

Utilisation énergétique à l'échelle urbaine en République Démocratique du Congo : état de lieux, défis et perspectives

Energy use at the urban scale in the Democratic Republic of Congo: State of affairs, challenges and perspectives

Grace Twite¹, Sylvain Balume¹

¹ Département de Génie Electrique, Ecole Supérieure des Ingénieurs Industriels, Université de Lubumbashi, Congo (RD), twite.kalenga@unilu.ac.cd , sylvainbaderha@gmail.com

RÉSUMÉ. Le taux national d'électrification en République Démocratique du Congo (RDC) est actuellement de 9%, soit seulement 1% si l'on ne considère que les zones rurales (75,8% de la population congolaise). Les opportunités sont pourtant infinies avec les riches ressources naturelles et minérales du pays le classant parmi les plus riches au monde [NKU 06], l'objectif de cette étude est de déterminer les défis et perspectives de l'utilisation énergétiques exploitables en milieu urbain en faisant un état de lieu sur la ville de Lubumbashi. Après analyse des résultats, nous avons remarqué dans le quartier CRAA, une utilisation disproportionnée des sources énergétiques reparties entre l'énergie hydroélectrique à 23%, le charbon (énergie de bois) à 12%, le groupe électrogène (énergie pétrole) à 45%. La priorité étant accordée à la société nationale d'électricité (SNEL) qui offre une énergie suffisante mais ses services sont moins cotés à une cote de 40% la moyenne, les panneaux étant appréciés sont relativement chers par rapport aux revenus de la population, une projection énergétique de 36 à 38 pour cent entre 2000 et 2030 pour l'Energie hydro-Electrique, de 8,7 à 52 pour cent entre 2000 et 2030, pour la consommation en Charbon de 48 à 8 pour cent entre 2000 et 2030 ainsi que la consommation d'Energie pétrolière de 7,3 à 2 % entre 2000 et 2030. Cependant, d'après toutes ces projections, les chiffres relatifs à la consommation par habitant pour les énergies renouvelables auront d'ici 2030 un pourcentage trop élevé en termes de croissance énergétique pour les énergies renouvelables environs 52%.

ABSTRACT. The national electrification rate in the Democratic Republic of Congo (RDC) is currently 9%, or only 1% if only rural areas are considered (where 75.8% of the Congolese population lives). The opportunities however are endless – the rich natural and mineral resources of the country rank it among the richest in the world [NKU 06]. The aim of this study is to determine the challenges and prospects of exploitable energy used in urban areas. We do this by examining the city of Lubumbashi. After analyzing the results, we noticed that in the CRAA district there is a disproportionate use of energy sources distributed between hydroelectric energy (23%), coal (wood energy) (12%) and generators (petroleum energy) (45%). Priority is being given to the national electricity company (Société nationale d'électricité – SNEL), which offers sufficient energy but its services are rated lower, with an average rating of 40%. The more desirable panels are relatively expensive compared to the income of the population, and so it has been projected that, between 2000 and 2030, hydroelectric energy will rise from 36 to 38%; coal consumption will fall from 48 to 8%; and energy consumption will fall from 7.3 to 2%. However, in spite of the changes, according to all these projections, by 2030 the per capita consumption figures for renewable energy will still have a too high percentage in terms of energy growth for renewable energies – around 52%.

MOTS-CLÉS. Utilisation Energétique ; Energie Renouvelable ; Enénergise bois, Energie pétrole.

KEYWORDS. Energy use; Renewable energy; Wood energy; Petroleum energy.

1. Introduction

La République Démocratique du Congo (RDC) dispose d'importantes ressources énergétiques, mais l'accès et l'utilisation de ces ressources sont inégalement réparti, avec une production et une consommation électrique concentrée autour de milieu urbain et des régions minières, alors que l'approvisionnement électrique est faible, voire inexistant dans le nord et le centre du pays [RAP 10]. La consommation électrique par habitant est l'une des plus faibles au monde ; en 2016, on estimait que 94 % de l'énergie utilisée en RDC provenait du bois ou du charbon de bois [ILU 16].

Le potentiel en énergie propre et renouvelable est également considérable en RDC. Le fleuve Congo, deuxième plus grand cours d'eau au monde par son débit, ainsi que d'autres fleuves d'envergure permettent d'envisager de nombreuses infrastructures hydroélectriques [STA 08]. L'ensoleillement allant jusqu'à 3372,76 heures par an et une irradiation d'environ bien que celles-ci attendent encore d'être exploitées à grande échelle [MIC 01]. La **figure 1** présente la Localisation de la Ville de Lubumbashi dans la province du Haut-Katanga, la R.D Congo et le continent Afrique.

