

Comparaison Des Consommations De Charbon De Bois Des Foyers Améliorés Et Des Foyers Métalliques, Une Approche Modélisée

Ralibera Andriamifidy Gérard¹, Randrianirainy Huchard Paul Berthin², Andrianaivoravelona Jaconnet Oliva³, Randriambololona Sabin⁴

¹Département Energétique, Centre Nationale de Recherches Industrielle et Technologique
Antananarivo, Madagascar.
email : raliberandriamifidy@gmail.com

²Département Energétique, Centre Nationale de Recherches Industrielle et Technologique
Antananarivo, Madagascar.

³Ecole Supérieure Polytechnique d'Antananarivo
Antananarivo, Madagascar.

⁴Département Energétique, Centre Nationale de Recherches Industrielle et Technologique
Antananarivo, Madagascar.



Résumé — L'enquête menée auprès des ménages d'une zone suburbaine de Madagascar a permis de discerner la manière d'utiliser les foyers améliorés et foyers métalliques à charbon, en fonction des facteurs socioéconomiques, culturels et techniques, caractérisant les ménages. En effet, il est présenté dans cette étude la modélisation des consommations en charbon de ces deux foyers, en utilisant des variables quantitatives et qualitatives. Les modèles élaborés permettent de comparer les deux fourneaux en terme de quantité moyenne de charbon consommée mensuellement par les ménages. Comme résultat, pour les deux foyers, la taille des ménages a une corrélation positive avec la consommation de charbon, inversement pour le prix. Une prévision à 725 Ariary (monnaie locale) le kilo du charbon entraîne un recul de la consommation de 11,3%, en moyenne, avec les deux types de foyers. Mais une diminution des dépenses en charbon de 2,8% avec les foyers améliorés, contre 0,15% seulement avec les foyers métalliques. Les ménages aux foyers métalliques sont donc moins sensibles à la variation des prix. Le caractère de standing de vie de la facture d'électricité est également vérifié, c'est-à-dire que les familles aisées consomment plus d'énergie électrique que les plus pauvres. Avec les foyers métalliques, le nombre de bacheliers a une corrélation positive avec la consommation de charbon. Quant au type de logement occupé par les ménages, plus celui-ci est meilleur, plus la consommation de charbon est faible. En outre, il a été prouvé que l'économie de charbon procurée par l'usage des foyers améliorés n'est que 2,44% en termes de poids. Les ménages utilisant les foyers améliorés consomment en moyenne 9,663 kg/tête/mois, contre 9,899 kg/tête/mois pour les foyers métalliques. Ce qui est encore très loin des résultats escomptés. Des activités de régulation du marché, de formation et de sensibilisation, concernant les foyers améliorés sont à réaliser pour atteindre les objectifs fixés et pour pérenniser les programmes de promotion de ces foyers.

Mots clés : ménages, charbon de bois, foyers améliorés, foyers métalliques, modélisation.

Abstract — A survey of households in a suburban area of Madagascar has enabled us to discern the use of improved cook stoves and metal charcoal stoves, depending on the socio-economic, cultural and technical factors characterizing the households. This study presents a model of charcoal consumption for these two stoves, using quantitative and qualitative variables. The models developed make it possible to compare the two stoves in terms of the average quantity of charcoal consumed monthly by the households. As a result, for both stoves, household size correlates positively with charcoal consumption, while price correlates inversely. A forecast charcoal price of 725 Ariary (local currency) per kilo results in an 11.3% drop in consumption, on average, for both types of charcoal stove. However, a 2.8% reduction in charcoal expenditure with improved cook stoves, and just 0.15% with metal stoves. Households with metal

households are therefore less sensitive to price variations. The life-standing character of the electricity bill is also verified, i.e. wealthier families consume more electrical energy than poorer ones. With metal stoves, the number of baccaureate holders correlates positively with charcoal consumption. As for the type of housing occupied by households, the better it is, the lower the charcoal consumption. Furthermore, it is proved that the charcoal saved by using improved cook stoves is only 2.44% by weight. Households using improved cook stoves consumed an average of 9.663 kg/cap/month, compared with 9.899 kg/cap/month for metal stoves. This is still a long way from the expected results. Market regulation, training and sensitizing activities concerning improved cook stoves are needed to achieve the objectives set and to ensure the sustainability of the programs promoting these stoves.

Key words – households, charcoal, improved stoves, metal stoves, modeling.

