	<10	100	-	100	1 200	0,2
Côte d'Ivoire	16 631	11	74	192	690	0,4	-	-	-	-	200	0,0
Croatie	4 428	2	12	7	8	4,7	10	140	-	100	2 900	0,2
Cuba	11 300	-	21	8	33	2,1	-	-	-	-	-	-
Danemark	5 364	-	<5	4	5	8,9	-	-	-	-	-	-
Djibouti	703	-	6	138	730	0,5	60	<10	-	<100	2 000	0,7
Dominique	79	-	21	14	-	1,5	-	-	-	-	100	0,9
Égypte	71 931	3	<5	39	84	2,1	360	320	-	700	16 500	0,1
El Salvador	6 515	31	33	36	150	1,0	220	160	-	400	13 600	1,0
Émirats arabes unis	2 995	-	<5	8	54	25,1	-	-	-	-	<100	0,0
Équateur	13 003	18	<5	27	130	2,0	70	40	<10	100	2 700	0,1
Erythrée	4 141	-	80	85	630	0,2	2 600	240	<10	2 800	92 700	6,3
Espagne	41 060	-	<5	4	4	7,3	-	-	-	-	-	-
Estonie	1 323	2	15	9	63	11,8	-	-	-	-	<100	0,0
États-Unis d'Amérique	294 043	-	<5	8	17	20,1	-	-	-	-	-	-
Éthiopie	70 678	23	>95	169	850	0,1	50 020	6410	-	56 700	1 790 800	4,9

* La total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides ayant été arrondi, il peut ne pas être égal à la somme des décès par IARI, BPCO et cancer du poumon.

PPV = parts des pouvoirs d'achat
IARI = infection aiguë des voies respiratoires inférieures
BPCO = broncho-pneumopathie chronique obstructive
AVC = année de vie corrigée du facteur d'invalidité

Energie domestique et santé : Des combustibles pour vivre mieux

Pays	Nombre total d'habitants (en millions)	Pourcentage de la population payante vivant avec un déficit de \$1 PPP ¹ par jour	Pourcentage de la population utilisant des combustibles solides	Marché des métaux de cinq ans pour 1000 personnes vivantes	Taux de mortalité nationale pour 100 000 personnes vivantes	Estimations de décès de cancer par habitant (en décès)	Décès par habitant imputables à l'utilisation de combustibles solides (<45 ans)	Décès par épisode imputables à l'utilisation de combustibles solides (> 45 ans)	Décès par cancer du poumon imputables à l'utilisation de charbon (> 20 ans)	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides *	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides	Pourcentage de la charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides
