



## Impact de l'utilisation des foyers à basse consommation d'énergie sur l'épuisement des ressources ligneuses dans le Département de Mandelia au Tchad

Yéna ZOUGLOU<sup>1</sup>, Christophe DJEKOTA<sup>2\*</sup>, MBerdoum Memti NGUINAMBAYE<sup>2</sup>,  
Brahim Boy OTCHOM<sup>2</sup>, Mbaïlaou MBAIGUINAM<sup>2</sup> et Ahmad Yassine ASSAFO<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Direction des Forêts, Ministère de l'Environnement, de l'Eau et de la Pêche, Tchad.*

<sup>2</sup>*Laboratoire de Botanique Systématique et d'Écologie Végétale, Département de Biologie, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Université de N'Djaména, B.P 1027 N'Djaména, Tchad.*

<sup>3</sup>*Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement (AEDE), Tchad.*

*\*Auteur correspondant ; E-mail : [cdjekota@yahoo.fr](mailto:cdjekota@yahoo.fr); Tél. (+235) 66 28 31 26*

Received: 08-08-2020

Accepted: 18-12-2020

Published: 31-12-2020

### RESUME

Au Tchad, certains ménages et les artisans continuent par s'approvisionner en bois et charbon de bois ; ce qui dégrade sérieusement les ressources végétales. Dans ce contexte, des actions de vulgarisation des foyers améliorés dans les ménages ont été renforcées avec des types de foyers à basse consommation d'énergie dans certaines localités situées dans le bassin d'approvisionnement en bois-énergie de la ville de N'Djaména de 2003 à 2013 par l'AEDE (Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement). C'est à la suite de cette vulgarisation des foyers améliorés que cette étude qui vise l'utilisation rationnelle et durable de ressources ligneuses a évalué la consommation en bois-énergie chez deux catégories : artisans de 'Bili-Bili' et artisans de 'Tchélé' en novembre 2016, à Mandelia. Les données sur les inventaires forestiers de la zone d'étude passées en revue ainsi que des enquêtes chez ces artisans ciblés ont permis d'estimer leur consommation en bois-énergie. Les résultats montrent que l'utilisation du foyer amélioré de type 'Kiva-Base' adopté par 36% des brasseuses a permis de réduire 62 kg/j/artisan de 'Bili-Bili'; soit une réduction de 35% en consommation de bois. Chez les 48% des grilleurs de viande qui ont adopté le foyer amélioré de type 'Sewa', une réduction en bois-énergie de 63 kg/j/artisan de 'Tchélé' a été enregistrée ; soit une réduction de 30% en consommation de bois. Cette réduction de consommation en bois-énergie représente un impact positif considérable sur la conservation des ressources ligneuses à Mandelia. Ce travail peut être étendu à d'autres localités où la concentration de ces artisans est plus élevée pour une gestion durable en bois-énergie.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

**Mots clés :** Conservation des ressources ligneuses, foyer amélioré, brasseuse, grilleur de viande, Tchad.

## Impact of the use of low-energy stoves on the depletion of wood resources in the division of Mandelia in Chad

### ABSTRACT

In Chad, some households and artisans continue to rely on wood and charcoal, which seriously degrades plant resources. In this context, household extension activities for improved stoves have been reinforced with low-energy types of stoves in certain localities located in the wood energy supply basin of the city of N'Djaména from 2003 to 2013 by the AEDE (Agency for Domestic Energy and the Environment). It is following this popularization of improved stoves that this study, which aims at the rational and sustainable use of wood resources, evaluated the consumption of wood energy in two categories: craftswomen of 'Bili-Bili' and craftsmen of 'Tchélé' in November 2016, in Mandelia. Data from forest inventories in the study area reviewed, as well as surveys among these targeted artisans, enabled the estimation of their wood energy consumption. The results show that the use of the 'Kiva-Base' improved stove adopted by 36% of the brewers resulted in a reduction of 62 kg/d/craftsman of 'Bili-Bili'; a 35% reduction in wood consumption. Among the 48% of meat grillers that adopted the 'Sewa' improved stove, a reduction in wood energy of 63 kg/d/craftsman of 'Tchélé' was recorded, representing a 30% reduction in wood consumption. This reduction in wood energy consumption represents a considerable positive impact on the conservation of wood resources in Mandelia. This work can be extended to other localities where the concentration of these craftsmen is higher for a sustainable management of wood energy.

© 2020 International Formulae Group. All rights reserved.

**Keywords:** Wood resource conservation, improved fireplace, brewer, meat griller, Chad.

### INTRODUCTION

La plupart des espèces végétales et animales endémiques connues au Tchad sont menacées aujourd'hui d'extinction à cause des aléas climatiques et des activités humaines (Bangirinama *et al.*, 2016). Les phénomènes tels que la régression progressive du couvert végétal, le dépérissement accru des ligneux et la fissuration des sols, les poches de déforestation, l'augmentation de la vitesse du vent, l'accroissement des écarts thermiques au niveau du sol, la baisse de la pluviométrie, etc. impactent ces ressources (Van Vliet *et al.*, 2010). Cependant, les ressources ligneuses satisfont à des besoins primaires : bois-énergie pour la cuisson des repas quotidiens et la production artisanale, bois de service pour construire des maisons et des hangars, bois d'œuvre pour fabriquer des meubles (lits, chaises, autres produits artisanaux), le bois d'œuvre d'art (sculptures diverses), la pharmacopée et l'alimentation du bétail (CILSS-PREDAS, 2004, 2006 ; Behrendt *et al.*, 2013, Soulama *et al.*, 2015). La

Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques reconnaît que la déforestation et la dégradation forestière d'origine humaine sont responsables des émissions mondiales de gaz à effet de serre (Rautner *et al.*, 2013).