I. INTRODUCTION

L'ultime but de l'usage des foyers améliorés est de diminuer la consommation de charbon de bois par les ménages, de protéger l'écosystème forestier, et surtout de réduire l'effet sur la santé publique de l'utilisation de ce combustible. Ce document essaye de percevoir l'utilisation des foyers à charbon dans une zone suburbaine de Madagascar. Il vise à analyser de plus près, au niveau d'une collectivité, l'utilisation des foyers améliorés et des foyers métalliques, dans la préparation des repas. L'analyse effectuée consiste à modéliser les consommations de charbon de ces deux équipements en fonction des facteurs jugés déterminant. Ce travail parlera donc de la comparaison des consommations de charbon de ces deux foyers à travers des variables endogènes et exogènes aux ménages.

II. METHODOLOGIE

2.1. Revue de littérature

A Madagascar, la quasi-totalité de la population dépendent des combustibles solides, notamment le bois est le charbon de bois. Entre 2000 et 2002, le pourcentage de la population malagasy utilisant ces deux combustibles comme principale source d'énergie de cuisson était de 99,2 % [1].

La consommation nationale de bois en 2009 est estimée à 21,7 million de m³ par an, dont 81 % destinés à des usages domestiques [2]. La croissance démographique entraîne une augmentation de cette consommation de 200 000 m³/an [3]. En milieu urbain, et plus précisément dans la zone ciblée par cette analyse, le charbon de bois est utilisé par 99,4 % des ménages [4].

Ces chiffres montrent la grande inertie du secteur des énergies domestiques, et aussi son importance dans la consommation nationale. De ces faits, la population malagasy est encore loin d'abandonner les combustibles solides pour les cuissons alimentaires. Comme preuve, il n'y a que 1 % de la population qui ont accès aux combustibles propres, notamment le gaz de pétrole liquéfié (GPL) et l'électricité. L'une des causes principales est la faiblesse du revenu par habitant [5][6].

La conséquence directe de cette grande dépendance aux combustibles ligneux est la dégradation accélérée et sans fin de l'écosystème forestier. Dans les années 90, le gouvernement malagasy, appuyé par les bailleurs de fonds, a mis en œuvre plusieurs solutions pour remédier à cette situation. L'une d'entre elles est le programme de vulgarisation des foyers améliorés pour diminuer la consommation de charbon par les ménages. Ce programme a trois objectifs très clairs :

- Economiser le charbon dans les cuissons alimentaires avec effet direct sur le portefeuille des ménages;
- Réduire les maladies respiratoires dues aux fumées dégagées pendant les cuissons;
- Diminuer les quantités de bois prélevées dans les ressources forestières et les émissions de gaz à effet de serre [4].

Par rapport à ces objectifs, l'utilisation du foyer amélioré permet d'économiser 30 % d'énergie, comparée au foyer métallique traditionnel, selon une étude réalisée par le GIZ [7]. Ce pourcentage est encore plus élevé si les ménages pratiquent un comportement économe en énergie pendant les cuissons. L'épargne représente 21 €/ménage/an. En outre, l'utilisation des foyers améliorés permet également d'éviter 0,52 jour/an de maladie par la diminution de fumées nocives à la santé humaine [8].

La superficie préservée est évaluée à environ 0,2 ha de forêt par an. Pour les producteurs, la vente d'un foyer amélioré apporte un bénéfice d'environ 0,30 à 0,75 €, en fonction de la saison et des prix des matières premières. Tandis qu'un revendeur touche un surplus de 0,30 à 0,60 € par foyer vendu [9].

Ces chiffres reflètent l'importance de l'usage des foyers améliorés tant au niveau d'un ménage que pour le pays tout entier.

Rappelons que par définition, un foyer (ou fourneau) est considéré comme amélioré lorsque son utilisation présente plus d'efficacité technique et financière par rapport à un foyer traditionnel. Naturellement, il permet de brûler moins de charbon pour la préparation d'un même repas, et par conséquent émet moins de gaz polluant.

2.2. Les groupes de ménages

Un millier de ménages ont été ciblés dans cette étude. Pour ces ménages, les foyers améliorés tiennent un rôle capital concernant la consommation de charbon de bois. La performance de ces foyers peut faire varier la consommation de ce combustible d'une manière significative. En effet, selon le foyer utilisé, les données en notre possession permettent de scinder les ménages en quatre groupes :

- Les ménages faisant usage uniquement de foyers améliorés proprement dit ;
- Ceux qui n'utilisent pas les foyers améliorés, mais s'accrochent exclusivement aux foyers métalliques dans la préparation des repas ;
- Les familles qui fabriquent elles-mêmes leur foyer en maçonnerie de briques érigé dans la maison ;
- et ceux qui combinent deux ou trois de ces équipements.

Dans cette analyse, nous nous focalisons sur les deux premiers groupes qui constituent la grande majorité des ménages enquêtés. Pour cela, 893 ménages sont concernés par cette étude, dont l'objectif est d'élaborer des modèles relatifs à l'usage des foyers améliorés et des foyers métalliques.

