

Energy Transition in Bukavu Town, DR Congo: Factors determining households LNG adoption (Transition énergétique dans la ville de Bukavu, DR Congo : Facteurs déterminants de l'adoption du GNL par les ménages)

Kiswa Mukika Willy^a, Murhula Ganywamulume Justin^b, Désiré Musole^c, Masime Buhendwa Nicole^d, Kasongo Mbuyi Naomie^e, Aganze Zihahirwa Guillaume^f & e Magy Byamungu Maguerite^g

Résumé : Ce travail examine les déterminants de l'adoption de gaz naturel liquéfié à Bukavu. Le GNL est devenu de plus en plus utilisé pour la cuisson à Bukavu mais, les facteurs influençant son adoption demeurent peu connus. Cette étude a emprunté une approche mixte. Les données ont été collectées auprès de 384 ménages. Les résultats révèlent que l'adoption de cette source d'énergie est influencée par le niveau d'instruction d'un membre du ménage (71,9%), les indicateurs de richesse (58,6%), la sensibilité environnementale et la réduction de dépenses énergétiques (11,919\$). Cependant, malgré l'adoption du GNL, de nombreux ménages (75,00%) continuent d'utiliser des énergies traditionnelles. Cette situation s'explique par la complexité des obstacles auxquels les ménages se heurtent dans l'utilisation de cette source d'énergie. Pour surmonter ces défis, cette étude propose des stratégies suivantes : l'amélioration de la technologie de l'utilisation finale, le comportement professionnel des fournisseurs, la multiplication de points de vente, la sensibilisation sur les avantages et inconvénients de GNL et l'implication du gouvernement pour une transition énergétique durable. Ce travail a conclu que l'adoption de GNL nécessite une implication effective des parties prenantes pour une transition énergétique durable.

Mots clés : Adoption des technologies, Transition énergétique, Gaz naturel liquéfié, Cuisson propre, Bukavu

Abstract: This study examines the determinants of the adoption of liquefied natural gas in Bukavu. GNL is becoming more utilised for cooking in Bukavu but, little is known about the factors influencing its adoption. This study employed a mixed approach. The data were collected from 384 households. The results reveal that the adoption of LNG in Bukavu is influenced by the level of education of a household member (71.9%), wealth indicators (58.6%), environmental awareness and reduced energy expenditure (\$11,919). However, despite the adoption of LNG, many households (75.00%) combine it with traditional energies. This situation is explained by the complexity of the obstacles households face in using this energy source. To overcome these challenges, this study proposes strategies that could optimise the adoption of LNG, including improving end-use technology, the professional behaviour of suppliers, increasing the number of sales outlets, raising awareness of the advantages and disadvantages of LNG, and involving the government in a sustainable energy transition. This work has highlighted that the adoption of LNG requires the effective involvement of stakeholders to ensure a sustainable energy transition.

Key words: Technology adoption, Energy transition, Liquefied natural gas, Clean cooking Bukavu

1. Introduction

L'énergie demeure un tremplin indéniable pour tout développement de toute communauté. Cependant, comme le renseigne (Boyomo & Tchitchoua, 2022), dans les pays en voie de développement, l'accès à l'énergie par des ménages reste un défi majeur. Dans des pays d'Afrique subsaharienne, l'accès à des sources d'énergie modernes reste un défi incontournable. Les pays du bassin du Congo, comme les autres pays en voie de développement, tel que l'affirme (FAO, 2019 cité par Mvondo, et al., 2019), dépendent davantage des ressources ligneuses que la plupart des autres nations pour satisfaire leurs besoins énergétiques. Cependant, les profils énergétiques varient d'un pays à l'autre, selon l'accès à l'électricité ainsi que la disponibilité et le coût des énergies issues du bois et des combustibles fossiles. En RDC, les combustibles renouvelables représentaient 93% de la consommation totale d'énergie, dans un contexte où, en 2009, moins de 12 % de la population avait accès à l'électricité (Behrendt et al., 2013, Schure et al., 2011 et Gillet et al., 2019). A Bukavu, le charbon de bois constitue la principale source d'énergie domestique et est utilisé principalement pour la cuisson et le chauffage. Comme l'affirme Gazull et al. (2020), malgré les tarifs particulièrement élevés du charbon de bois, il demeure l'énergie la plus couramment utilisée dans cette ville. Cette forte dépendance au bois-énergie contribue à une déforestation accélérée avec toutes les conséquences environnementales possibles (Kabulu, et al., 2018). De plus, la combustion du charbon de bois libère des particules fines, du monoxyde et dioxyde de carbone exposant les populations à de graves risques sanitaires notamment les

^{a,b,c,f,g} Enseignants-chercheurs à l'Institut Supérieur de Développement Rural de Bukavu (ISDR/Bukavu).

Contact : kiswa.mukikawilly@gmail.com & +243970656721

^{d,e} Chercheuses indépendantes respectivement en sciences économiques et de gestion et en gestion de l'environnement.

infections respiratoires et les maladies cardiovasculaires (World Health Organization, 2015) particulièrement les femmes et les filles dans le contexte de la ville de Bukavu.

Selon Barbiche (2013) cité par Ngezirabona et al. (2021), la demande élevée de bois-énergie, notamment le charbon de bois, au Sud-Kivu, alimentée par les ménages et les petites et moyennes entreprises, conduit à une dégradation continue des écosystèmes forestiers naturels. Cette situation engendre également des problèmes environnementaux, notamment au niveau du bassin d'approvisionnement en ressources autour de cette ville.

Face à ces défis, le GNL, qui est une source fossile à combustion plus propre produisant 40% de dioxyde de carbone de moins que le charbon et 30% de moins que le pétrole, ce qui en fait le combustible fossile le plus 'vert'¹, se présente comme une alternative plus durable. Son adoption pourrait contribuer non seulement à réduire l'émission de gaz à effet de serre (GES) mais aussi à améliorer la qualité de l'air en milieu tant urbain que rural et à réduire les maladies respiratoires liées à l'exposition aux fumées domestiques (Kasongo, 2024) et à limiter les pressions sur les forêts.

En outre, comme l'affirme (Bubiez et al., 2021), le GNL présente un rendement énergétique (13,7 kWh/kg) supérieur au charbon de bois (8,6 kWh/kg), ce qui le rend économiquement et énergétiquement plus efficace sur le long terme.

Au regard de ses multiples avantages, le GNL est progressivement devenu une des sources si pas la seule utilisée pour la cuisson. Il devient donc d'examiner de manière systématique les facteurs qui concourent à l'adoption de cette source d'énergie dans les ménages de la ville de Bukavu et, possiblement, d'en établir un lien entre eux.