Au Tchad, selon les études menées par le SIDRAT en 2013, les formations forestières naturelles estimées à 23,3 millions d'hectares sont de manière globale en régression d'environ 50% du potentiel forestier national au cours des vingt dernières années, soit un rythme préoccupant de dégradation estimé à 2,5% par an (SNRP2, 2008). Ces tendances accompagnées de la coupe abusive et anarchique du bois vert destiné aux ménages et aux secteurs de transformation agroalimentaire, constituent une menace pour les ressources ligneuses. Malgré les efforts consentis par les plus Hautes Autorités à travers la promotion et la subvention du gaz butane, des études et enquêtes ont montré que le bois-énergie demeure le combustible domestique principal en milieu rural (FAO,

2012 ; SIDRAT, 2013). Ce déboisement à outrance du patrimoine forestier a fait passer les superficies forestières estimées à 32 millions d'hectares en 1972 à 10,9 millions d'hectares en 2012 avec un potentiel ligneux disponible d'environ 776 994 748 m<sup>3</sup> (MERH, 2013 ; SIDRAT, 2013). Ces tendances accompagnées de la coupe abusive et anarchique du bois vert destiné aux ménages et aux secteurs de transformation agroalimentaire, la pression démographique rurale et urbaine, la pauvreté rurale et la mauvaise gouvernance du secteur forestier constituent une menace pour les ressources ligneuses (Madjimbe et al., 2018).

Depuis des temps anciens, en toutes saisons, les ressources végétales naturelles sont utilisées par les populations comme source d'énergie pour la préparation de la bière locale à cause de son caractère culturel et économique (Djanan et al., 2003 ; Yaméogo et al., 2013 ; Dossou et al., 2014).

C'est dans ce contexte qu'en 2013, le lancement du projet de vulgarisation des foyers à basse consommation d'énergie par l'AEDE et ses partenaires dans 3 sites pilotes (Guelendeng, Massaguet et Mandelia) fut opportun pour contribuer à la préservation de l'environnement. Dans le cadre de ce projet, les travaux préliminaires ont permis d'identifier, dans 3 sites pilotes, deux secteurs majeurs en matière d'utilisation de bois-énergie. Il s'agit des productrices de la bière localement appelée 'Bili-Bili', secteur purement féminin qui emploie environ 40 000 personnes et les vendeurs de viande grillée le 'Tchéélé', secteur purement masculin qui emploie environ 2 300 personnes dont 2/3 résident dans le Département de Mandelia. En outre, des artisans producteurs des foyers améliorés qui ont été appuyés et leur capacité renforcée, ont activement participé à cette opération de diffusion.

Le choix de Mandelia pour cette étude se justifie par la forte concentration des deux catégories d'artisans. Les brasseuses de la bière locale 'Bili-Bili' et les vendeurs de viande

grillée 'Tchéélé' représentent les 2/3 de l'effectif de ces artisans dans les 3 sites pilotes. En outre, cette zone d'étude est susceptible de créer une synergie entre ces mêmes secteurs au niveau de la capitale N'Djaména où ces artisans sont également très concentrés.

Cette étude visait l'utilisation rationnelle et durable de ressources ligneuses en évaluant l'impact de l'utilisation des foyers à basse consommation d'énergie sur l'épuisement des ressources ligneuses à partir de l'estimation de la consommation en bois-énergie des artisans ciblés.

## MATERIEL ET METHODES

### Matériel

#### *Localisation de la zone d'étude*

Le Département de Mandelia (15° 10' 0'' Nord et 11° 50' 0'' Est) est situé dans la Région du Chari Baguirmi. Cette zone d'étude se situe dans la partie sud du bassin d'approvisionnement en bois-énergie de la ville de N'Djaména. Ce bassin qui couvre une superficie totale 7 290 000 ha s'étend sur 10 Départements répartis entre les provinces du Batha, Chari-Baguirmi, Hajer Lamis, Mayo Kebbi-Est et N'Djaména (AEDE, 2011a ; ECO-Consult/Agritchad, 2002a et 2002b). La Carte 1 présente les limites de la zone d'approvisionnement de N'Djaména en bois-énergie avec les chefs lieu des provinces concernées.

#### *Sources statistiques exploitées*

Cette étude a nécessité la connaissance des quantités de bois-énergie consommées à Mandelia. Ainsi, quatre sources statistiques concernant les différents segments de consommateurs du bois-énergie dans cette zone d'étude ont été utilisées :

- ✓ L'enquête sur les dépenses des ménages (INSEED/RGPH2, 2012) qui a fourni les données portant sur la consommation en bois-énergie des populations ;
- ✓ L'inventaire forestier du Département de Mandelia à partir l'inventaire général par l'AEDE (2011b) et celui

de la FAO/TCP/CHD/3203 (D) par la méthodologie WISDOM axée sur l'offre et la demande dans l'aire d'approvisionnement de la ville de N'Djaména en bois-énergie ;

- ✓ L'enquête sur la consommation en bois-énergie chez les artisans ciblés : en 2013, l'AEDE a vulgarisé des foyers à basse consommation d'énergie dans la région du Chari-Baguirmi dans 3 sites pilotes à savoir Massaguet, Guelendeng et Mandelia.

## Méthodes

### *Echantillonnage et enquête de pesée chez les artisans ciblés à Mandelia*

En utilisant la variable durée de l'activité dans les sondages, les artisans ciblés qui ont commencé leur activité au plus deux ans à la date de vulgarisation des foyers améliorés de types 'Kiva-Base' chez les brasseuses et 'Sewa' chez les grilleurs de viande par l'AEDE en 2013 ont été enquêtés. Ils sont ainsi considérés comme les artisans qui sont rentrés dans ce secteur d'activité au cours du triennal de la phase pilote de cette vulgarisation des foyers à basse consommation énergétique.