Année	2013	2013 ou dernière donnée disponible	2013 ou dernière donnée disponible	2013 ou dernière donnée disponible	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013	2013
Ex-République yougoslave de Macédoine	2 056	2	30	11	23	5,1	-	-	-	-	200	0,0
Fédération de Russie	143 246	2	7	21	67	9,9	30	320	10	400	5 900	0,0
Fidji	839	-	40	20	75	1,6	20	20	-	<100	1 200	0,8
Finlande	5 207	-	<5	5	6	12,0	-	-	-	-	-	-
France	60 144	-	<5	5	17	6,2	-	-	-	-	-	-
Gabon	1 329	-	28	91	420	2,6	100	60	-	200	4 000	0,9
Gambie	1 426	54	>95	123	540	0,2	530	100	-	600	19 200	3,7
Géorgie	5 126	3	42	45	32	0,7	70	30	-	100	2 900	0,3
Ghana	20 922	45	88	95	540	0,4	3960	1 640	<10	5 600	153 500	2,2
Grèce	10 976	-	<5	5	9	8,5	-	-	-	-	-	-
Grenade	80	-	48	23	-	2,3	-	-	-	-	200	0,90
Guatemala	12 347	16	62	47	240	0,9	1 570	1 690	-	3 200	88 800	3,1
Guinée	8 480	-	>95	160	740	0,1	240	580	-	800	14 200	0,4
Guinée-Bissau	1 493	-	95	204	1 100	0,2	1 100	120	-	1 200	39 100	4,4
Guinée équatoriale	494	-	-	145	880	0,4	-	-	-	-	-	-
Guyane	765	3	59	69	170	2,2	20	20	-	<100	1 200	0,6
Haiti	8 326	-	>95	118	680	0,2	2 790	70	-	2 900	105 100	3,0
Honduras	6 941	21	57	41	110	0,9	390	140	-	500	19 800	1,4
Hongrie	9 877	2	<5	8	16	5,6	-	-	-	-	-	-
Îles Cook	18	-	-	21	-	1,5	-	-	-	-	-	-
Îles Marshall	53	-	-	61	-	-	-	-	-	-	-	-
Îles Salomon	477	-	95	22	130	0,4	40	30	-	<100	2 000	1,9
Inde	1 065 462	35	74	87	540	1,2	251 560	155 250	340	407 100	10 646 500	3,5
Indonésie	219 883	8	72	41	230	1,4	3 130	12 160	-	15 300	320 800	0,7
Iran (République islamique d')	68 920	2	<5	39	76	5,3	50	110	-	200	3 700	0,0
Irak	25 175	-	<5	125	250	3,0	530	40	-	600	19 500	0,2
Irlande	3 956	-	<5	6	5	11,0	-	-	-	-	-	-
Islande	290	-	<5	4	0	7,7	-	-	-	-	-	-