A la lumière de la problématique ci-haut, cette recherche s'articulera autour des interrogations suivantes :

- Quels sont les facteurs déterminants de l'adoption du gaz naturel liquéfié par les ménages bukaviens?
- Quelles stratégies peuvent-elles optimiser l'adoption de GNL dans la ville de Bukavu?

Subsidiairement aux questions ci-haut, cette étude poursuit un double objectif dont :

- Identifier les éléments facteurs qui déterminent l'adoption du GNL dans la ville de Bukavu ;
- Proposer les leviers pouvant faciliter son intégration dans le quotidien des ménages bukaviens.

2. Méthodologie

2.1. Présentation de la ville de Bukavu

La ville de Bukavu est le chef-lieu de la province du Sud-Kivu, est étendue sur une superficie de 62,88 km² à l'Est de la République Démocratique du Congo. Elle limitée à l'Ouest et au Sud par le territoire de Kabare, au Nord par le lac Kivu et à l'Est par la vallée de la Ruzizi. La ville de Bukavu a un relief fort accidenté qui croît au fur et à mesure que l'on s'éloigne du lac. Elle couvre 5 km de distance à vol d'oiseau et 10 km de distance par la route (Ariane, 2016). Plusieurs sources renseignent que sa population est estimée à 1 083 758 en 2018, 1 137 946 en 2019 et 1 194 843 habitants en 2020 (Institut National de Statistique, 2020 ; Division Provinciale des Ressources Hydrauliques et Electricité, 2020 et Justice Pour Tous, 2022).

La ville de Bukavu est sous gouverne d'un maire de la ville et est subdivisée en trois communes dont les communes de Bagira, Ibanda et Kadutu. Il sied de signaler qu'il existe une controverse sur une quatrième commune 'Kasha' créée pendant la rébellion du Rassemblement Congolais pour la Démocratie lors de la deuxième guerre du Congo (Kyalondawa, 2013 cité par Buhendwa, 2021). Chaque commune est subdivisée en plusieurs quartiers et des quartiers sont à leur tous subdivisés en avenues.

Son hydrographie est dominée par le bassin du lac Kivu. Son climat est du type tropical humide et est caractérisé par une longue saison pluvieuse de 9 mois. La grande saison sèche intervient aux mois de juin et juillet et une partie du mois d'août ; tandis qu'une petite saison sèche de 15 jours est observée au mois de janvier (PNUD, 2012).

Le commerce, une des activités principales des habitants de la ville de Bukavu, est largement dominé par des opérateurs privés. Au-delà de la vente de produit, ces opérateurs investissent aussi dans l'immobilier (construction des hangars, galeries et super marchés) afin de pallier l'insuffisance de marchés dans la ville de Bukavu. Ces initiatives ont eu effet sur les décideurs politico-administratives en boostant la réhabilitation de certains marchés (Ariane, 2016). Par ailleurs, au regard de la situation socio-économique de ville, le développement de l'informel et le faible revenu ménages, il s'est développé des réseaux de commerce le long des grandes artères.

2.2. Démarche méthodologique

Cette étude a emprunté une démarche méthodologique mixte afin de mieux appréhender la complexité des facteurs qui déterminant l'adoption du GNL comme source d'énergie pour la cuisson. Cette approche a permis de mieux cerner la problématique d'adoption de cette source d'énergie dans ses multiples facettes.

¹ <https://legrandcontinent.eu/fr/2023/11/03/lorsquil-est-exporte-le-gnl-serait-bien-plus-polluant-que-le-charbon/#easy-footnote-bottom-1-206932> consulté le 14/01/2025 à 9 :34

Elle a été couplée à l'analyse documentaire et la collecte de données primaires. Cette dernière s'est effectuée en par le truchement de l'administration de questionnaires d'enquête contenant à la fois des questions fermées et ouvertes, conçu et déployé à la plateforme de collecte de données mobile 'KoboToolBox'. De plus, pour l'identification et le repérage des informateurs, nous avons procédé par la technique de boule de neige à partir des personnes ressources. Pour l'analyse et le traitement des données, nous avons fait recours au logiciel IBM SPSS Statistics 22.

Etant donné que cette l'étude n'a ciblé que les ménages, il s'est avéré nécessaire de convertir les nombre d'individus que comprend le milieu d'étude en ménage en considérant la moyenne de 7 individus par ménage (Furaha et al., 2015 et DPRHE, 2020).

Ainsi, le nombre total de ménages (x) est obtenu le quotient de la population totale (a) et de cette moyenne (b).

$$\text{Ainsi : } x = \frac{a}{b} = \frac{1194843}{7} = 170691,9 \cong 170692 \text{ ménages.}$$

Par ailleurs, cette étude, ciblant les ménages utilisant le GNL, a recouru à un échantillonnage pour une population inconnue, car cette source d'énergie n'est pas généralisée à Bukavu et le nombre de ses utilisateurs demeure inconnu.

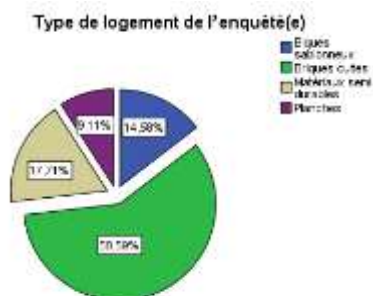
Ainsi,

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1-p)}{e^2}$$

$$n = \frac{Z^2 \cdot p(1-p)}{e^2} = \frac{(1,96)^2 \cdot 0,5(1-0,5)}{(0,05)^2} = 384,16 \cong 384 \text{ ménages}$$

3. Présentation des Résultats

3.1. Type de logement



Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

Il ressort de ce graphique que, de manière générale, les utilisateurs de GNL habitent dans des maisons construites en briques cuites suivis de ceux habitant les maisons en matériaux semi-durables et en briques sablonneuses respectivement. Ce résultat montre que les ménages qui n'habitent pas dans des maisons avec une marge de sécurité beaucoup plus élevée sont réticents à l'égard de l'adoption du gaz naturel liquéfié pour la cuisson. Egalement, dans la ville de Bukavu, le GNL est beaucoup plus utilisé par les ménages qui logent dans des maisons en briques cuites. Ceci s'explique par le fait que les maisons en planche ou en matériaux semi durable expose plus aux risques d'incendie que celles en briques cuites et sablonneuses car le feu s'étend plus rapidement sur celles-ci. Ces analyses font de l'exigence infrastructurelle un facteur clé dans l'adoption de GNL dans la ville de Bukavu.