### *Potentiel ligneux dans le bassin d'approvisionnement en bois-énergie pour la ville de N'Djaména*

Le potentiel ligneux à Mandelia a été estimé à partir l'inventaire général par l'AEDE (2011b) et celui de la FAO/TCP/CHD/3203 (D) par la méthodologie WISDOM axée sur l'offre et la demande dans l'aire d'approvisionnement de la ville de N'Djaména en bois-énergie. Les résultats de ces travaux indiquent une zone minimale d'approvisionnement d'une superficie de 71 000 Km<sup>2</sup>, dans un rayon d'environ 180 km autour de N'Djaména qui inclut Mandelia. L'accroissement annuel moyen de cette aire d'approvisionnement est estimé à 6 576 000 tonnes dont 5 235 000 tonnes sont accessibles (79,6%). Ce bassin d'approvisionnement qui

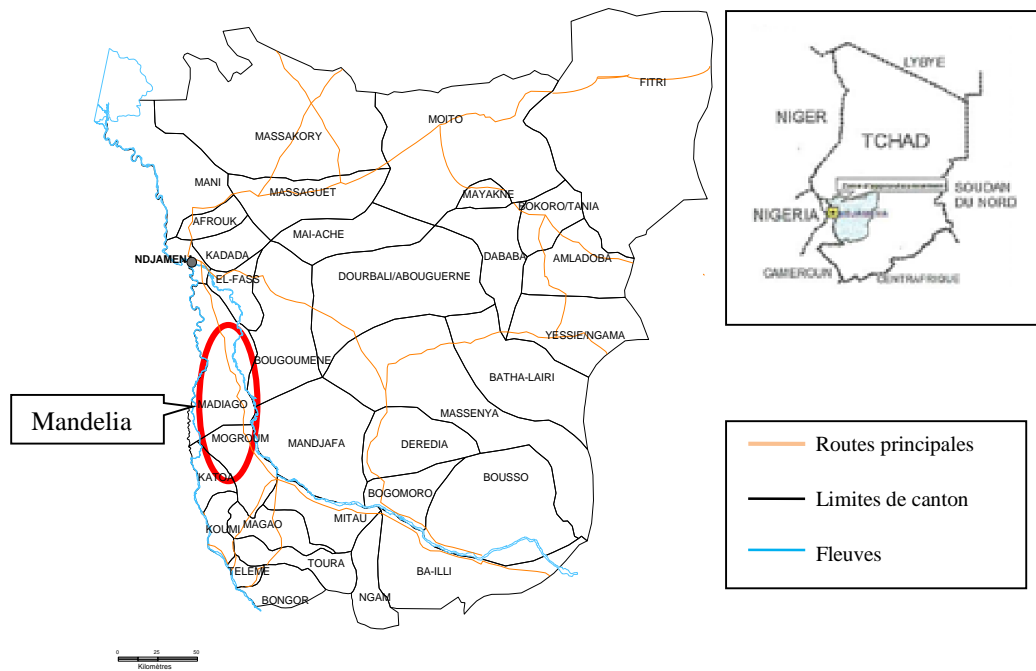
couvre 10 départements appartenant 5 provinces sur les 23 que compte le pays est habité par une importante population (environ 2 229 100 habitants) à prédominance rurale. Environ 1 440 300 habitent en milieu rural contre 788 800 habitants en milieu urbain. Cette population rurale pratique des activités agropastorales de manière si extensive qu'elle exerce une forte pression sur les formations végétales (INSEED/RGPH2, 2012).

### *Méthode d'évaluation des coefficients de consommation*

Pour l'évaluation des coefficients de consommation, deux méthodes ont été combinées. Il s'agit des méthodes de « la pesée » et de « la conversion des dépenses » :

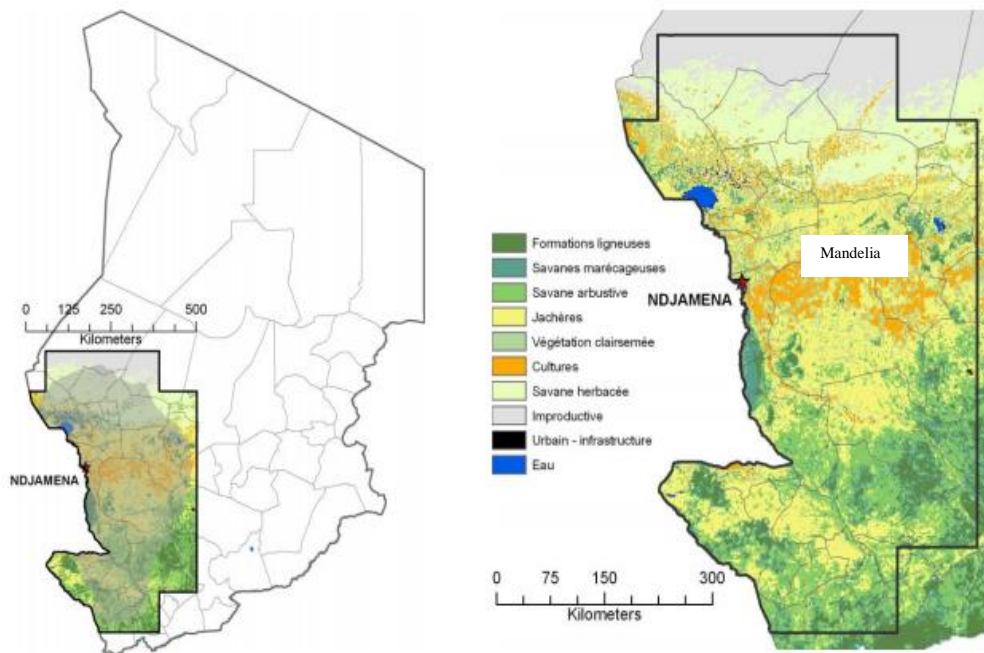
- ✓ La méthode de « la pesée » consiste à peser la quantité de bois-énergie au début de l'allumage du foyer et à la fin de l'activité, peser la quantité restante pour connaître la quantité de bois consommée au cours de l'activité journalière. Cette méthode a été utilisée par plusieurs auteurs Ouédraogo, (1996) ; Mostert et al., (1998) ;
- ✓ La méthode « conversion des dépenses » consiste à diviser la dépense par artisan pour une période donnée par le prix moyen du kilogramme de bois-énergie à la même période. Ensuite on rapporte ce résultat au prix moyen du kilogramme du bois-énergie sur le marché pour chiffrer le coefficient de cette consommation (en kg/jour/habitant). La méthode de la « conversion des dépenses » a été élaborée et utilisée par Ouédraogo (2006).