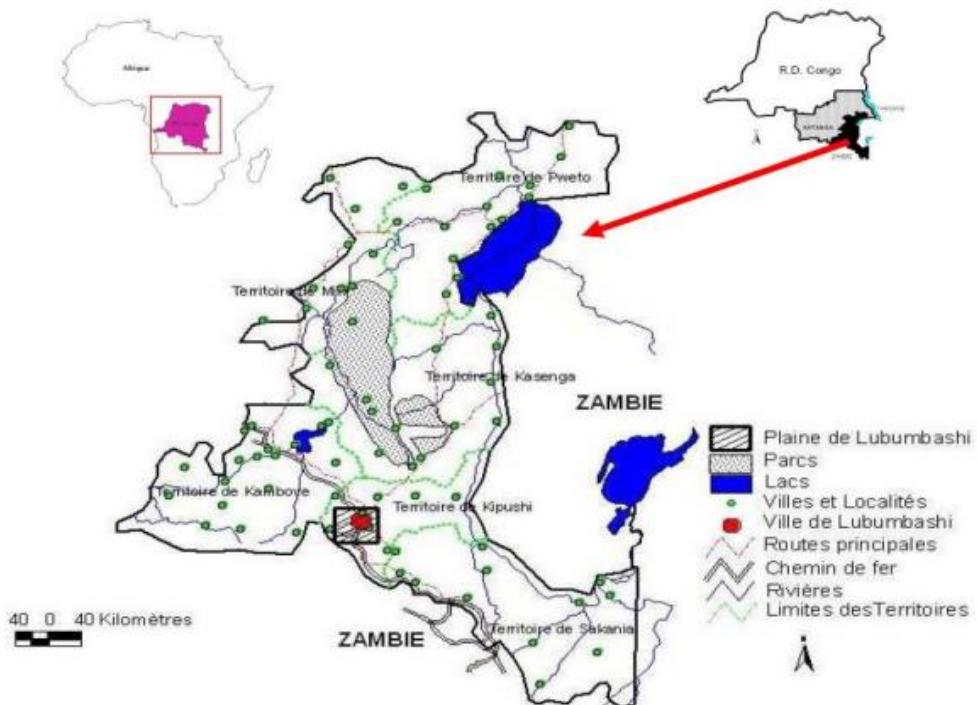


Figure 1. Localisation de la Ville de Lubumbashi dans la province du Haut-Katanga, la R.D Congo et le continent d'Afrique [NYE 14]

Dans cet article, Nous devrions répondre, aux questions suivantes :

Quels sont les défis d'utilisation des diverses sources énergétiques dans la ville de Lubumbashi ?

Quelle sera la consommation énergétique d'ici 2030 ?

Les énergies renouvelables sont-elles une solution technique et économiquement envisageables pour répondre aux défis environnementaux sur exploitations des ressources énergétiques en RDC ?

Pour répondre à ces questions, les actions suivantes seront entreprises :

1. Identifier les différentes sources énergétiques utilisées et leurs impacts socio-économiques dans les ménages de la ville de Lubumbashi ;
2. Evaluer la faisabilité technico-économique et environnementale de l'utilisation des énergies renouvelables dans les zones non électrifiées à Lubumbashi.
3. Faire une projection énergétique de la ville de Lubumbashi d'ici 2030 et leurs défis respectifs.

2. Méthodologie

2.1. Milieu d'Etude

Située à cheval sur l'équateur, au cœur du continent africain, la République Démocratique du Congo (RDC) a une superficie de 2 345 409 km². Son relief est dominé par des plateaux étagés déterminant au centre une large dépression « Cuvette centrale », principal collecteur des eaux de pluie de 80% des affluents d'une trentaine de grandes rivières du fleuve Congo, long de 4 700 km. Avec le fleuve Congo, ses nombreux affluents et les lacs, la RDC dispose de l'une des plus grandes réserves d'eau douce de la planète, avec un réservoir de 16 % de l'eau douce en Afrique [ENR 18]. Cette riche hydrographie, son climat et son relief variés confèrent à la République Démocratique du Congo un gigantesque potentiel en ressources énergétiques renouvelables.

En 2021, la population de la RDC est estimée autour de 91 946 513 habitants [CIR 20]. La croissance démographique est de l'ordre de 3,2% [CIR 20]. Selon les estimations des Nations-Unies, 44,5 % de la population, soit 37,3 millions habitants vivent dans les zones urbaines. La densité de la population en République Démocratique du Congo est d'environ 45 habitants au km², ce qui est proche de la moyenne africaine (43 hab/km² en 2019).