3.2. Les éléments motivants l'adoption de GNL

Tableau 1. Facteurs motivant l'adoption du GNL comme énergie pour la cuisson

	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage valide	Pourcentage cumulé
Valide Cuisson propre	19	4,9	4,9	4,9
Cuisson propre Cuisson rapide	3	,8	,8	5,7
Cuisson propre L'écocitoyenneté Cuisson rapide	3	,8	,8	6,5
Cuisson rapide	130	33,9	33,9	40,4

Cuisson rapide Cuisson propre	41	10,7	10,7	51,0
Cuisson rapide Réduction des dépenses ménagères	8	2,1	2,1	53,1
Cuisson rapide Réduction des dépenses ménagères Cuisson propre	15	3,9	3,9	57,0
L'écocitoyenneté	12	3,1	3,1	60,2
L'écocitoyenneté Cuisson rapide	4	1,0	1,0	61,2
L'écocitoyenneté Cuisson rapide Cuisson propre	39	10,2	10,2	71,4
L'écocitoyenneté Cuisson rapide Réduction des dépenses ménagères Cuisson propre	51	13,3	13,3	84,6
L'écocitoyenneté Réduction des dépenses ménagères	4	1,0	1,0	85,7
Réduction des dépenses ménagères	51	13,3	13,3	99,0
Réduction des dépenses ménagères Cuisson rapide Cuisson propre	4	1,0	1,0	100,0
Total	384	100,0	100,0	

Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

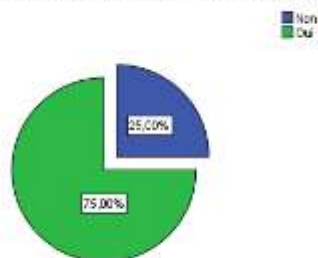
Le tableau ci-dessus renseignent les raisons qui concourent à l'adoption du facteur du GNL comme source d'énergie pour la cuisson dans la ville de Bukavu. Il renseigne que les ménages utilisant le GNL sont influencés par divers facteurs, dont l'importance y relative varie en fonction des priorités établies selon chaque ménage.

Pour mieux comprendre et interpréter les informations qu'il renseigne, il va être nécessaire de décomposer toutes les observations afin de comprendre la fréquence de chacune d'elle tout en sachant chaque répondant avait la latitude de choisir plus d'une observation. Ainsi pour :

En analysant chacun des éléments séparément, on se rend vite compte que la rapidité de cuisson offerte par le GNL constitue un facteur d'intérêt majeur pour les ménages de la ville de Bukavu, avec un taux d'adhésion de 77,6 %. En outre, bien que non explicitement exprimée, une tendance écocitoyenne semble sous-jacente chez les participants avec un taux d'adhésion à peu près égal à celui de la rapidité. Cette affirmation repose sur le postulat que l'adoption de pratiques de cuisson propre constitue une manifestation tangible de l'écocitoyenneté. La réduction des dépenses ménagères n'a pas été prononcée à ce niveau. Toutefois, elle ne doit pas être perdue de vue du fait qu'elle s'est manifestement prononcée dans la comparaison des dépenses énergétiques avant et après adoption de GNL.

3.3. Utilisation des autres sources pour la cuisson

Utilisation des autres sources pour la cuisson

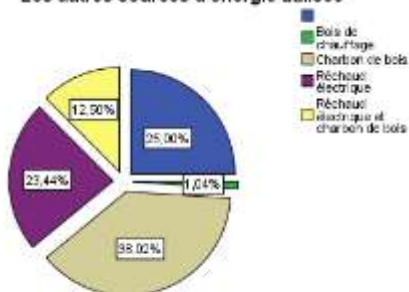


Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

Les données de ce graphique indiquent que, bien que le GNL présente des avantages indéniables, il ne constitue pas l'unique source d'énergie utilisée pour la cuisson par les ménages de Bukavu. En effet, 75 % d'entre eux ont recours à d'autres sources pour diverses raisons qui varient d'un ménage à l'autre. L'analyse des données primaires révèle que ces ménages utilisent principalement le charbon de bois, le réchaud électrique et le bois de chauffage, tandis qu'une proportion significative opte pour une combinaison de charbon de bois et d'électricité.

L'adoption du GNL ne se traduit donc pas nécessairement par un abandon total du charbon de bois et du bois de chauffage dans la chaîne de valeur énergétique des ménages. Toutefois, il convient de souligner que, comme l'ont rapporté les répondants, les ménages utilisant le GNL ne recourent au charbon de bois et au bois de chauffage que pour la préparation de certains plats spécifiques ou dans des situations exceptionnelles. En conséquence, la quantité de ces sources d'énergie fossile consommée parallèlement au GNL est considérablement réduite, ce qui atténue leurs impacts environnementaux et sanitaires. En effet, l'utilisation conjointe du GNL avec d'autres sources d'énergie limite les émissions de gaz à effet de serre et la pression sur les ressources forestières, contrairement à leur usage exclusif, qui accentue la déforestation et la pollution de l'air. Ces informations permettent de conclure, avec 75% d'exactitude, que les ménages bukaviens ne sont jusqu'à présent pas parvenus à faire du GNL leur unique source d'énergie pour la cuisson.

Les autres sources d'énergie utilisée



Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

3.4. Dépenses allouées aux besoins énergétique avant et après l'adoption de GNL

Statistiques des échantillons appariés

		Moyenne	N	Ecart type	Moyenne erreur standard
Paire 1	A combien, en USD, estimez-vous vos dépenses mensuelles de l'énergie pour a cuisson avant l'adoption de GNL?	34,02	384	17,760	,906
	A combien, en USD, estimez-vous vos dépenses mensuelles de l'énergie pour a cuisson après l'adoption de GNL?	22,10	384	13,200	,674

Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

Il s'observe de ce tableau que les dépenses allouées aux besoins énergétiques ont baissé à la suite de l'adoption de GNL comme source d'énergie pour la cuisson. Pour vérifier la significativité statistique de cette différence, nous avons procédé au test paramétrique de Student. Pour ce faire, on a formulé deux hypothèses à savoir : les dépenses avant l'adoption du GNL sont équivalentes à celles après son adoption est H_0 et les dépenses avant l'adoption du GNL sont plus élevées que celles après son adoption (H_1).