L'évaluation de la consommation totale en bois-énergie est calculée en faisant le produit de l'effectif des artisans par le coefficient de consommation journalière chez chaque catégorie d'artisan.



Source : SIDRAT (2013)

**Carte 1** : Localisation du bassin d’approvisionnement en bois-énergie de la ville de N’Djaména.



**Carte 2** : Zone couverte par l’analyse WISDOM (FAO, 2011).

## RESULTATS

### *Populations enquêtées*

En 2016, 607 artisans appartenant à deux secteurs d'activité (femmes brasseuses et les hommes grilleurs de viande) ont été enquêtés.

L'analyse des données du Tableau 1 révèle que l'effectif des artisans ciblés a presque triplé en 3 ans (2013 à 2016). Ce taux d'accroissement triennal de ces artisans ciblés révèle l'envergure de leurs activités dans l'économie rurale. Ces artisans ciblés sont des :

- Femmes brasseuses qui fabriquent la bière traditionnelle à base du sorgho rouge appelée localement 'Bili-Bili'. Parmi celles-ci, il y a : 36% utilisent le foyer 'Kiva-Base' ; 33% d'entre elles continuent à utiliser les foyers traditionnels (trois pierres malgré les séances de sensibilisation ; 25% qui ont bien voulu acquérir le foyer 'Kiva-Base' ne l'ont pas encore acheté à cause de son coût plus élevé ; 6% méconnaissent l'importance du foyer amélioré 'Kiva-Base' se disant non atteint par les animateurs communautaires.
- Hommes grilleurs de viande ou vendeurs de viande grillée appelée localement 'Tchélé'. Parmi ceux-ci, il y a : 48% utilisent le foyer amélioré 'Sewa' ; 27% d'entre eux continuent à utiliser les foyers traditionnels malgré les séances de sensibilisation ; 22% qui ont bien voulu acquérir le foyer 'Sewa' ne l'ont pas encore acheté à cause de son coût plus élevé ; 3% méconnaissent l'importance du foyer amélioré 'Sewa' se disant non atteint par les animateurs communautaires.

### *Evaluation des coefficients de consommation à Mandelia*

L'application de la méthode de la « conversion des dépenses » chez les artisans qui utilisent les foyers améliorés à basse consommation énergétique a permis d'évaluer leur coefficient de consommation.

De l'hypothèse que ce ne sont pas tous les artisans ciblés à Mandelia qui préparent simultanément chaque jour d'une part et d'autre part en raison de leur activité qui est régie par les jours de marchés hebdomadaires ou simplement pour éviter les méventes quand l'offre viendrait à être supérieure à la demande, des modes d'organisations locales de tour de préparation rotative sont appliqués. Ainsi, les coefficients de consommation des artisans sont fonction de l'intensité de leur activité. L'évaluation de leur demande nécessite la connaissance des fréquences hebdomadaires des activités de ces catégories d'artisans. La connaissance des coefficients de consommation des différents segments de consommateurs de bois-énergie permet d'évaluer leur consommation annuelle.

### *Coefficient de consommation du bois-énergie chez les brasseuses*

Pour une préparation journalière d'environ 200 litres de bière locale 'Bili-Bili' sans utilisation du foyer amélioré, le poids du bois-énergie utilisé variait de 174 à 182 kg/j et coûte entre 3 000 à 3 500 FCFA ; soit une dépense moyenne de 3 250 FCFA. Au moyen du foyer à basse consommation d'énergie appelé 'Kiva-Base' (Cf. photo 1a et 1b), le poids du bois-énergie utilisé variait de 112 à 120 kg/j ; soit un coefficient de consommation de 116 kg/j et coûte entre 1 900 à 2 280 FCFA pour une dépense moyenne de 2 100 FCFA.

L'introduction du foyer amélioré a permis de réduire la consommation de 62 kg/j et dégager un profit supplémentaire d'un montant de 1 150 FCFA qui n'est pas négligeable dans l'économie rurale pour un secteur agroalimentaire en milieu exclusivement féminin. Les brasseuses préparent la bière 'Bili-Bili' en moyenne 2 fois par semaine. Cette cuisson s'étend sur 8 à 10 heures ; c'est ce qui explique une moyenne de consommation de 116 kg de bois par préparation. Cependant, il faut noter qu'il existe une forte dispersion au niveau des fréquences de préparation hebdomadaires chez les brasseuses. Certaines d'entre elles préparent une seule fois toutes les deux semaines alors que d'autres préparent une fois

par semaine. Ces brasseuses qui produisent une fois par semaine, commercialisent elles-mêmes leur production, tandis que celles qui produisent deux fois par semaine confient la vente à des revendeuses.