Dans ce qui suit, nous adoptons les termes FA et FM pour désigner les foyers améliorés et les foyers métalliques respectivement.

2.3. Modélisation

Nous élaborons des modèles de consommation de charbon pour les deux équipements cités précédemment. La méthode utilisée consiste à :

- Identifier les variables significatives caractérisant les ménages pour chaque modèle relatif à chaque équipement ;
- Puis élaborer les modèles de consommation de charbon pour les deux types de foyers.

Dans la pratique, ces deux étapes sont réalisées successivement et de manière automatique par la plupart des logiciels de statistique et de modélisation. En effet, la consommation de charbon d'un équipement i relative à la variable j peut être déterminée par la méthode de régression multiple, donnée par la matrice Q_{ij} suivante :

$$Q_{ij} = \sum (A_{ij} Y_{ij} Z_{ij} + C_{ij}) \quad (1)$$

Y_{ij} et Z_{ij} : matrices des variables significatives de l'utilisation de l'équipement i . Z_{ij} peut être égale ou différente de Y_{ij} selon la variable considérée j .

A_{ij} : matrice des coefficients du modèle pour chaque élément de $Y_{ij} Z_{ij}$.

C_{ij} : matrice des constantes du modèle correspondant à l'équipement i et à la variable j .

Notons que C_{ij} contient un terme ϵ_{ij} qui mesure les écarts entre les valeurs réellement observées et les valeurs données par le modèle.

$i \in [1;2]$ et $j \in [1;11]$

Le terme $Y_{ij} Z_{ij}$ représente l'interaction entre les variables. Ces interactions sont importantes, car elles donnent des statistiques calculées à partir d'une prévision d'un modèle précédemment ajusté à des valeurs fixes de certaines variables et de la moyenne des variables restantes.

Plus explicitement, pour le premier équipement, c'est-à-dire les foyers améliorés (FA), i est égal à 1, la matrice s'écrit :

$$Q_{FA} = Q_{1j} = a_{11}y_{11}z_{11} + a_{12}y_{12}z_{12} + \dots + a_{1m}y_{1m}z_{1m} + c_{1j} \quad (3)$$

Pour les foyers métalliques (FM), i est égal à 2 :

$$Q_{FM} = Q_{2j} = a_{21}y_{21}z_{21} + a_{22}y_{22}z_{22} + \dots + a_{2m}y_{2m}z_{2m} + c_{2j} \quad (4)$$

Les modèles développés à partir des données sur les ménages enquêtés sont présentés dans la section suivante.

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les modèles formalisés ci-après sont des modèles de prévision des consommations de charbon des deux types de foyers utilisés dans les cuissons alimentaires. L'application des relations matricielles présentées ci-dessus permet de créer ces modèles.

3.1. Les variables déterminant de la consommation de charbon

La décision d'un ménage d'adopter tel ou tel foyer pour cuire les repas n'est pas le fruit du hasard. Généralement, les ménages sont guidés par des critères socio-économique, culturel et technique que nous présentons dans le tableau suivant (liste non exhaustive). Certains de ces critères constituent les variables indépendantes des consommations de charbon en fonction du type de foyer utilisé.

TABLE I. VARIABLES DETERMINANT LA CONSOMMATION DE CHARBON DE BOIS

Socio-culturel	Economique et marché	Foyer
- Milieu de résidence (urbain/rural)	- Disponibilité du combustible	- Rendement énergétique
- Taille du ménage	- Revenu des ménages	- Sécurité
- Sexe et âge du chef de famille	- Prix du foyer (FA, FM)	- Emissions de gaz polluant
- Niveau d'instruction	- Prix des combustibles	- Qualité et durabilité
- Habitudes alimentaires	- Disponibilité du foyer, notamment foyer amélioré	- Fonctionnalité et durée de cuisson
- Commodité du combustible		- Commodité d'utilisation
- Plats préférés		- Caractéristiques et esthétiques
- Type de logement		

Au sein de la zone étudiée, cinq variables ont été identifiées comme significatives de la consommation de charbon, pour les deux foyers. En plus de la *taille des ménages* et le *prix du charbon*, les modèles de consommation de charbon est déterminés par la *facture d'électricité* pour le FA ; et par le *nombre de bacheliers* au sein des ménages et du *type de logement* pour les FM. Le tableau suivant résume cette constatation.