Ainsi, dans l'hypothèse que la distribution des données est normale ou a suivi la loi normale², nous avons procédé au test paramétrique de comparaison des moyennes de Student (t de Student) dont les résultats sont les suivants :

Tableau 2. Corrélations des échantillons appariés

	N	Corrélation	Sig.
Paire 1 A combien, en USD, estimez-vous vos dépenses mensuelles de l'énergie pour la cuisson avant l'adoption de GNL? & A combien, en USD, estimez-vous vos dépenses mensuelles de l'énergie pour la cuisson après l'adoption de GNL?	384	,760	,000

Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

Les données de ce tableau indiquent une corrélation positive entre ces deux variables, car la valeur du coefficient de corrélation de Pearson (r) est supérieure à 0. De plus, avec une p-value de 0.000, cette corrélation est hautement significative, confirmant ainsi une relation statistiquement valide entre ces variables. Ces résultats ont guidé le choix du type de test de Student à faire en choisissant l'appareil ou l'indépendance de nos données.

Tableau 3. Test des échantillons appariés

	Différences appariées					t	ddl	Sig. (bilatéral)
	Moyenne	Ecart type	Moyenne erreur standard	Intervalle de confiance de la différence à 95 %				
				Inférieur	Supérieur			
A combien, en USD, estimez-vous vos dépenses mensuelles de l'énergie pour a cuisson avant l'adoption de GNL? - A combien, en USD, estimez-vous vos dépenses mensuelles de l'énergie pour a cuisson après l'adoption de GNL?	11,919	11,546	,589	10,761	13,078	20,229	383	,000

Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

Se basant aux résultats du test de Student, on constate que les dépenses mensuelles des ménages ont diminué de 11,919 USD après adoption de GNL. Pour l'intervalle de confiance de 95%, la moyenne est comprise entre 10,761 \$ et 13,078 \$. La significativité statistique bilatérale (Sig.) étant égale à 0,000, inférieure à 0,05 indique que la différence de moyenne est statistiquement significative. Elle affirme ainsi l'hypothèse alternative et rejette l'hypothèse nulle. Ces résultats permettent de conclure que l'adoption de GNL a entraîné une réduction significative des dépenses en énergie pour la cuisson dans les ménages de la ville de Bukavu. Cette réalité n'est pas tellement évoquée parmi les éléments qui motivent l'adoption du GNL par les ménages bukaviens. Ceci est dû par le fait que cette différence serait moins perceptible car affectée à d'autres dépenses ménagères. Par ailleurs, cette étude n'ayant pas expliqué ce à quoi aurait servi cette différence si elle ne ressorte pas comme facteur motivant.

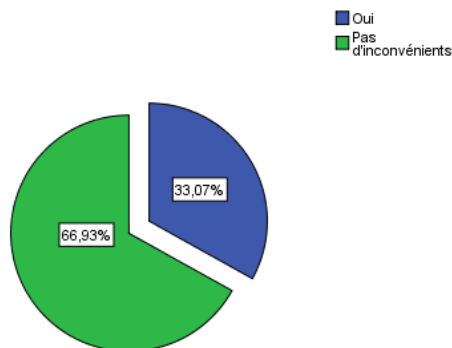
3.5. Inconvénients de l'utilisation de GNL dans la ville de Bukavu

² Même dans l'hypothèse où la distribution des données n'est pas normale, le test non paramétrique de Wilcoxon aboutit aux mêmes résultats que celui du test paramétrique de Student.

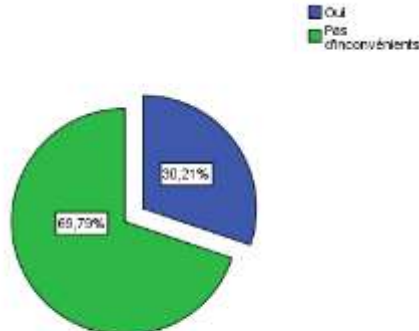
D'entrée de jeu, un ratio important de ménages bukaviens, utilisant le GNL bien évidemment, ne reconnaissent pas ce dernier pourrait représenter un danger d'un point de vue à la fois sanitaire et environnemental. Par ailleurs, les peu d'utilisateurs qui reconnaissent ces inconvénients ont fait la distinction de ces inconvénients selon qu'ils sont d'ordres sanitaire ou environnemental.

Les graphiques ci-dessous représentent les tendances générales de la connaissance des inconvénients tant sanitaires qu'environnementaux.

Connaissance des inconvénients sanitaires



Connaissance des inconvénients environnementaux



Source : Nos compilations avec IBM SPSS Statistics 22

Ces graphiques ci-dessus indiquent les perceptions des usagers de GNL comme source d'énergie pour la cuisson dans la ville de Bukavu sur les inconvénients (sanitaires et environnementaux) que celui représentent pour eux. En fait, il est de toute évidence possible de dire que ces usagers minimisent ou ignorent quasiment les effets que le GNL a sur leurs santé et sur l'environnement. En comparant ces résultats et les informations creusées dans la littérature, il s'est avéré que la combustion du GNL est plus propre qu'elle produit de matières polluantes 40 % de moins que le charbon et 30 % de moins que le pétrole (Kasongo, 2024). Ce fait serait extrapolé par certains ménages de la ville de Bukavu en rejetant totalement l'existence de ces inconvénients. Par ailleurs, ces résultats mettent en évidence qu'à peu près 70,00 % des ménages qui utilisent cette source d'énergie ignorent sa nuisance sanitaire et environnementale.

3.6. Obstacles de l'utilisation de GNL

Par le biais des questions ouvertes, les participants se sont exprimés quant aux obstacles qu'ils rencontrent dans l'utilisation de GNL pour la cuisson. Ces expressions ont été capitalisées pour appréhender les obstacles auxquels font face les utilisateurs de GNL.

- a. Les difficultés liées à l'approvisionnement en gaz. Les points d'approvisionnement sont pour la plupart de cas très éloignés des ménages utilisateurs ce qui entraîne d'autres frais, le transport, pour le ravitaillement et souvent le transport lui-même est compliqué dans des milieux inaccessibles. A cette difficulté d'approvisionnement s'ajoute l'absence des points d'approvisionnement dans certains milieux qui condamnent ces derniers à n'utiliser que les méthodes des cuissons traditionnelles.

Comme le renseigne un informateur :

'...quand je suis à court de gaz, je dois payer presque 6000 francs congolais de transport pour le ravitaillement. Parfois je paie plus de ce montant si je dois envoyer une autre personne. Ces frais supplémentaires sont dus du fait qu'il y n'a pas suffisamment de points de ravitaillement dans tous les coins et recoins de la ville...' (Extrait d'une expression d'un répondant, décembre 2024)

Deuxièmement, un obstacle technique lié à la technologie lors de l'utilisation et la commercialisation a été rapporté par nos répondants. En fait, elle manque un système de monitoring de consommation de gaz et d'alerte quand le stock a atteint un niveau en deçà d'un seuil donné. Ce système permettrait aux utilisateurs de s'approvisionner à temps sans qu'ils ne subissent des épuisement brusques parfois pendant la cuisson du repas vespéral. Ces épuisements pareils sont souvent causes de recours à d'autres sources d'énergies pour la cuisson, principalement le charbon de bois.