#### ***Coefficient de consommation du bois-énergie chez les grilleurs de viande***

Hormis les dépenses liées à l'achat de la viande (animal sur pied ou détail de morceaux de viande), des condiments, des produits d'entretien et de la main d'œuvre, l'activité du grilleur de viande sans utilisation du foyer amélioré consomme 174 à 195 kg/j de bois-énergie qui coûte 3 045 à 3 705 FCFA ; soit une dépense moyenne de 3 375 FCFA. Au moyen du foyer à basse consommation d'énergie appelé 'Kiva-Base' (Cf. photo 2a et 2b), le poids du bois-énergie utilisé variait de 118 à 126 kg/j ; soit un coefficient de consommation de 122 kg/j et coûte entre 2 070 à 2 400 FCFA pour une dépense moyenne de 2 235 FCFA.

L'introduction du foyer à basse consommation d'énergie appelé 'Sewa' a permis de réduire la consommation de 63 kg/j et dégager un profit supplémentaire d'un montant de 1 140 FCFA. Ce profit prouve à suffisance l'importance qu'occupe ce secteur dans l'économie locale.

Environ 15% des grilleurs de viande menaient leur activité au-delà de Mandelia centre dans les marchés hebdomadaires des alentours à Kournari, Maïlao, etc. Le bois-énergie que ces derniers consomment est acheté sur place.

#### ***Évaluation du déficit en bois-énergie à Mandelia***

D'après l'analyse WISDOM, Mandelia couvre une superficie de 62 337 ha avec un potentiel ligneux exploitable de 81 337 tonnes/an pour une population de 235 870 habitants. Le potentiel ligneux exploitable et la consommation totale en bois-énergie à Mandelia permet d'évaluer son déficit en bois-énergie pour l'an 2016 comme présenté dans le Tableau 2. Dans les ménages, le coefficient de consommation en bois-énergie est 1,45 kg/j/habitant. Chez les brasseuses et les grilleurs de viande, le

coefficient de consommation en bois-énergie calculé est respectivement 116 et 122 kg/j/artisan. En outre, le Tableau 2 montre une estimation de 3% correspondant aux autres artisans qui utilisent le bois-énergie comme facteur de production. Notre enquête ne les a pas couverts à cause de leur taille. Leur dénombrement exigerait un recensement exhaustif aux coûts éventuels très onéreux, et surtout l'ampleur de leur coefficient de consommation journalière par type d'artisan dont le poids serait faible. Il s'agit des forgerons, des kiosques de restauration, des fondeurs, des blanchisseurs, des potiers, des tailleurs, des vendeurs de café et thé, etc.

Le Tableau 2 montre une consommation totale de bois-énergie à Mandelia en 2016 correspondant à 156 297 tonnes/an ; soit un déficit annuel de 74 960 tonnes/an par rapport à un potentiel exploitable annuel de 81 337 tonnes/an. Cette surexploitation des ressources ligneuses montre que le taux de leur prélèvement excède le taux de la régénération. Ce déficit signale que 48% du bois-énergie que la population de Mandelia consomme proviendrait des autres terroirs limitrophes.

Le manque d'attention sur le volume de bois durablement exploitable a conduit les auteurs tels que Fauchaux et al. (1995) ; Pearce et al. (1990) à montrer qu'un processus d'exploitation de la ressource peut se poursuivre pendant de très longues périodes si l'homme peut exploiter l'accroissement de la ressource, la laisser croître, puis prélever de nouveau ce supplément, et ainsi de suite pourvu que les conditions bioclimatiques favorables soient apportées. L'analyse de ces données et les observations directes sur les parcelles de coupe de bois-énergie montrent l'ampleur des actions anthropiques négatives sur la biomasse ligneuse dans la zone d'étude malgré les mesures de protection et la réglementation de gestion des ressources ligneuses en vigueur au Tchad.

Cette estimation du potentiel ligneux dans la zone d'étude par la méthodologie WISDOM utilisée en 2012 par le projet TCP/CHD/3203 (D)/FAO est proche de celle qui

a été réalisée par l'AEDE (2011b); ECO-Consult/Agritchad (2002a) et actualisée par CBLT/PRODEBALT (2014).

**Impact de l'utilisation des foyers améliorés sur l'épuisement des ressources ligneuses**

Avec un échantillon de 41,35% d'artisans (brasseuses et grilleurs de viande) qui utilisent les foyers à basse consommation

énergétique, plus de 30% d'économie de bois-énergie se sont dégagés ; soit une réduction de bois-énergie de 62 kg par préparation chez les brasseuses et de 63 kg par préparation chez les grilleurs de viande. Cette réduction représente un impact positif considérable sur la conservation des ressources ligneuses à Mandelia.

**Tableau 1** : Effectif des artisans à Mandelia en 2013 et en 2016.

Population cible à Mandelia	Effectif en 2013	Effectif en 2016	Artisans Enquêtés	Proportion des enquêtés (%)
Brasseuses	382	819	295	36,02
Grilleurs de viande	232	649	312	48,07
Total	614	1 468	607	41,35



**Photo 1a** : Foyer des brasseuses en terre battue et sa consommation en bois-énergie.



**Photo 1b** : Type de foyer à basse consommation en bois-énergie chez les brasseuses.



**Photo 2a** : Foyer de grillade en terre battue et sa consommation en bois-énergie.



**Photo 2b** : Type de foyer à basse consommation en bois-énergie chez les grilleurs de viande.



**Tableau 2** : Estimation du déficit annuel en bois-énergie en 2016 à Mandelia.

Principaux consommateurs de bois-énergie			Total consommation	Potentiel exploitable	Déficit
Ménages	Artisans ciblés	Autres artisans			
124 885 t/an	26 384 t/an	5 028 t/an	156 297 t/an	81 337 t/an	74 960 t/an

t/an = tonne par an.