* La total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides ayant été arrêté, il peut ne pas être égal à la somme des décès par IARI, BPCO et cancer du poumon.

¹ PPP = parité des pouvoirs d'achat
² IARI = infection aiguë des voies respiratoires inférieures
³ BPCO = bronchopneumopathie chronique obstructive
⁴ A/C3 = année de vie corrigée du facteur d'invalidité

Energie domestique et santé : Des combustibles pour vivre mieux

Pays	Nombre total d'habitants (en millions)	Pourcentage de la population vivant avec un déficit de \$1 PPP ¹ par jour	Pourcentage de la population utilisant des combustibles solides	Bénéficiaires des services de santé (en millions)	Taux de mortalité standardisé pour 100 000 personnes	Ensemble de données de carbone par habitant (en tonnes)	Décès par IAR ² imputables à l'utilisation de combustibles solides (<5 ans)	Décès par BPOC ³ imputables à l'utilisation de combustibles solides (>5 ans)	Décès par cancer du poumon imputables à l'utilisation de charbon (>30 ans)	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides *	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides	Pourcentage de la charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides
Asie	2012	2012 ou dernière année disponible	2012 ou dernière année disponible	2012 ou dernière année disponible	2012 ou dernière année disponible	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Israël	6 433	-	<5	6	17	11,0	-	-	-	-	-	-
Italie	57 423	-	<5	4	5	7,5	-	-	-	-	-	-
Jamaïque	5 551	-	<5	16	97	9,1	20	20	-	<100	1 100	0,1
Japon	2 551	2	45	20	87	4,1	30	50	-	<100	2 600	0,7
Jordanie	127 554	-	<5	4	10	9,4	-	-	-	-	-	-
Kazakhstan	5 473	2	<5	28	41	3,2	-	-	-	-	-	-
Kenya	15 433	2	5	73	210	9,9	20	30	<10	<100	1 500	0,0
Kirghizistan	31 987	23	81	123	1 000	0,2	10 430	2 550	-	13 000	3 83 800	2,9
Kiribati	5 138	2	76	68	110	1,0	750	820	-	1 600	38 200	3,3
Koweït	88	-	-	66	-	0,3	-	-	-	-	-	-
Laos	2 521	-	<5	9	5	24,6	-	-	-	-	-	-
Lettonie	1 802	36	83	110	550	-	260	180	-	400	10 500	0,8
Liban	2 307	2	10	12	42	2,7	-	-	-	-	<100	0,0
Libéria	3 653	-	<5	31	150	4,7	-	-	-	-	-	-
Lituanie	3 367	-	-	235	760	0,1	-	-	-	-	-	-
Luxembourg	3 444	2	<5	11	13	3,6	-	-	-	-	-	-
Madagascar	453	-	<5	5	28	21,1	-	-	-	-	-	-
Malaisie	17 404	61	>95	126	550	0,1	10 270	1 420	-	11 700	372 400	5,3
Malawi	24 425	2	<5	7	41	6,3	<10	20	-	<100	300	0,0
Maldives	12 105	42	>95	178	1 800	0,1	12 240	1 060	-	13 300	431 300	5,2
Mali	318	-	-	72	110	3,4	-	-	-	-	-	-
Malte	13 007	72	>95	220	1 200	0,0	16 120	780	<10	16 900	568 000	6,6
Marrakech	394	-	<5	6	21	7,5	-	-	-	-	-	-
Mexique	30 565	2	5	39	220	1,4	390	210	-	600	16 500	0,3
Moldavie	1 221	-	<5	18	24	2,6	-	-	-	-	<100	0,0
Monténégro	2 893	26	65	107	1 000	1,1	2 100	200	<10	2 300	74 900	5,5
Mozambique	103 457	10	12	28	83	3,7	900	1510	<10	2 400	58 900	0,4
Myanmar	109	-	-	23	-	-	-	-	-	-	-	-
Népal	34	-	<5	4	-	6,2	-	-	-	-	-	-