Un informateur a renseigné que

'...la technologie de GNL ne nous offre pas la possibilité de monitorer la quantité consommée et celle restante afin que nous puissions prendre les précautions conséquentes ...souvent, le gaz s'épuise à

des moments pendant lesquels on ne sait plus s'en ravitailler encore moins le même jour parce que soit on ne s'était pas préparé pour cette dépense ou il est tard pour les points de vente de gaz. (Extrait d'une expression d'un répondant, décembre 2024)

En dernier lieu, il a été décrit un manque d'accompagnement des experts de la part des entreprises fournisseuses. En fait, ces dernières se contentent d'expliquer aux utilisateurs comment utiliser les produits et souvent c'est lors du premier achat de produit, le réchaud classique à gaz. Un tel comportement très capitaliste traduit un manque de professionnalisme et une inefficacité de la vente des produits aussi dangereux que le GNL. Dans cet état de chose, il est prévisible que ces entreprises ignorent les consommateurs finaux des produits qu'elles commercialisent. Toutefois, pour certains produits plus ou moins sophistiqués, on remarque un accompagnement particulier mais insuffisant car il ne se limite qu'à l'installation des dispositifs entraînant souvent des frais supplémentaires de la part des utilisateurs.

Ces attitudes capitalistes seraient à la base ou renforceraient les perceptions de la population selon lesquelles le GNL selon lesquelles le GNL serait l'élément déclencheur des incendies alors que ce n'est forcément pas le cas. Egalement, elles feraient intervenir les non-experts ce qui augmenterait le risque de fuite de gaz.

Un participant a rapporté ce qui suit :

'...nous ne bénéficions pas de l'accompagnement technique des entreprises qui nous vendent ces dispositifs. Moi, j'ai un réchaud à deux plaques déjà en panne et je ne sais comment le faire réparer. Je n'avais vu les agents de mon fournisseur que le jour de l'installation c'est-à-dire après achat. Depuis ce jour, ils ne sont jamais passés pour vérifier quoi que ce soit...j'avais remarqué une sorte de fuite de gaz. N'étant pas experte en cette matière, je n'étais pas sûre de moi-même mais je ne pouvais prendre le risque de continuer à l'utiliser encore moins de le faire réparer par quelqu'un qui ne provient pas de mon fournisseur' (Extrait d'une expression d'un répondant, décembre 2024)

3.7. Stratégies pour booster l'intégration de GNL dans les ménages de Bukavu

Au regard de la problématique soulevée dans cette étude et de l'analyse des données empiriques recueillies, plusieurs stratégies peuvent être mises en œuvre afin de faciliter l'adoption du Gaz Naturel Liquéfié (GNL) dans les ménages de la ville de Bukavu. Ces stratégies s'articulent autour de l'amélioration technologique, du renforcement du professionnalisme des fournisseurs, de l'augmentation des points de distribution, de la sensibilisation des ménages et de l'implication effective du gouvernement.

a. L'amélioration technologique

Le développement et l'optimisation des technologies associées à l'utilisation du GNL constituent un facteur déterminant dans son adoption par les ménages. L'intégration de dispositifs de sécurité avancés, tels que des systèmes de détection et d'alerte en cas de fuite ou de panne, réduirait considérablement les risques perçus par les consommateurs, renforçant ainsi leur confiance dans cette source d'énergie.

Par ailleurs, la mise en place d'un système de suivi et de contrôle de la consommation de gaz permettrait d'éviter des désagréments tels que l'épuisement inattendu du combustible en pleine cuisson, des dépenses imprévues ou un recours contraint à d'autres sources d'énergie comme le charbon de bois. En ce sens, l'innovation technologique, surtout au niveau des consommateurs finaux, jouerait un rôle clé dans la réduction des perceptions négatives à l'égard du GNL et favoriserait son acceptation par la population. Plus cette énergie sera perçue comme sécurisée et fiable, plus elle sera adoptée par les ménages de Bukavu.

b. Le professionnalisme des fournisseurs

Le niveau de professionnalisme des entreprises fournisseurs de GNL constitue un élément essentiel pour assurer une transition énergétique efficace. Une gestion rigoureuse et un suivi technique systématique des équipements installés chez les ménages (réchauds, réservoirs, conduites de gaz, etc.) contribueraient à instaurer un climat de confiance et à réduire les risques d'incidents.

En adoptant des standards élevés en matière de maintenance et de service après-vente, les entreprises fournisseurs de GNL pourraient garantir une utilisation sécurisée et optimisée de cette énergie. L'hypothèse sous-jacente est que plus les fournisseurs assurent un suivi régulier et rigoureux des installations, plus les ménages se sentiront en sécurité et plus l'acceptation du GNL s'étendra. Ce processus contribuerait également à dissiper certaines perceptions négatives souvent fondées sur des préjugés et des stéréotypes liés aux risques d'accidents domestiques.

c. La multiplication des points de distribution

L'extension du réseau de distribution du GNL est une autre mesure essentielle pour favoriser son adoption à Bukavu. La faible densité des points de vente constitue actuellement un frein majeur, contraignant les utilisateurs à parcourir de longues distances pour s'approvisionner en gaz. Cette contrainte logistique engendre un coût indirect supplémentaire et peut dissuader certaines populations d'adopter cette source d'énergie.

En augmentant le nombre de points de distribution, il serait possible de rapprocher les consommateurs de leur source d'approvisionnement et d'étendre l'accès au GNL dans des zones où il demeure méconnu ou inexistant. Si une telle initiative implique des coûts financiers initiaux non négligeables pour les fournisseurs, elle pourrait, à moyen et long terme, stimuler une augmentation significative du nombre d'abonnés, réduisant ainsi la pression exercée sur les ressources forestières locales par l'usage du charbon de bois et du bois de chauffe.

d. La sensibilisation

La mise en œuvre de campagnes de sensibilisation ciblées constituerait un levier stratégique pour promouvoir l'adoption du GNL auprès des ménages. Ces campagnes devraient non seulement informer les communautés sur l'existence de cette source d'énergie, mais également en démontrer l'efficacité énergétique et les avantages économiques et environnementaux et/ou écologiques.