TABLE II. MENAGES AVEC FA

Variable	Valeur	Pourcentage (%)
Taille	[1 - 3]	22,6
	[4 - 6]	62,3
	[7 - 9]	11,9
	[10 - 12]	3,2
Prix du charbon (Ar/kg)	[480 - 580]	57,9
	[581 - 680]	16,2
	[681 - 780]	2,7
	[781 - 850]	23,2
Facture d'électricité (10 ³ Ar/mois)	Sans accès	12,0
	[1 - 28]	44,0
	[29 - 95]	39,8
	[96 - 240]	4,2

TABLE III. TABLEAU 3 : MENAGES AVEC FM

Variable	Valeur	Pourcentage (%)
Taille	[1 - 3]	32,3
	[4 - 6]	56,4
	[7 - 9]	9,2
	[10 - 12]	2,1
Prix du charbon (Ar/kg)	[480 - 580]	46,7
	[581 - 680]	20,0
	[681 - 780]	2,1
	[781 - 850]	31,3
Nombre de bacheliers	0	14,4
	[1 - 2]	80,0
	[3 - 4]	5,1
	[5 - 7]	0,5
Type de logement	Bois et autres	3,6
	Matériaux durs	93,3
	Villa	3,1

Ces deux tableaux montrent la même tendance pour les deux variables communes à l'utilisation des deux foyers, c'est-à-dire la taille des ménages et le prix du charbon. Pour la taille des ménages, plus de 55 % des ménages se trouvent dans le segment [4 - 6]; d'ailleurs, ce segment abrite la moyenne de la population. Quel que soit le foyer utilisé, plus de 88 % des ménages comptent 6 personnes au maximum à la maison.

Tandis que pour le prix d'achat du charbon, il faut remarquer que parmi les ménages-FM, 31,3 % achètent le charbon au prix les plus chers [781 - 850], contre 23,2 % pour les ménages-FA ; inversement pour l'achat aux prix les moins élevés [480 - 580]. Cette situation relie le fait que plusieurs ménages-FM s'accrochent aux quelques avantages de l'usage des FM, sans considération des effets indésirables à plusieurs points de vue [4]. En revanche, pour les ménages-FA, dont 57,9 % paient le charbon entre 480 à 580 Ar/kg, le prix constitue un facteur de décision du lieu d'achat et du commerçant de charbon. Ces ménages achètent le charbon en sac, ce qui donne des prix plus bas par rapport aux achats en détail [4].

Pour les autres variables (nombre de bacheliers et type de logement), même si elles ne sont pas communément significatives pour les deux foyers, les données d'enquête montrent que généralement, en termes de pourcentage, plus de ménages-FM n'ont pas accès à l'électricité par rapport aux ménages-FA. Les ménages-FM sont aussi plus nombreux à n'avoir aucun bachelier dans la famille. Même constat pour l'occupation de villa comme logement familiale.

Dans la section suivante qui traite de la modélisation de consommation de charbon pour les deux foyers, les variables susmentionnées sont prises à leurs valeurs moyennes de la zone étudiée.

3.2. Modélisation de la consommation de charbon des foyers améliorés

L'utilisation de cet équipement touche 70,6 % des ménages, d'où son importance dans la consommation totale en charbon. La consommation moyenne de charbon par les ménages utilisant ce foyer est déterminée par: la *taille des ménages (T)*, le *prix du charbon (P)* et la *facture d'électricité (EL)*, selon le modèle suivant:

$$Q_{FA} = 50,26 + 7,807 \cdot T - 0,032 \cdot P - 0,484 \cdot EL - 0,0095 \cdot T \cdot P + 0,00096 \cdot P \cdot EL \quad (5)$$

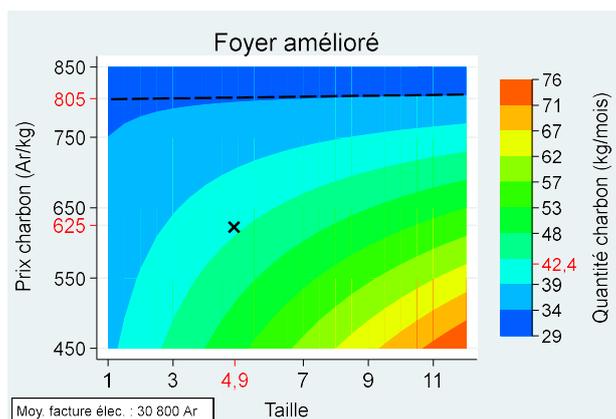


Fig. 1. Consommation de charbon en fonction de la taille des ménages et du prix du charbon

En prenant la moyenne de la facture d'électricité (30 800 Ar), la figure ci-dessous montre la variation de la consommation par ménage.