* La charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides ayant été arrondie, il peut ne pas être égal à la somme des décès par IAR, BPOC et cancer du poumon.

1 PPP = parité des pouvoirs d'achat
2 IAR = infection aiguë des voies respiratoires inférieures
3 BPOC = bronchopneumopathie chronique obstructive
4 AN/3 = année de vie corrigée du facteur d'invalidité

Energie domestique et santé : Des combustibles pour vivre mieux

Pays	Année	Nombre total d'habitants (en milliers)	Pourcentage de la population vivant avec un déficit de \$1 (PPV) par jour	Pourcentage de la population utilisant des combustibles solides	Mortalité des moins de cinq ans pour 1000 naissances vivantes	Taux de mortalité maternelle estimée pour 100 000 naissances vivantes	Estimations de décès de carbone par habitant (en tonnes)	Décès par kg ¹ d'imputables à l'utilisation de combustibles solides (<5 ans)	Décès par kg ¹ d'imputables à l'utilisation de combustibles solides (>5 ans)	Décès par cancer du poumon imputables à l'utilisation de charbon (>30 ans)	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides *	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides	Pourcentage de la charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides
	2013		2013 ou dernières données disponibles	2013 ou dernières données disponibles	2013 ou dernières données disponibles	2013 ou dernières données disponibles	2013	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Mongolie	2 594	27	51	68	110	3,3	240	30	-	300	-	9 200	1,6
Monténégro	608	-	-	14	11	4,4	-	-	-	-	-	-	-
Mozambique	18 863	38	80	147	1 000	0,1	8 450	1 220	-	9 700	-	300 200	2,4
Myanmar	49 485	-	95	107	360	0,2	11 590	3 070	-	14 700	-	469 200	3,2
Namibie	1 987	35	63	65	300	1,1	80	150	-	200	-	4 000	0,5
Nauru	13	-	-	30	-	10,8	-	-	-	-	-	-	-
Népal	25 164	39	80	82	740	0,2	4 820	2 680	-	7 500	-	204 400	2,7
Nicaragua	5 466	45	53	38	230	0,7	570	160	-	700	-	22 100	2,3
Niger	11 972	61	>95	262	1 600	0,1	13 070	520	-	13 600	-	463 100	5,2
Nigeria	124 009	70	67	198	800	0,4	70 390	8 670	-	79 000	-	2 591 500	3,8
Noué	2	-	-	-	-	2,0	-	-	-	-	-	-	-
Norvège	4 533	-	<5	4	16	12,2	-	-	-	-	-	-	-
Nouvelle-Zélande	3 875	-	<5	6	7	8,7	-	-	-	-	-	-	-
Oman	2 851	-	<5	12	87	12,1	-	-	-	-	-	-	-
Ouganda	25 827	85	>95	140	880	0,1	18 250	1 650	30	19 900	-	684 000	4,9
Ouzbékistan	26 093	14	72	69	24	4,8	3 860	1 390	-	5 300	-	157 600	3,7
Pakistan	153 578	13	72	98	500	0,7	51 760	18 980	<10	70 700	-	2 067 400	4,6
Palcos	20	-	-	28	-	11,9	-	-	-	-	-	-	-
Panama	3 120	7	33	24	160	2,0	30	70	-	<100	-	2 000	0,4
Papouasie-Nouvelle-Guinée	5 711	-	90	93	300	0,4	990	560	-	1 600	-	51 200	3,2
Paraguay	5 878	16	58	29	170	0,7	240	30	-	300	-	11 100	1,1
Pays-Bas	16 149	-	<5	5	16	9,4	-	-	-	-	-	-	-
Pérou	27 167	18	33	34	410	1,0	1 230	320	-	1 500	-	47 900	0,9
Philippines	79 999	15	47	35	200	0,9	5 520	1 400	20	6 900	-	238 100	1,6
Pologne	38 587	2	<5	7	13	7,7	-	-	-	-	-	-	-
Portugal	10 061	2	<5	5	5	6,0	-	-	-	-	-	-	-
Qatar	610	-	<5	15	7	53,1	-	-	-	-	-	-	-
République arabe syrienne	17 800	-	32	18	160	2,8	180	220	-	400	-	10 800	0,4
République centrafricaine	3 865	67	>95	180	1 100	0,1	2 420	460	-	2 900	-	88 200	3,7

* PPA = parts des pouvoirs d'achat
 * IARI = infection aiguë des voies respiratoires inférieures
 * BPOC = bronchopneumopathie chronique obstructive
 * AUC = année de vie corrigée du facteur d'invalidité

* Le total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides ayant été arrondi, il peut ne pas être égal à la somme des décès par IARI, BPOC et cancer du poumon.