**Tableau 3** : Estimation de la consommation en bois-énergie des artisans utilisateurs de foyer amélioré à Mandelia en 2016.

Artisans ciblés	Brasseuses	Grilleurs de viande
Effectif des artisans (brasseuses et grilleurs de viande) à Mandelia	819	649
Echantillon des artisans enquêtés utilisateurs de Foyer Amélioré	295	312
Consommation journalière sans Foyer Amélioré (kg/j/artisan)	178±8	185±21
Consommation totale des artisans sans Foyer Amélioré (kg/j)	145 782	120 065
Consommation journalière avec Foyer Amélioré (kg/j/artisan)	116±8	122±8
Consommation totale avec Foyer Amélioré (kg/j)	95 004	79 178
Economie en bois-énergie avec Foyer Amélioré (kg/j)	50 778	40 887
Réduction de consommation journalière par artisan (kg/j)	62	63
Pourcentage de bois-énergie économisé	35%	34%

## DISCUSSION

### Populations enquêtées

Les résultats présentent une croissance des effectifs au sein de ces 2 catégories d'artisans allant du simple (614) au double (1 468) en 3 ans. La proportion de femmes qui s'adonnent à la préparation de la bière locale (56 %) est légèrement plus élevée que le nombre des hommes qui font la grillade de la viande (44%). Djanan et al. (2003); Yaméogo et al. (2013); Dossou et al. (2014) ont signalé que la cause de la croissance des artisans qui préparent la bière locale par leurs caractères culturels et économiques.

### Coefficient de consommation du bois-énergie chez les deux catégories d'artisans ciblés

Il ressort de cette étude qu'avec le foyer à basse consommation d'énergie appelé 'Kiva-Base', le poids du bois-énergie utilisé variait de 112 à 120 kg/j; soit un coefficient de consommation de 116 kg/j et coûte entre 1 900 à 2 280 FCFA pour une dépense moyenne de 2 100 FCFA par cycle de préparation. Ces résultats sont proches de ceux de Dao et al. (2019) qui ont rapporté dans la zone de la Boucle du Mouhoun au Burkina Faso que chaque foyer traditionnel de bière locale consomme entre 129,33 et 200,33 kg avec une moyenne de 163,75 kg de bois par cycle de

cuisson. Djanan et al. (2003) ont montré également que la préparation et vente de 'Bili-Bili' au Tchad, génère aux femmes plus de 40 000 FCFA de revenu mensuel net.

L'utilisation du foyer à basse consommation d'énergie appelé 'Sewa' a permis de montrer que chez les grilleurs de viande, le poids du bois-énergie utilisé variait de 118 à 126 kg/j ; soit un coefficient de consommation de 122 kg/j et coûte entre 2 070 à 2 400 FCFA pour une dépense moyenne de 2 235 FCFA par cycle de préparation.

Les revenus positifs observés, aussi bien, pour la vente de bière locale que pour la viande grillée témoignent d'une certaine rentabilité financière de ces activités. Mais globalement, la vente de la viande grillée semble rapporter plus d'argent d'autant plus que le chiffre d'affaire moyen par cuisson de viande est supérieur à celui de la bière locale.

#### **Évaluation du déficit en bois-énergie à Mandelia**

Les résultats de cette étude montrent que les ressources ligneuses de Département de Mandelia sont d'une manière générale dégradées. Les principaux facteurs de dégradation de ces ressources ligneuses relevés par cette étude qui sont l'expansion agricole, l'exploitation incontrôlée du bois de chauffe et de service, le surpâturage, les feux de brousse et les effets du changement climatique sont similaires à ceux de FAO (2012), SIDRAT (2013) et Madjimbe et al. (2013). Nos résultats confirment ceux de CILSS-PREDAS (2006) ; Van Vliet et al. (2010), Behrendt et al. (2013) ; Bangirinama et al. (2016) qui ont montré que la préoccupation majeure des pays sahéliens se porte sur l'énergie domestique car la majorité des populations de ces pays utilisent le bois de chauffage et le charbon de bois comme combustible. Dès lors, on peut comprendre pourquoi l'exploitation des fruits de *Hyphaene thebaica*, des résidus de récoltes et des bouses de vache pour l'usage domestique, et celle frauduleuse des espèces protégées, est aujourd'hui assez courante (AEDE, 2001). Madjimbe et al. (2013) ont montré que la résolution du problème de bois de chauffe et de service passe nécessairement par une diminution de la demande en bois de service,

en combustible ligneux, la diversification des sources d'approvisionnement. Pour assurer une gestion conservatoire et rationnelle, un regard conséquent doit être porté à ces ressources ligneuses, ce qui permettra de freiner le phénomène de dégradation constaté de manière générale dans la zone d'étude.

Le Département de Mandelia étant déficitaire de 48% de sa demande en bois-énergie, il convient de souligner aussi que, la plupart de ces exploitants sont en situation irrégulière, car ils prélèvent frauduleusement le complément de leur demande dans les terroirs voisins : c'est un manque à gagner pour ces terroirs voisins. Une population de 235 870 habitants consomme dans les ménages 124 885 t/an par rapport à un échantillon de 607 artisans des 2 catégories d'artisans qui consomment 26 384 t/an sont des résultats qui montrent que les besoins en bois-énergie de cette portion d'artisans sont supérieurs aux besoins en bois combustible des ménages, de toute la population. Ces résultats corroborent ceux de Yaméogo (2009), selon lesquels la consommation de bois des "dolotières" représente une quantité importante de bois annuellement coupé dans le terroir.