En effet, la consommation de charbon augmente proportionnellement avec la taille des ménages, et inversement avec le prix, ce qui vérifie la théorie du comportement du consommateur. En partant de la moyenne, après calcul, un individu de plus au sein du ménage fera augmenter la consommation de 1,86 kg/ménage/mois. La consommation moyenne est de 42,4 kg/mois, avec 9,663 kg/tête/mois.

Pour la prévision, un niveau des prix du charbon supérieur à environ 805 Ar/kg ne fera plus augmenter la quantité consommée, quel que soit la taille des ménages. Pour cela, en faisant varier le prix moyen du charbon de 625 Ar/kg à 725 Ar/kg, c'est-à-dire une augmentation de 16%, après calcul, la consommation aura un recul de 11,4%. Par contre, les dépenses moyennes en charbon ne diminueront que de 2,8%, montrant ainsi l'inélasticité des dépenses par rapport au prix du charbon. Ce combustible constitue donc bel et bien un produit de première nécessité. Cette situation constitue une perte pour les ménages, car ils s'accrochent toujours au charbon en diminuant la consommation, alors que les dépenses correspondantes sont presque inchangées.

Un autre cas intéressant est de percevoir l'effet combiné des variables financières, c'est-à-dire le prix du charbon et la facture d'électricité, sur la consommation de charbon. La figure ci-après présente ce cas en fixant la taille des ménages à sa moyenne (4,9 personnes par ménage). On constate que quel que soit le prix, les ménages consommant plus d'énergie électrique, considérés comme plus aisés, consomment également plus de charbon.

On voit également la séparation des ménages en deux groupes, par rapport au montant de la facture d'électricité :

- Pour ceux qui paient en-dessous d'environ 84 000 Ar, la consommation diminue lorsque le prix tend à augmenter. Ce premier groupe abrite 95 % des ménages cuisinant avec des FA, y compris ceux qui n'ont pas accès à l'électricité qui compte 12 % de la population. Etant sans électricité, ces derniers, considérés comme les moins nantis, sont également les moins consommateurs de charbon, surtout pour des prix élevés de celui-ci.
- Pour les 5 % restant ayant une facture d'électricité supérieure à 84 000 Ar, c'est-à-dire plus de 2,7 fois la moyenne de celle de la zone étudiée, la consommation de charbon augmente avec les prix. Ces ménages ne se soucient de la quantité de charbon consommée, mais recherchent plutôt la satisfaction par l'utilisation de ce combustible, montrant leur niveau de vie très élevé. L'une des difficultés de la réalisation de transition énergétique dans les pays en développement repose sur ce comportement des ménages aisés. L'économie d'énergie des combustibles ligneux repose également sur ce comportement des familles plutôt riches, alors que la protection de l'environnement en dépend.

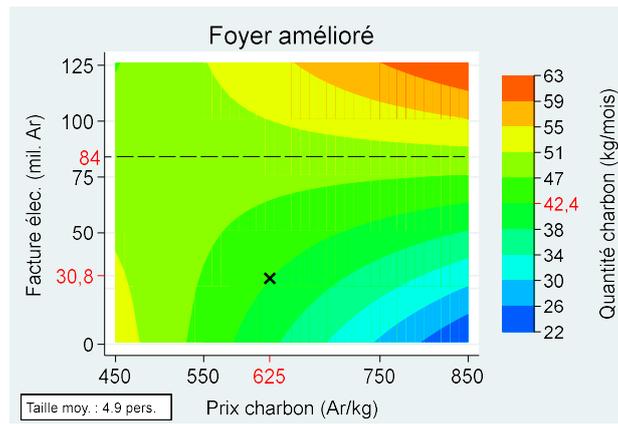


Fig. 2. Consommation de charbon en fonction du prix et de la facture d’électricité

Notons qu’en fonction du prix du combustible alternatif, un prix très élevé du charbon pousse un ménage à adopter un autre combustible, le gaz en l’occurrence. Ce changement de comportement ne dépend uniquement du revenu, selon la théorie classique de l’échelle énergétique, mais aussi d’autres caractéristiques du ménage en question [10][11][12][13]. Toutefois, les faits mentionnés plus haut confirment l’importance de la facture d’électricité, en tant que variable déterminant du standing de vie des ménages.