: Énergie domestique et santé : Des combustibles pour vivre mieux

Pays	Nombre total d'habitants (en millions)	Pourcentage de la population vivant avec un déficit de \$1 (PPV) par jour	Pourcentage de la population utilisant des combustibles solides	Marché des mines de cinq ans pour 1000 personnes vivantes	Taux de mortalité maternelle pour 100 000 naissances vivantes	Estimation de décès de carbone par habitant (en tonnes)	Décès par kg ¹ imputables à l'utilisation de combustibles solides (<5 ans)	Décès par BPPO ² imputables à l'utilisation de combustibles solides (> 50 ans)	Décès par cancer du poumon imputables à l'utilisation de charbon (> 30 ans)	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides *	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides	Pourcentage de la charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides
Année	2013	2013 en dernieres données disponibles	2013 en dernieres données disponibles	2010 ou dernieres données disponibles	2010	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
République de Corée	47 700	2	<5	5	20	9,4	-	-	-	-	-	-
République démocratique du Congo	52 771	-	>95	205	990	0,0	41 980	5 150	-	47 100	1513 600	4,5
République démocratique populaire lao	5 657	26	>95	91	650	0,2	1 900	530	-	2 400	77 100	3,5
République de Moldova	4 267	22	63	32	36	1,6	30	130	-	200	3 000	0,3
République dominicaine	8 745	2	14	35	150	2,5	50	40	<10	<100	2 900	0,2
République populaire démocratique de Corée	22 664	-	-	55	67	6,5	-	-	-	-	-	-
République tchèque	10 235	2	<5	4	9	11,2	8 010	1 260	10	9 300	290 000	3,4
République-Unie de Tanzanie	36 977	49	>95	165	1 500	0,1	25 050	2 410	-	27 500	885 600	4,4
Roumanie	22 334	2	23	20	49	4,0	90	170	-	300	4 600	0,1
Royaume-Uni	59 251	-	<5	6	13	9,2	-	-	-	-	-	-
Rwanda	8 387	52	>95	203	1 400	0,1	7 360	760	-	8 100	262 300	5,8
Sainte-Lucie	149	25	63	18	-	2,4	-	-	-	-	300	1,4
Saint-Kitts-et-Nevis	42	-	<5	22	-	2,8	-	-	-	-	-	-
Saint-Martin	28	-	<5	5	-	7,5	-	-	-	-	-	-
Saint-Vincent-et-les-Grenadines	120	-	31	27	-	1,6	-	-	-	-	200	1,0
Samoa	178	-	70	24	130	0,8	-	-	-	-	400	1,3
Sao Tomé-et-Principe	161	-	95	118	-	0,6	30	<10	-	<100	1 000	2,3
Sénégal	10 095	22	41	137	690	0,4	5 010	420	<10	5 400	181 100	4,8
Serbie	9 863	-	-	14	11	4,4	-	-	-	-	-	-
Seychelles	81	-	<5	15	-	6,8	-	-	-	-	-	-
Sierra Leone	4 971	-	92	284	2 000	0,1	7 170	410	-	7 600	258 200	5,7
Singapour	4 253	-	<5	3	30	13,8	-	-	-	-	-	-
Slovaquie	5 402	2	<5	8	3	6,8	-	-	-	-	<100	0,0
Slovénie	1 984	2	8	4	17	7,8	-	-	-	-	<100	0,0
Somalie	9 890	-	-	225	1 100	-	-	-	-	-	-	-
Soudan	33 610	-	>95	93	590	0,3	1 460	2 930	-	4 400	79 900	0,7
Sw Lanka	19 065	8	67	15	92	0,5	100	3 030	-	3 100	44 500	1,3

* La total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides ayant été arrondi, il peut ne pas être égal à la somme des décès par IARI, BPPO et cancer du poumon.

¹ PPA = parts des pouvoirs d'achat
² IARI = infection aiguë des voies respiratoires inférieures
³ BPPO = bronchopneumopathie chronique obstructive
⁴ A/C1 = année de vie corrigée du facteur d'invalidité