#### **Impact de l'utilisation des foyers améliorés sur l'épuisement des ressources ligneuses**

L'utilisation des foyers traditionnels pose le problème de santé. Rautner et al. (2013) ont indiqué que la Convention-Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques reconnaît que la déforestation et la dégradation forestière d'origine humaine sont responsables des émissions mondiales de gaz à effet de serre.

Dans cette étude, 64% de brasseuses et 52% des grilleurs de viande parmi les artisans échantillonnés utilisent des foyers dits traditionnels employant inefficacement dans une combustion incomplète le bois-énergie qu'ils utilisent. Aucun équipement de cuisson amélioré énergétiquement efficace n'est utilisé par cette proportion d'artisans de ces secteurs. Ces foyers traditionnels ont non seulement des effets néfastes sur l'environnement (déforestation, émission de gaz à effet de serre) mais aussi sur la santé des utilisateurs, leurs familles et les communautés (brûlures,

maladies respiratoires et ophtalmologiques). La brasserie traditionnelle utilise uniquement le foyer traditionnel à 3 pierres et les grilleurs de viande utilisent le foyer à demi-fût sur support ou traditionnel en terre battue ou en tôle. Une analyse similaire de cette situation a conduit AEDE (2001) à faire la promotion des foyers améliorés pour la préparation de la bière locale et la cuisson de la viande comme une alternative pour la réduction de la pression sur la biomasse ligneuse à des fins d'énergie.

### Conclusion

L'utilisation des foyers améliorés à basse consommation de bois-énergie a eu un impact considérable sur l'épuisement des ressources ligneuses à Mandelia. Ainsi, le foyer amélioré de type 'Kiva-Base' adopté par 36% des brasseuses a permis de réduire 62 kg de bois-énergie par jour par brasseuse ; soit une réduction de 35% en consommation de bois-énergie. Chez les 48% des grilleurs de viande qui ont adopté le foyer amélioré de type 'Sewa', une réduction de 63 kg de bois-énergie par jour par grilleur de viande a été enregistrée ; soit une réduction de 30% en consommation de bois-énergie. Cette réduction de consommation en bois-énergie représente un impact positif considérable sur la conservation des ressources ligneuses à Mandelia. Concernant le changement des habitudes de ces artisans ciblés et vue d'augmenter leur taux d'adoption des foyers améliorés qui est actuellement de 36% chez les brasseuses et 48% chez les grilleurs de viande, il faudra accentuer la sensibilisation en développant une stratégie de subvention des coûts de ces foyers améliorés. Au regard de la présence des artisans sur l'étendue du territoire, cette étude pourrait être étendue à d'autres localités. Les prochains travaux pourront s'étendre aux autres artisans tels que les forgerons, les kiosques de restauration, les fondeurs, les blanchisseurs, les potiers, les vendeurs de café et thé, les tailleurs, etc.

### CONFLIT D'INTERETS

Les auteurs de cet article déclarent qu'il n'y a aucun conflit d'intérêts.

### CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

YZ a contribué à la conception, à la recherche documentaire et à la collecte des données. CD a contribué à la conception, à la recherche documentaire, à l'analyse, à l'interprétation des données, à la rédaction de l'article, à la finalisation de l'article. MMN, BBO, MM, YAA ont contribué à la structuration de l'étude.

### REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont vers les enquêtés de Mandelia qui ont accepté fournir les informations relatives à leurs activités. Nous remercions les autorités décentralisées du Ministère de l'Intérieur et Ministère de l'Environnement des Départements du Baguirmi et de Loug-Chari qui nous ont apporté le soutien nécessaire lors de la collecte des données. Aux référés anonymes qui ont lu avec beaucoup d'attention et fait des commentaires très utiles au manuscrit, nous adressons nos sincères gratitude.

### REFERENCES

- AEDE (Agence pour l'énergie Domestique et de l'Environnement). 2001. République du Tchad : Manuel d'exécution – Projet énergie domestique. AEDE, p. 62.
- AEDE. 2011a. Réflexion stratégique sur la gestion de la filière bois-énergie approvisionnant la ville de N'Djaména/Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement. AEDE, 13 p.
- AEDE. 2011b. Etude WISDOM pour la ville de N'Djaména : Diagnostic et cartographie de l'offre et de la demande en combustibles ligneux /Agence pour l'Energie Domestique et l'Environnement. AEDE, 81 p.
- Bangirina F, Nzitwanayo B, Hakizimana P. 2016. Utilisation du charbon de bois comme principale source d'énergie de la population urbaine : un sérieux problème pour la conservation du couvert forestier au Burundi. *Bois et Forêts des Tropiques*, **328**(2) : 41-48.
- Behrendt H, Megevand C, Sander K. 2013. Dynamiques de déforestation dans le