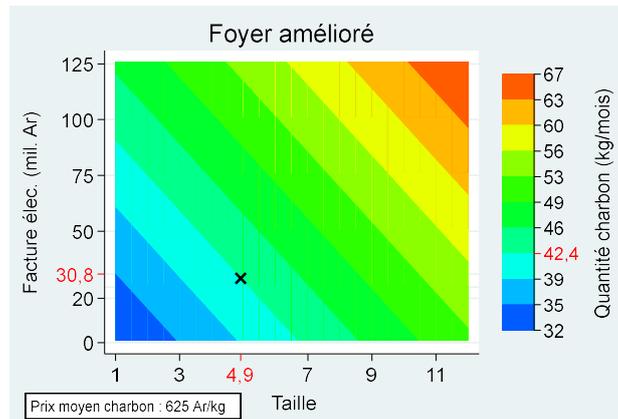


Fig. 3. Consommation de charbon en fonction de la taille et de la facture d’électricité

La figure ci-dessus confirme la caractéristique de standing de la facture d’électricité, plus son montant est élevé plus la consommation de charbon l’est également, toutes tailles confondues. Cet effet d’augmentation est aussi constaté avec la taille des ménages, quel que soit le montant de la facture d’électricité.

3.3. Modèle de consommation de charbon des foyers métalliques

Les ménages utilisant ce foyer comptent 19,7 % de la population de la zone étudiée, ce qui est non négligeable. La consommation moyenne de charbon par ménage dépend de la *taille des ménages* (**T**), du *prix du charbon* (**P**), du *nombre de bacheliers* au sein du ménage (**BACC**) et du *type de logement* (**LOG**), selon le modèle suivant:

$$Q_{FM} = 63,405 + 1,153 \cdot T^2 - 0,055 \cdot P + 6,197 \cdot BACC - 0,462 \cdot LOG \cdot T^2 \quad (6)$$

Selon la Fig. 4 ci-après, l’effet du type de logement occupé diffère suivant la taille du ménage. Pour la majorité des ménages qui habitent dans des maisons traditionnelles ou en matériaux durs, la consommation accroit avec la taille, ce qui est tout à fait normal. A taille égale, les ménages vivant dans des maisons en bois ou équivalent consomment plus de charbon que ceux vivant dans des maisons plus confortables. Vue leur niveau de vie, ces ménages consacrent plus de pourcentage de leur budget aux achats de charbon par rapport aux autres ménages considérés comme plus aisés. Il est donc très fort probable que les ménages

(vivant dans des maisons en bois ou autres) ne font aucun usage du gaz ou de l'électricité pendant les cuissons des repas. Ceci confirme le fait établi dans plusieurs pays en développement qui stipule qu'en milieu urbain le charbon reste le principal combustible des ménages surtout ceux au revenu plus faible [14].

En revanche, pour les ménages occupant des villas et appartements, la consommation de charbon diminue avec la taille. Ces ménages, généralement aisés, ont tendance à consommer moins de charbon pour pouvoir ajouter d'autres sources d'énergie. Ils adoptent le gaz et/ou l'électricité pour satisfaire leur besoin en énergie de cuisson.

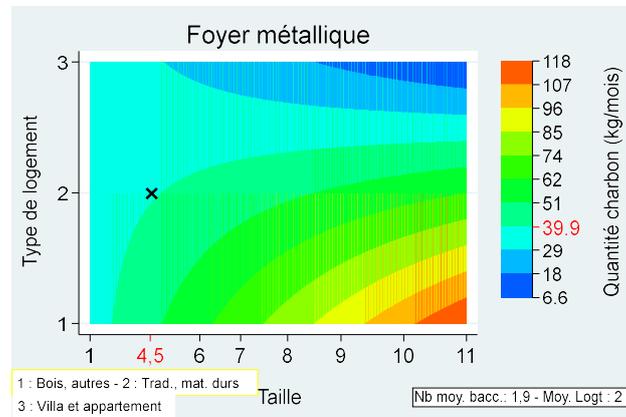


Fig. 4. Consommation de charbon en fonction de la taille des ménages et du type de logement

Aménager dans un habitat de niveau supérieur engendre une diminution de 9,355 kg/mois de la consommation moyenne de charbon. Ceci montre que certains ménages ont accédé à un standing de vie plus élevé et ont adopté le gaz et/ou l'électricité dans les cuissons alimentaires. Cela ne veut pas dire pour autant que tous ont abandonné complètement le charbon au profit du gaz. Dans les pays en développement, la notion de transition énergétique se résume généralement par une combinaison de combustible traditionnel et d'un autre combustible jugé plus propre (gaz, éthanol, électricité). En se faisant, les ménages assurent leur sécurité d'approvisionnement et gardent aussi leurs pratiques et préférences culinaires. Cette situation est confirmée par plusieurs auteurs [10][11][12][13][14].

Pour l'effet de la taille, une personne de plus au sein d'un ménage de taille moyenne (4,5 personnes vivant dans une maison traditionnelle ou en matériaux durs) entraîne un surplus de consommation de 2,061 kg/ménage/mois. Tandis que pour les ménages occupant une villa, on constate une corrélation négative entre la taille et la consommation de charbon. Pour ces ménages aisés, le fait d'être plus nombreux dans la maison augmente également le nombre de salariés, permettant ainsi de se procurer du gaz ou de cuisiner avec de l'électricité.