Le produit intérieur brut par habitant est estimé à 543,95 US \$ en 2020 et de 562 US \$ en 2021. L'économie congolaise est fortement dépendante de l'exploitation des ressources naturelles dont le pays regorge, parmi lesquelles, les hydrocarbures, le bois et de nombreuses ressources minérales. Elles représentent plus de 90 % des exportations. L'industrie minière est le principal moteur de la croissance économique. L'économie de la RDC est très spécialisée, largement dépendante du secteur minier : 95% de ses exportations sont des matières premières (principalement cuivre et cobalt). L'agriculture contribue pour environ 20 % du PIB et moins de 2,5 % des exportations enregistrées, alors qu'elle emploie plus de 60 % de la population active.

Cette étude sera menée dans la ville de Lubumbashi. Située à 11° 40' de latitude et 27° 29' de longitude, Lubumbashi est la capitale de la province du Haut-Katanga. La ville a 413.000 habitants en 1973 et 700.000 en 1988. Récemment la ville comptait 2.786.397 habitants en 2015.

Sur le plan administratif, la ville est composée de 43 quartiers regroupés en 7 communes [NNU 06] dont : Lubumbashi, Kenya, Kampemba, Katuba, Kamalondo, Ruashi et Annexe. Ces communes, comme les quartiers, sont très dissemblables en termes de taille, de population, d'occupation du sol, etc. Une carte de la ville de Lubumbashi est donnée sur la **Figure 2**.

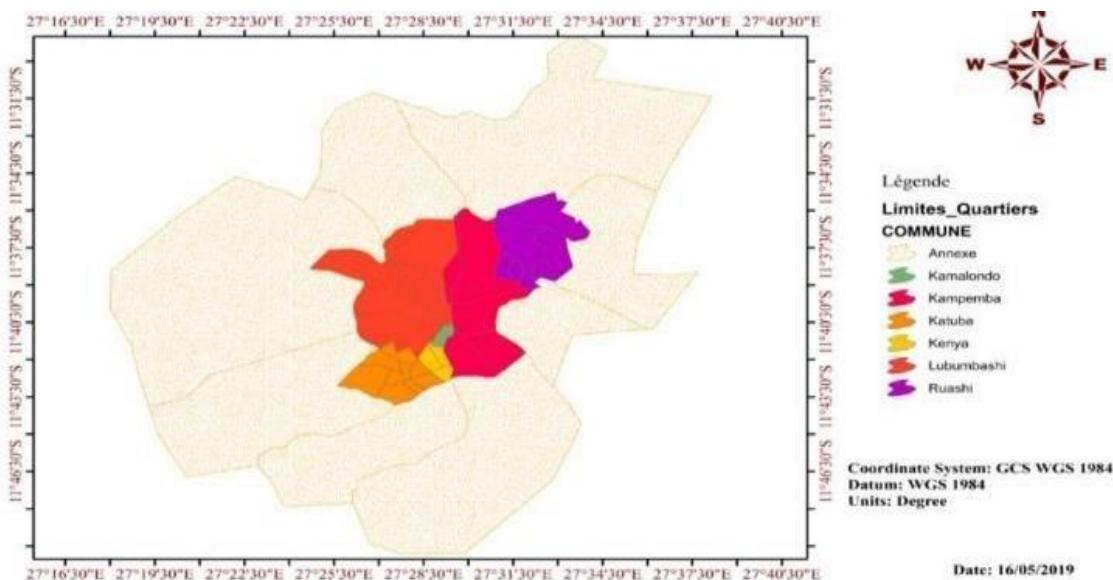


Figure 2. Carte de la ville de Lubumbashi [HER 20]

2.2. Collecte de données

Nous nous baserons toute de même plus sur les quartiers de la ville qui connaissent beaucoup des difficultés d'accès à l'électricité soit avec un taux d'électrification faible et on remarque que ce sont ces quartiers qui ont une plus grande proportion des ménages recourant à plusieurs sources [BAN 17]. Ainsi nous opterons pour le quartier CRAA se trouve à l'ouest de la ville de Lubumbashi ou de la commune Lubumbashi. Elle a une superficie d'environ 2km², mais à signaler que ce quartier est en extension.

2.2.1. Situation énergétique de la RDC

La consommation énergétique dans le pays est relativement faible comparée au reste du monde [RAP 10]. Sur 141 pays ayant fourni leurs données à la Banque mondiale en 2014, la RDC est classée 131ème en matière d'énergie consommée, avec une utilisation équivalente à 389,33 kg de pétrole par habitant. La RDC se retrouve ainsi en 15ème position sur les 21 pays d'Afrique subsaharienne inclus dans l'échantillon de 2014 [MIC 01].