Beaucoup de foyers ignorent encore l'existence du GNL et les bénéfices qu'il pourrait leur apporter en termes de coûts énergétiques et de préservation de l'environnement. Une meilleure communication sur ses atouts tels que son efficacité énergétique, sa faible empreinte carbone par rapport au charbon de bois et son coût à long terme plus avantageux favoriserait un changement de perception et stimulerait la demande favorisant ainsi son adoption.

e. L'implication du gouvernement pour une transition énergétique durable

Le rôle du gouvernement des Etats en voie de développement est crucial dans l'instauration d'un cadre favorable à l'adoption de sources d'énergie moins polluante. Face aux défis environnementaux actuels et aux engagements internationaux en matière de lutte contre le changement climatique, les autorités publiques ont la responsabilité d'accompagner la transition énergétique par des politiques incitatives et des mesures de soutien. Ainsi, le gouvernement congolais constitue une pièce maîtresse pouvant favoriser la promotion de l'adoption du GNL.

L'exonération fiscale pour les entreprises fournisseuses de GNL pourrait être une mesure stratégique visant à réduire les coûts d'approvisionnement et, par conséquent, à rendre cette source d'énergie plus accessible aux ménages. De même, un investissement direct dans le secteur, notamment à travers le développement des infrastructures de distribution et des mécanismes de subvention pour les équipements domestiques, renforcerait l'attractivité du GNL.

L'engagement de l'État en faveur de cette source d'énergie aurait également un effet symbolique fort, contribuant à légitimer son usage auprès de la population. Un appui institutionnel, combiné aux mesures évoquées précédemment, permettrait ainsi d'accélérer le processus d'adoption du GNL tout en contribuant aux objectifs de développement durable et de réduction de la déforestation.

3.8. Facteurs déterminants de l'adoption du GNL dans la ville de Bukavu

Les résultats de cette étude mettent en évidence que l'adoption du Gaz Naturel Liquéfié (GNL) dans la ville de Bukavu est conditionnée par une multitude de facteurs d'ordre socioéconomique et environnemental. Ces déterminants influencent significativement la décision des ménages d'opter pour cette source d'énergie, traduisant ainsi une transition énergétique progressive au sein de la population étudiée.

Parmi ces facteurs, il est évident que le niveau d'instruction d'un des membres des ménages influence significativement la propension d'adoption de GNL. L'analyse des données révèle que la quasi-totalité des ménages utilisateurs de GNL disposent d'un certain niveau d'instruction. En effet, seuls 1 % des répondants n'avaient aucun niveau d'instruction, alors que 4,2 % avaient un niveau secondaire, 22,9 % de diplôme d'État et 71,9 % un niveau d'études supérieures ou universitaires. Cette distribution suggère une corrélation entre le niveau d'éducation et la propension à adopter des solutions énergétiques modernes, moins dangereuses et moins polluantes en l'occurrence le GNL.

Par ailleurs, les indicateurs de richesse, tels que le type de logement et le revenu mensuel³, exercent une influence significative sur l'adoption de GNL. Cette étude indique que 58,6 % des ménages interrogés résident dans des maisons en briques cuites, ce qui constitue un marqueur de richesse irréfutable dans le contexte de Bukavu. Cette observation souligne le lien entre la capacité financière des ménages et leur aptitude à investir dans des sources d'énergie plus modernes et plus propres (GNL).

Outre ces facteurs économiques et instructionnels, la sensibilité environnementale des ménages joue également un rôle dans leur décision d'adopter le GNL. Les résultats de cette étude ont révélé que l'adoption de GNL comme source d'énergie a été motivée, dans de nombreux ménages, par l'attitude l'écocitoyenne. De plus, une bonne partie de répondants a renseigné avoir été motivé par la cuisson propre. Ces deux dimensions s'inscrivent toutes dans la logique écologique préservant ainsi l'environnement.

Enfin, l'analyse économique de l'étude met en exergue un gain financier significatif associé à l'utilisation du GNL. Les résultats montrent que les ménages adoptant cette source d'énergie réalisent une économie moyenne mensuelle comprise entre 10,761 \$ et 13,078 \$. Cette différence a été validée par le test paramétrique de Student, confirmant ainsi la pertinence statistique de cet avantage

³ Nous n'avons pas accordé beaucoup d'intérêt à ces données compte tenu de leurs sensibilités et du contexte socioéconomique et sécuritaire pendant lequel elles ont été collectées (Décembre, 2024). Elles pourraient conduire à un biais.

économique. Ces résultats prouvent suffisamment que l'adoption de GNL est également influencée par la réduction des dépenses mensuelles liées aux besoins énergétiques

4. Discussion des résultats

L'analyse des résultats de cette étude sur la transition énergétique dans la ville de Bukavu met en évidence plusieurs enjeux et opportunités liés à l'adoption de GNL. Afin d'approfondir cette analyse, est pertinentement important de confronter ces résultats avec ceux auxquels d'autres études sur la transition énergétique dans des contextes similaires ont abouti.

En ce qui est du niveau d'instruction d'un membre de ménage, les résultats de cette étude concordent partiellement avec les conclusions de (Ogodja M. et al., 2024 et Darate, 2023) qui ont suggérées que le niveau d'instruction impacte significativement l'adoption de source d'énergie dans les ménages. Bakehe (2021) limite l'influence du niveau d'inscription qu chef des ménages. Cependant, cette étude a montré que plus le niveau d'instruction d'un membre du ménage est élevé, moins ceux-ci font recours aux sources moins propres et plus polluantes sans faire des distinctions entre les différents membres des ménages. Ces études soutiennent qu'il existe une corrélation entre le niveau d'instruction des membres des ménages et les sources d'énergie utilisées.

Pour ce qui est des indicateurs de richesse, les conclusions de cette étude corroborent celles de (Baiyegunhi & Hassan, 2014 et Bakehe, 2022) qui ont suggéré que les ménages riches ont un pouvoir d'achat plus élevé et sont disposés à payer pour un combustible écologique (propre) et énergétiquement efficace. Comme le soutient (Ouedraogo, 2006), un revenu plus élevé incite les ménages urbains à choisir/adopter une énergie plus propre et efficace (le gaz naturel plutôt que le pétrole sa zone d'étude).

En ce qui concerne la sensibilité environnementale, les conclusions de cette étude sont en contradiction avec celles de (Bakehe, 2022 et Ngandu & Zawadi, 2022) qui mette en exergue les facteurs sociodémographiques (âge chef de ménage, taille de ménage, revenu mensuel, etc.) comme des éléments clés dans l'adoption de source d'énergie à utiliser pour la cuisson. Par ailleurs, (Ogodja M. et al., 2024), dans son équation de modélisation, met en évidence que le type source d'énergie à utiliser par le ménage n'est envisageable que si le coût maximal espéré grâce à son adoption est inférieur au coût de n'importe quelle autre source.