Energie domestique et santé : Des combustibles pour vivre mieux

Pays	Nombre total d'habitants (en millions)	Pourcentage de la population vivant avec VIH (en %)	Pourcentage de la population utilisant des contraceptifs modernes	Ratio des naissances vivantes pour 1000 naissances vivantes	Taux de mortalité maternelle pour 100 000 naissances vivantes	Ensemble des décès de cancer par habitant (en 100 000)	Décès par IMR ¹ imputables à l'utilisation de combustibles solides (<5 ans)	Décès par BPPC ² imputables à l'utilisation de combustibles solides (>5 ans)	Décès par cancer du poumon imputables à l'utilisation de charbon (>30 ans)	Total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides *	Total des IMR ¹ imputables à l'utilisation de combustibles solides	Pourcentage de la charge de morbidité imputable à l'utilisation de combustibles solides
Asie	2012	2012 ou dernière donnée disponible	2012 ou dernière donnée disponible	2012 ou dernière donnée disponible	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012	2012
Suède	8 876	-	<5	3	2	5,8	-	-	-	-	-	-
Suisse	7 169	-	<5	5	7	5,7	-	-	-	-	-	-
Suriname	436	-	-	39	110	5,1	-	-	-	-	-	-
Suède	1 077	8	68	153	370	0,9	320	60	-	400	11 300	1,4
Tadjikistan	6 245	7	75	95	100	0,7	1 150	410	-	1 600	48 700	3,5
Tchad	8 598	-	>95	200	1 100	0,0	8 000	660	<10	8 700	285 900	5,6
Thaïlande	62 833	2	72	26	44	3,7	1 860	2 710	-	4 600	95 900	0,8
Timor-Leste	778	-	-	124	660	-	-	-	-	-	-	-
Togo	4 909	-	76	140	570	0,3	3 700	380	-	4 100	134 900	6,4
Tonga	104	-	56	19	-	1,1	-	-	-	-	200	1,0
Trinité-et-Tobago	1 303	4	8	20	160	31,9	-	-	-	-	200	0,1
Tunisie	9 832	2	5	24	120	2,3	60	70	<10	100	3 200	0,2
Turkmenistan	4 867	10	<5	102	31	9,1	-	-	-	-	300	0,0
Turquie	71 325	2	11	39	70	3,0	820	1 720	-	2 500	62 100	0,5
Tuvalu	11	-	-	51	-	-	-	-	-	-	-	-
Ukraine	48 523	2	6	20	36	6,4	<10	230	<10	200	3 500	0,0
Uruguay	3 415	2	<5	14	27	1,2	-	-	-	-	<100	0,0
Vanuatu	212	-	79	38	130	0,4	-	-	-	-	300	0,8
Venezuela (République bolivarienne du)	25 699	14	5	21	96	4,3	40	70	-	100	3 000	0,1
Viet Nam	81 377	2	70	23	130	0,8	2 620	7 810	150	10 600	167 100	1,2
Yémen	20 010	16	42	113	570	0,7	6 590	460	-	7 000	242 000	3,5
Zambie	10 812	64	85	182	750	0,2	8 160	470	-	8 600	285 400	3,8
Zimbabwe	12 891	56	73	126	1 100	1,0	1 380	510	-	1 900	50 900	0,6

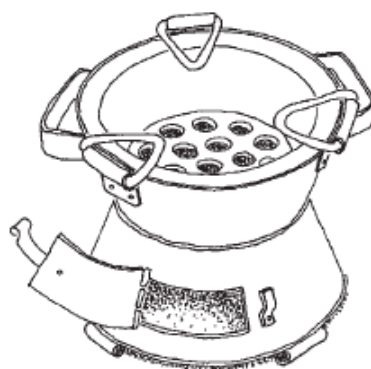
1 PPA = parts des pouvoirs d'achat
2 IMR = infection aiguë des voies respiratoires inférieures
3 BPPC = bronchopneumopathie chronique obstructive
4 A/C = année de vie corrigée du facteur d'invalidité

* Le total des décès imputables à l'utilisation de combustibles solides ayant été arrondi, il peut ne pas être égal à la somme des décès par IMR, BPPC et cancer du poumon.