Quant au nombre de bacheliers au sein de la famille, plus ils sont nombreux plus la consommation de charbon est élevée, quel que soit la taille des ménages. La figure ci-après le montre clairement. Un nouveau bachelier au sein de la famille entraîne une augmentation moyenne de la consommation de charbon de 5,96 kg/mois.

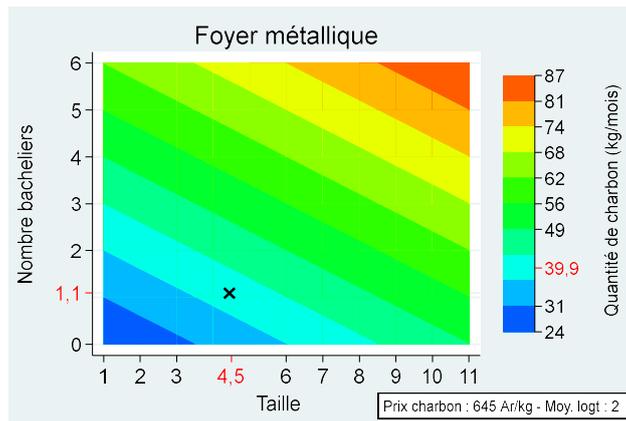


Fig. 5. Consommation de charbon en fonction du nombre de bacheliers et de la taille des ménages

Concernant l’effet du prix du charbon, une augmentation de 100 Ar/kg entraine un recul de la consommation de 5,4 kg/mois, selon la Fig. 6 ci-après. Ceci est en cohérence avec la théorie microéconomique des consommateurs.

La prévision pour la consommation moyenne de la classe est de 39,9 kg/mois, donnant 9,899 kg/tête, contre 9,663 kg/tête pour les ménages-FA. Ces valeurs donnent 2,44% seulement d’économie de charbon réalisée par l’utilisation des FA, ce qui est très loin des 30% escomptés par le GIZ (2017) dans son analyse de la chaîne de valeur « foyer amélioré » [7]. Ceci vient du fait que généralement, les FA achetés par la majorité des ménages ne respectent pas les normes techniques requises. Ce sont des FA beaucoup moins performants, mais très bon marché. A cause de la faiblesse du pouvoir d’achat, les ménages ne tiennent compte que du prix comme seul critère de choix du foyer à acquérir ; d’où la prolifération de la production de ce type de foyer amélioré.

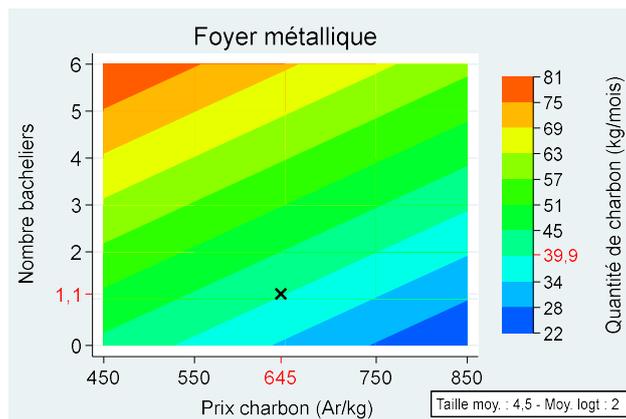


Fig. 6. Consommation de charbon en fonction du prix du charbon et du nombre de bacheliers

Bien que ces foyers améliorés ont une réelle capacité d’économiser du charbon, étant faits en argile, une autre cause entrainant leur mauvaise performance est son mode d’usage pratiqué par les ménages.

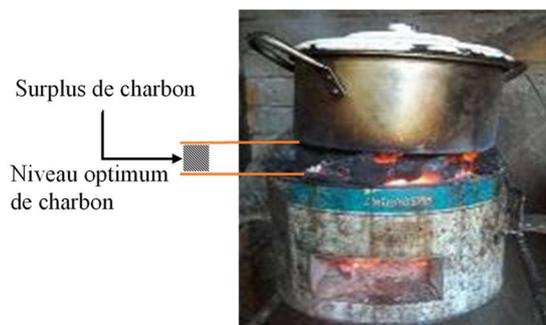


Photo 1 Mauvaise utilisation des foyers améliorés.