En fin, les conclusions de cette étude embrassent celles des (Gazull, Dubiez, Imani, & Péroches, 2020 ; Boyomo & Tchitchoua, 2022 et Ogodja M. et al., 2024) qui affirment que le coût des sources énergie pour la cuisson joue un rôle très déterminant dans leur adoption par les ménages. Les énergies les plus onéreuses sont souvent les moins utilisées, en particulier dans les régions où le pouvoir d'achat est limité. Cette affirmation s'appuie sur les résultats de leur étude qui ont confirmés le caractère abordable du charbon de bois légèrement derrière le bois de chauffe (coûtant respectivement 0.034 USD/kWh en sacs et 0,038 USD/kWh en sachets et 0,030 USD/kWh alors que l'électricité dont le taux d'accès est très faible⁴ et le pétrole coûte en moyenne 0,0875 USD/kWh et 0,094 USD/kWh). (Baiyegunhi & Hassan, 2014)

5. Conclusions et recommandations

Cette étude est partie du constat selon lequel les ménages de Bukavu font recours à une nouvelles sources d'énergie afin de combler le gap énergétique pour la cuisson. Elle a visé à examiner les facteurs déterminants de l'adoption du gaz naturel liquéfié par les ménages de la ville de Bukavu et les stratégies pouvant la booster. Pour atteindre cet objectif, elle a combiné les approches quantitative et qualitative. Les données ont été recueillies auprès de 384 ménages de Bukavu utilisant tous le GNL comme source d'énergie pour la cuisson, repartis proportionnellement selon la population de chacune de ses 3 communes) par le biais d'un questionnaire d'enquête et un guide d'entretien combinés dans un formulaire généré et déployé sur la plateforme KoboToolBox. Analytiquement, nous avons procédé par la statistique descriptive, le test de Student et l'analyse de contenu.

Les résultats démontrent que l'adoption du GNL est influencé par plusieurs facteurs variables socio-économiques notamment le niveau d'instruction d'un membre des ménages, les indicateurs de richesse, la sensibilité environnementale et l'abordabilité de cette source d'énergie.

En effet, 71,9 % des utilisateurs de GNL dans la ville de Bukavu ont un niveau d'instruction supérieur ou universitaire alors que les utilisateurs qui n'ont pas de niveau ne représentent que 1 %. Ce résultat met en évidence l'importance du rôle que joue le niveau d'instruction dans l'adoption de GNL. Considérant les indicateurs de richesse, les analyses des données empiriques révèlent que la majorité de ménages qui utilisent les GNL comme source d'énergie pour la cuisson loge dans des maisons construites en briques cuites (58,6 %). Considérant le contexte du milieu où cette étude a été menée, cette caractéristique constitue un marqueur de richesse.

⁴ Le taux d'accès à l'électricité au Sud Kivu est de 2,55 % contre 5,02 % pour seule la ville de Bukavu (Justice Pour Tous, 2022)

Il s'en déduit donc que les ménages les moins nantis n'adoptent pas le GNL comme énergie pour la cuisson. L'adoption du GNL est influencée par les indicateurs de richesse des ménages. De plus, la sensibilité environnementale a joué un rôle très important dans la propension de l'adoption de GNL. Une bonne partie non négligeable de nos répondants a affirmé que l'adoption de GNL dans leurs ménages respectifs était motivée par le comportement écocitoyen et le désir de pratiquer la cuisson propre, qui lui-même est un marqueur de l'écocitoyenneté. In fine, il a été remarqué que l'adoption de GNL réduit les dépenses mensuelles énergétiques des ménages d'une somme moyenne calculée entre 10,761 \$ et 13,078 \$. Au regard de ces résultats, la réduction des dépenses énergétiques mensuelles constitue une des facteurs déterminants de l'adoption de GNL dans les ménages bukaviens.

Au regard des avantages environnementaux et socioéconomiques du GNL, des obstacles auxquels ses utilisateurs se heurtent et de la léthargie avec laquelle les ménages bukaviens optent pour son adoption, cette recherche a proposé une série de stratégies pouvant optimiser l'adoption de cette source d'énergie dans les ménages bukaviens. Il s'agit notamment:

- De l'amélioration de la technologie dans la chaîne de valeur de l'utilisation de GNL : Ceci réduirait les risques d'incendies et les désagréments pendant l'utilisation.
- De l'adoption des attitudes professionnelles : ceci permettrait un suivi de l'état des différents dispositifs installés chez les tiers et prévenir des dégâts éventuels.
- De la multiplication des points de vente : Ceci créerait un rapprochement entre les usagers et les fournisseurs et rendrait le GNL encore plus accessible.
- Des sensibilisations : Celles-ci rendraient le GNL, ses avantages aussi bien environnementaux qu'économiques et son efficacité énergétique encore plus connus. Il exhorterait également les ménages au sens de l'usage responsable et rationnel de cette source d'énergie.
- De l'implication du gouvernement pour une transition énergétique durable.

L'étude met en évidence la nécessité d'une intervention stratégique à plusieurs niveaux, impliquant à la fois les pouvoirs publics, les acteurs privés et la société civile, afin de faciliter une transition énergétique efficace et durable. L'adoption de GNL requiert une approche holistique et intégrée faisant intervenir toutes les parties prenantes, chacune en ce qui la concerne, et à tous les niveaux.