- bassin du Congo - Document de travail n°5 : Energie issue de la biomasse. 25 P.
- CBLT/PRODEBALT. 2014. Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de la ville de N'Djaména/Commission du Bassin du Lac Tchad (CBLT)/République du Tchad. CBLT/PRODEBALT, 70 p.
- CILSS-PREDAS. 2004. Etude sur la consommation de combustibles domestiques au Tchad/Comité Inter-état de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel-Programme Régional de Promotion des Energies Domestiques et Alternatives au Sahel (PREDAS). CILSS-PREDAS, 35 p.
- CILSS-PREDAS. 2006. Etude sur les professionnels bois-énergie au Tchad/Comité Inter-état de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel-Programme Régional de Promotion des Energies Domestiques et Alternatives au Sahel (PREDAS). CILSS-PREDAS, 28 p.
- Dao A, Coulibaly/Lingani P, Lamien N, Toe P. 2019. Demande en bois-énergie et rentabilité économique de la préparation de la bière locale et du beurre de karité au Burkina Faso. *Journal of Animal & Plant Sciences*, **42**(3): 7303-7313.
- Djangan D, Mbayhoudel K, Nanadoum M. 2003. Organisation des unités de transformation artisanale en zone de savanes : cas de la transformation du sorgho en bière locale Bili-Bili à Moundou au Tchad. Actes du colloque Cirad - Prasac, 27-31 mai 2002, Garoua, Cameroun. p.6 <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00130788>.
- Dossou J, Ballogou VY, Dabadé DS, Dakpo M. 2014. Analyse économique de la production artisanale du chakpalo au Bénin: aspects sociaux et facteurs déterminants de la rentabilité financière de l'activité, 11 p.
- ECO-Consult-Agritchad. 2002a. Résultats d'inventaire forestier général dans le bassin de N'Djaména. Projet énergie domestique (PED).
- ECO-Consult/Agritchad. 2002b. Plan directeur d'approvisionnement en bois-énergie domestique de N'Djaména (République du Tchad). ECO-Consult/Agritchad, 60 p.
- FAO. 2011. WISDOM Darfur-Land Cover mapping and WISDOM analysis for emergency and rehabilitation planning in Darfur. FAO, Rome.
- FAO. 2012. Stratégie de développement et plan d'action pour la promotion de la foresterie urbaine et périurbaine de la ville de N'Djaména/projet d'appui à la formulation d'une stratégie nationale et d'un plan d'action de foresterie urbaine et périurbaine à N'Djaména, République du Tchad. FAO, 98 pages.
- Faucheux S, Noël J-F. 1995. *Economie des Ressources Naturelles et de l'Environnement*. Armand Colin : Paris.
- INSEED/RGPH2. 2012. Résultats définitifs par Sous-préfecture du Deuxième Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH2)/Institut National de la Statistique des Etudes Economiques et Démographiques, 121 p.
- Madjimbe G, Mamounata OB, Joseph IB. 2013. Caractéristiques des feux dans un incendie en savane soudanienne au Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **7**(3): 1147-1156. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v7i3.21>
- Madjimbe G, Goalbaye T, Belem MO, Ngarikla B. 2018. Evaluation des ressources ligneuses et leur exploitation comme bois de chauffe et de service dans le Département de Barh-kôh au sud du Tchad. *Int. J. Biol. Chem. Sci.*, **12**(6): 2856-2870. DOI: <https://dx.doi.org/10.4314/ijbcs.v12i6.30>
- MERH (Ministère de l'Environnement et de Ressources Halieutiques). 2013. Arrêté N°039/MERH/SG/DGRFFH/DFLCD/2013 portant réorganisation de la filière bois-énergie au Tchad. MERH, République du Tchad.
- Mostert W, Wiart A, Barrelon P, Doublier M. 1998. Programme Régional de l'Utilisation du Butane dans les Pays du CILSS comme Combustible de Substitution au Charbon de bois et au Bois de chauffe. CILSS, Ouagadougou.

- Ouédraogo B. 1996. Analyse économique de l'approvisionnement de Ouagadougou en bois de feu : Une contribution à la gestion du patrimoine forestier. Mémoire de DEA/PTCI, Université de Ouagadougou, 120 P.
- Ouédraogo B. 2006. La demande de bois-énergie à Ouagadougou : esquisse d'évaluation de l'impact physique et des échecs des politiques de prix. *Développement durable et territoires*, 23p. DOI : 10.4000/developpement durable 4151.
- Pearce DW, Turner KR. 1990. *Economics of Natural Resources and The Environment*. Johns Hopkins University Press.
- Rautner M, Leggett M, Davis F. 2013. *Le Petit Livre des Grands Moteurs de Déforestation*. Global Canopy Programme: Oxford.
- Sanogo O, Boniface B. 2010. Tests du foyer IRSAT et du bruleur SODIGAZ pour la fabrication du dolo. Institut de Recherche en Sciences Appliquées et Technologies, Burkina Faso, 17 p.
- SIDRAT. 2013. Note méthodologique version 2 en vue d'élaborer une couche (occupation du sol et géomorphologie) sur l'ensemble du territoire et au niveau de 4 régions pilotes (Tchad)/Projet Programme d'Information pour le Développement Durable et l'Aménagement du territoire. SIDRAT, 99 p.
- Soulama S, Kadeba A, Nacoulma BMI, Traoré S, Bachmann Y, Thiombiano A. 2015. Impact des activités anthropiques sur la dynamique de la végétation de la réserve partielle de faune de Pama et de ses périphéries (sud-est du Burkina Faso) dans un contexte de variabilité climatique. *Journal of Applied Biosciences*, **87**: 8047-8064. DOI: 10.4314/jab.v87i1.6.
- Van Vliet G, Magrin G, Yang W, Maoundonodji G, Doudjidingao A, Lin Y, Liang G, Wang F, Tavares M-A, Dittgen R. 2010. La gestion environnementale de la China National Petroleum Corporation (CNPC) au Tchad : Enjeux et mise en perspective en début de cycle pétrolier. 427 P.
- Yaméogo G, Yélémo B, Kaboré O, Traoré D. 2013. Bois d'énergie du 'dolo' et bois de service: deux modes de consommation de bois à Vipalogo au Burkina Faso. *Bulletin de la Recherche Agronomique du Bénin*, **73**: 1-12.