ANNEXE 5 : LA TECHNOLOGIE DE FOURNEAUX



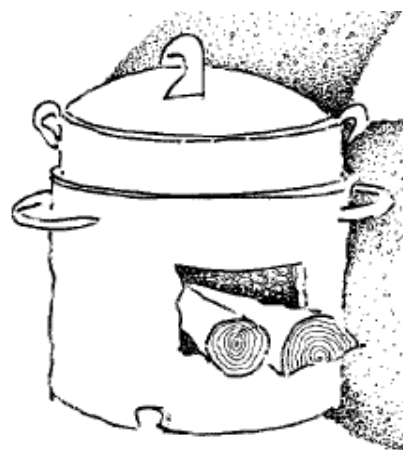
Fourneau à charbon de bois traditionnel



Fourneau à charbon de bois amélioré



Fourneau à ciel ouvert



Cuiseur à bois économique

TABLE DES MATIERES

INTRODUCTION.....	2
PARTIE I : ANALYSE COÛTS-AVANTAGES DU PROJET DE DIFFUSION DES FOURNEAUX AMELIORES DANS LES DISTRICTS DE BUSHENYI, RAKAI ET KAMPALA.....	7
A- Evaluation des coûts du projet.....	7
I- Les coûts administratifs.....	7
II- Les coûts des fourneaux.....	7
B- Evaluation des avantages du projet.....	8
I- Evaluation des avantages économiques dus à l'économie de combustible.....	9
1- consommation journalière de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau traditionnel.....	9
2- Consommation annuelle de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau traditionnel.....	11
3- Consommation annuelle de combustible de la population étudiée.....	11
4- Les fourneaux améliorés.....	12
a- Amélioration de la combustion.....	13
b- Amélioration du rendement de combustible.....	14
i- Préparation de bidon.....	17
ii- Construire le coude.....	17
iii- Ouverture pour le tube H.....	17
iv- Installation de coude.....	17
v- Ouverture de la tube V et isolation des tubes.....	18
vi- Fermeture du bidon.....	18
vii- Fixation du support circulaire.....	18
viii- Construire la ceinture de tôle (pour canaliser la chaleur)	18
ix- Peindre le bidon.....	18
5- Consommation journalière de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau amélioré.....	20
6- Consommation annuelle de combustible d'un ménage qui utilise un fourneau amélioré.....	21
7- Consommation annuelle de combustible de la population étudiée avec les fourneaux améliorés.....	21
8- Evaluation monétaire des combustibles épargnés.....	23

a-	Détermination du prix virtuel d'un kg de bois de chauffage collecté.....	23
i-	Evaluation du salaire d'ombre.....	24
b-	Détermination de la répartition du bois des chauffages épargnés.....	25
II-	Evaluation des avantages économiques dus à la réduction du temps de cuisson et de la collecte de bois de chauffage.....	28
1-	Evaluation monétaire du temps de collecte évité.....	28
2-	évaluation monétaire du temps de cuisson évité.....	34
a-	Temps de cuisson avec les fourneaux traditionnels.....	35
b-	Temps de cuisson avec les fourneaux améliorés.....	36
c-	Réduction du temps de cuisson.....	37
III-	Evaluation des avantages économiques dus à l'amélioration de la santé de la population étudiée.....	40
1-	La réduction des cas de l'ARI, de l'irritation d'œil et des brûlures.....	43
2-	Evaluation monétaire du temps épargné (grâce à l'état sanitaire) affecté aux activités génératrices de revenu.....	44
a-	Evaluation du temps dépensé pour soigner des maladies causées par l'utilisation d'un fourneau à ciel ouvert.....	45
b-	Evaluation du temps dépensé pour soigner des maladies causées par l'utilisation d'un fourneau lorena.....	46
c-	Avantage économique du à la réduction du temps de soin.....	48
3-	La réduction de la dépense pour la santé.....	50
a-	La réduction de la dépense au sein de chaque ménage.....	50
b-	La réduction de la dépense publique pour la santé liée à la cuisson.....	51
C-	Synthèse.....	52
PARTIE II : ANALYSE ALTERNATIVE CONSIDERANT LA POPULATION OUGANDAISE TOUTE ENTIERE.....		53
A-	Evaluation des coûts du projet pour l'Ouganda tout entier.....	53
I-	Les coûts administratifs.....	53
II-	Les coûts des fourneaux.....	53
B-	Evaluation des avantages du projet pour l'Ouganda tout entiers.....	54
I-	La nouvelle population étudiée.....	55
II-	économie de combustible pour la population ougandaise.....	55
III-	La diminution du temps de la collecte et de la cuisson.....	57

IV- Avantages économiques dus à l'amélioration de la santé de la population ougandaise suite à une substitution intensive des fourneaux traditionnels en fourneaux améliorés.....	60
C- Synthèse.....	64
Conclusion.	65
BIBLIOGRAPHIE.....	66
LISTE DES FIGURES.....	68
LISTE DES TABLEAUX.....	69
LISTE DES ANNEXES.....	71
TABLE DES MATIERES.....	83