Bibliographie

- Ariane, B. K. (2016). *La consommation du charbon de bois dans la ville de Bukavu*. Bukavu: ISDR/Bukavu Inédit.
- Baiyegunhi, L. J., & Hassan, B. M. (2014). Rural Household Fuel Energy Transition: Evidence from Giwa LGA Kaduna State, Nigeria. *Energy for Sustainable Development* 20(1), 30–35. doi:DOI:10.1016/j.esd.2014.02.003
- Bakehe, N. P. (2021). What Drives Biogas Adoption in Rural Lesotho. *African Development Review*, vol. 33, n°2, 1-11.
- Bakehe, N. P. (2022). Les déterminants microéconomiques de l'adoption de l'électricité par les ménages en Afrique australe. *Économie rurale [En ligne]*, 379. doi:DOI : <https://doi.org/10.4000/economierurale.9768>
- Bakehe, N. P. (2022). Les déterminants microéconomiques de l'adoption de l'électricité par les ménages en Afrique australe. *Economie rurale*, 111 - 130. doi:<https://doi.org/10.4000/economierurale.9768>
- Barbiche, R. (2013). *Analyse de la filière bois pour optimiser les chances de réussite des activités*. GIZ/PBF,GFA,DES.
- Behrendt, H., Megevand, C., & Sander, K. (2013). *Dynamiques de déforestation dans le bassin du Congo : Réconcilier la croissance économique et la préservation de la forêt*. Commission des forêts d'Afrique centrale (COMIFAC).
- Boyomo, H. A., & Tchitchoua, J. (2022). Effet de la consommation d'énergie fossile sur la croissance économique et sur l'environnement en Afrique SubSaharienne: Une analyse de la causalité en données de panel sur le 14 pays. *Les Cahiers du Cread*. Vol. 38-n° 02, 143-173.
- Bubiez, E., Imani, G., Peroches, A., & Gazull, L. (2021). *Etudes des Filières Bois-Énergie à Bukavu*. Bukavu: CIRAD.
- Buhendwa, N. M. (2018). *Covid-19 et dépréciation de la monnaie :Analyse de l'impact sur le bien être des cambistes de la ville de Bukavu* . Bukavu: Université Evangélique en Afrique, Inédit.
- Buhendwa, N. M. (2021). *Impact de la dépréciation de la monnaie sur le bien-être des cambistes de la ville de Bukavuen période post pandémie*. Bukavu: Université Evangélique en Afrique, Inédit.
- Darate, C. B. (2023). Analyse des déterminants de l'utilisation des combustibles de cuisson par les ménages en milieu rural au Bénin . *Revue d'Economie Théorique et Appliquée* , 279-298.

- Division Provinciale des Ressources Hydrauliques et Electricité. (2020). *Rapport annuel*. Bukavu: Division Provinciale des ressources hydrauliques et électricité.
- Furaha, G., Mastaki, J.-L., & Lebailly, P. (2015). *L'impact des activités non agricoles sur la pauvreté et l'intégralité rurales dans les groupements Dugorhe et Irhambi-Katana (Territoire de Kabare, Province du Sud Kivu)*. Récupéré sur orbi.uliege.be: <https://orbi.uliege.be/bitstream/2268/193113/1/ARTICLE%20GERMAINE.pdf>
- Gazull, L., Dubiez, E., Imani, G., & Péroches, A. (2020). *Rapport d'étude de la consommation en énergies domestiques des ménages de la ville de Bukavu*. Bukavu: CIRAD&PNUD.
- Gillet, P., & et al. (2019). Household Energy Transition in Sahelian Cities: An Analysis of the Failure of 30 Years of Energy Policies in Bamako, Mali. *Energy Policy*, 129, 1080-1089.
- Institut National de Statistique. (2020). *Evolution Démographique du Sud-Kivu en 2018 à 2020*. Bukavu: INS/SK.
- Justice Pour Tous. (2022). *Diagnostic énergétique de la province du Sud Kivu*. Bukavu: Justice Pour Tous resource matters, 11Hours Project et American Jewish World Service.
- Justice Pour Tous. (2023). *Tous derrière le cash power: Evaluation du niveau de satisfaction clients utilisateurs de Cash-Power de la commune d'Ibanda, Bukavu, Sud Kivu*. Bukavu.
- Kabulu, J.-P. D., Vraken, I., Bastin, J.-F., Malaisse, F., Nyembwe, S., Sikuzani, Y. U., . . . Bogaert, J. (2018). *Approvisionnement en charbon de bois des ménages lushois : quantités, alternatives et conséquences*. Gembloux, Belgique: Presses Universitaires de Liège – Agronomie-Gembloux.
- Kasongo, N. M. (2024). *Adoption du GNL comme alternatif au charbon de bois dans la commune d'Ibanda, ville de Bukavu*. Bukavu: ISRD/Bukavu Inédit.
- Kyalondawa, F. M. (2013). *La problématique de la pratique d'alphabétisation fonctionnelle dans la ville de Bukavu: Cas spécifique de KAF*. Bukavu: ISDR/Bukavu, Inédit.
- Mvondo, S. A., Awono, A., Ingram, V., Lescuyer, G., Schure, J., Sonwa, D., & Somorin, O. (2019). *L'état de l'art de bois d'énergie en RDC : Analyse institutionnelle*. Kinshasa: CIFOR.
- Ngandu, M. M., & Zawadi, M. M. (2022). Adoption des énergies domestiques renouvelables par les ménages en RD Congo pendant la période de Covid-19: Cas de l'énergie solaire qu Sud Kivu. *Repères et Perspectives Economiques, Vol. 5, N° Spécial*, 59-81.
- Ngezirabona, S. V., Ciza, A. N., & Bora, F. S. (2021). Demande de bois-énergie dans la ville de Bukavu. *Les Cahiers de l'Associations Tiers-Monde n°35-2021*, 109-120.
- Nkuba, B., & Balagizi, G. (2020). Transition énergétique en RDC : Opportunités et défis du Gaz Naturel Liquéfié. *Cahiers de la Recherche en Énergie et Environnement*, 7(1), 89-102.
- Ogodja M. et al. (2024). Determinants of Déterminants d'adoption des foyers de cuisson utilisés par les ménages ruraux au Sud du Bénin. *Revue Française d'Economie et de Gestion Volume 5 : Numéro 3*, 288 - 312.
- Ouedraogo, B. (2006). Household Energy Preferences for Cooking in Urban Ouagadougou, Burkina Faso. *Energy Policy Volume 34, Issue 18*, 3787-3795.
- PNUD. (2009). *Province du Sud Kivu: Profil résumé pauvreté et conditions de vie des ménages*. Kinshasa: PNUD-RDC.
- PNUD. (2012). *Dignostic de la situation énergétique dans la province du Sud Kivu : Rapport final*. Kinshasa: PNUD.
- PNUD. (2013). *Rapport national "Energie durable pour tous à l'horizon 2023" Programme national et stratégie*. Récupéré sur undp.org: <https://www.undp.org/sites/g/files/zskgke326/files/migration/cd/UNDP-CD-RAPPORT-ENERGIE-DURBALE-POUR-TOUS-HORIZON-2030.pdf>
- Ranney, K., & Mukati, M. (2021). *The Role of Natural Gas in the Energy Transition*. Sustainalytics.
- Schure, J., Ingram, V., & Akalakou-Mayimba, C. (2011). *Bois énergie en RDC : Analyse de la filière des villes de Kinshasa et de Kisangani*. Kinshasa: CIFOR (Projet Makala/CIFOR).

UNAGECC: The Secretary General's Advisory Group on Energy and Climate Change. (2010). *Sustainable Future: Summary Report and Recommendations*. UN.

World Health Organization. Regional Office for Europe. (2015). *Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America*. World Health Organization. Regional Office for Europe.
<https://iris.who.int/handle/10665/153671>.