La photo ci-dessus présente une mauvaise utilisation des foyers améliorés pratiquée par beaucoup de ménagères. En effet, la quantité optimale de charbon versée dans le FA n'est pas respectée. Il y a donc surplus de charbon, ce qui rend la consommation par tête très proche de celle des FM. L'une des causes est la recherche d'une durée de cuisson plus courte, diminuant ainsi très fortement le rôle d'isolation thermique de la couche d'argile, qui est la caractéristique principale des FA. Il y a aussi l'idée de mettre plus de charbon au début de la cuisson pour éviter d'en ajouter après quelques temps, dans le cas de cuisson d'un aliment dur, les légumineuses par exemple [4].

IV. CONCLUSION

Ce document nous a permis de présenter les résultats de la comparaison entre la consommation de charbon des deux fourneaux les plus utilisés par les ménages. Cette étude montre une faible efficacité énergétique des foyers améliorés utilisées par les ménages eu égard aux foyers métalliques traditionnels. En termes de poids, l'économie de charbon réalisée est très faible. Malgré cela, les foyers améliorés constituent un instrument incontournable dans l'efficacité de l'ensemble de la filière bois-énergie, tant du point de vue énergétique qu'économique et environnemental. A court et moyen termes, l'usage du charbon dans les cuissons alimentaires apporte plusieurs avantages, notamment financier, aux ménages. Afin d'aboutir à une réelle transition énergétique, la cuisson au charbon est un passage obligé pour la plus grande majorité des ménages. Pour cela, des améliorations à plusieurs niveaux sont indispensables pour que les foyers améliorés apportent réellement leurs fruits.

REFERENCES

- [1] Organisation Mondiale de la Santé, Energie domestique et Santé. Des combustibles pour vivre mieux, ISBN 978 92 4 256316, 2007.
- [2] D. Verhaegen, H. Randrianjafy, A. H. Rakotondraoelina, R. M. C. Trendelenburg, N. Andriamampianina, P. Montagne, A. Rasamindisa, G. Chaix, J. P. Bouillet, J. M. Bouvet, Eucalyptus robusta pour une production durable en bois énergie à Madagascar : bilan des connaissances et perspectives. Bois et forêts des tropiques, n°32 (2), 2014, .
- [3] D. Meyers, B. Ramamonjisoa, J. Seve, M. Razafindramanga, C. Burren, " Etude sur la consommation et la production en produits forestiers ligneux à Madagascar," JariAla, 2009.
- [4] A. G. Ralibera, Analyse et prévision de la demande en combustibles domestiques, cas de la Commune d'Andranonahoatra. Thèse de doctorat, Université d'Antananarivo, 27 octobre 2022.
- [5] D. Gagne, Principes de combustion appliqués au chauffage au bois. Direction de santé publique, Agence de la santé et de services sociaux de l'Abitibi-Témiscamingue, 2007.
- [6] S. O. Abdimalik, Socio-cultural factors in influencing households' choice of continuous cooking fuel in Garissa municipality, 2012.
- [7] GIZ. Chaîne de valeur "foyer amélioré". Programme d'Appui à la Gestion de l'Environnement, 2017.
- [8] Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures. Document d'Étude de la Politique et Stratégie de l'Énergie, 2016.
- [9] Ministère de l'Énergie et des Hydrocarbures. Assistance pour le Développement d'une nouvelle politique de l'Énergie et d'une Stratégie pour la République de Madagascar- Phases 2 et 3. EUEI-PDF, 2015.
- [10] O. R. Masera, B. Saatkamp, D. Kammen, From linear Fuel Switching to Multiple cooking strategies : a critique and alternative to the energy ladder model, Elsevier, World Development Vol. 28, No. 12, pp. 2083-2103, 2000.
- [11] J. Choumert, M. P. Combes, L. Le Roux, Energy ladder or energy stacking: a panel data analysis of Tanzanian households' energy choices, Economic Development Initiatives, High Wycombe, United Kingdom/Bukoba, Tanzania, 2017.
- [12] F. O. Ogwumike, U. M. Ozughalu, G. A. Abiona, Household energy use and determinants: Evidence from Nigeria, International Journal of Energy Economics and Policy, Vol. 4, No 2, 2014, pp.248-262, 2014.
- [13] A. Mekonnen, G. Kohlin, Determinants of Household Fuel Choice in Major Cities in Ethiopia, Environment for Development, Environmental Economics Policy Forum for Ethiopia, 2008.

- [14] B. Ouedraogo, Household energy preferences for cooking in urban Ouagadougou, Burkina Faso, Energy Policy, ResearchGate. doi:10.1016/j.enpol.2005.09.006. Source RePEc, 2006.
- [15] A. Ado, I. R. Darazo, M. A. Babayo, Determinants of fuels stacking behaviour among households in Bauchi Metropolis, The Business and Management Review, Volume 7 Number 3, 2016.