Selon toutes les sources consultées, les ménages constituent une part importante de la consommation, bien que l'on observe des disparités importantes en fonction des sources. Les données de la Commission africaine de l'énergie (AFREC) indiquent 68,75 % de consommation effectuée par les ménages, alors que l'Agence internationale de l'énergie (AIE) évalue la consommation des ménages à 80,21 % de la consommation globale [ILU 16]. Le **Tableau 1** illustre certains de ces résultats. Ces tendances ne s'appliquent pas à la consommation d'électricité; dans ce second cas, l'utilisation à des fins productives prend clairement le pas.

AFREC Energie (en tonne d'équivalent pétrole, tep)		AIE (tonne d'équivalent pétrole, tep)	
Ménages	13049,3 (68,75%)	Résidentiel	20238 (80,21%)
Industrie	414,84 (2,18%)	Industrie	3997 (15,84%)
Transports	826,86 (4,35%)	Transports	709 (2,81%)
Services publics et commerciaux	4687,72 (24,70%)	Services publics et commerciaux	86 (0,34%)
Agriculture/foresterie	-	Agriculture/foresterie	
Autres (non spécifiés)	-	Autres (non spécifiés)	-
Usage non énergétique	-	Usage non énergétique	4 (0,001%)
Total	18980,72 (100%)	Total	25229 (100%)

Tableau 1. Répartition de la consommation énergétique selon les secteurs [MIC 01].

2.2.2. Données

Pour la collecte des données un questionnaire contenant trois catégories des questions a servi de guide des interviews menées dans la zone d'étude. Des questions devant être posées à des individus pris de manière individuelle pour en sortir un caractère donné. Ces questions ont permis de se renseigner sur :

- ⊕ Le prix de la facture de la SNEL ;
- ⊕ L'estimation de cette facture ;
- ⊕ L'appréciation du service de la SNEL ;

- La présence d'une source de secours ;
- L'estimation du cout de cette source ;
- L'utilisation des énergies renouvelables.

Ces questions doivent ressortir du ressenti global des habitants du quartier CRAA en rapport avec l'utilisation énergétique. Ces questions ont permis de se renseigner sur différents types d'énergies utilisée et leurs proportions socio-économiques.

3. Résultats et Discutions

3.1. Etat de lieu de l'utilisation des sources énergétique dans le quartier CRAA

Dans cette section, nous allons faire l'état de lieu de l'utilisation des différentes sources comme principales source d'énergie et aussi comme source de secours en cas d'absence de la première source. Les **Figure 2 et 3** suivantes nous donnent la répartition en secteur des différentes sources.

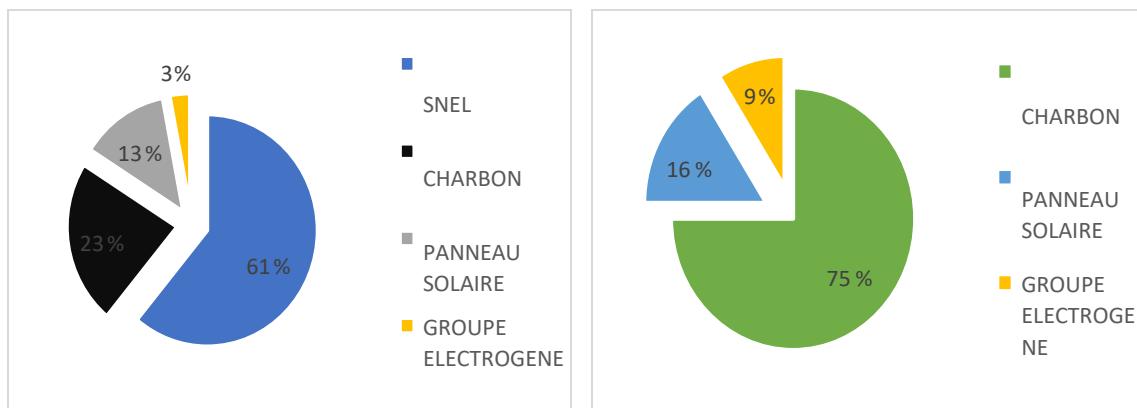


Figure 2. Répartition en secteur des sources d'énergie principale

Figure 3. Répartition des sources d'énergie secondaire dans l'utilisation domestique

Au regard des graphiques qui précédent, nous constatons que la principale source d'énergies à Lubumbashi reste l'énergie hydroélectrique, qui offre plusieurs avantage avec la modernisation des ménages, cette énergie est utilisée à 61% de la population enquêtée comme source principale, par contre les ménages non alimenté au réseau SNEL, utilisent le charbon(énergie bois) comme source principale et ce dans 23% de la population enquêtée, l'énergie renouvelable est en train de prendre place avec seulement 13% d'utilisation à cause de son cout d'achat et d'installation est relativement élevé, ensuite l'utilisation des groupes électrogène bien qu'étant non écologique est à environ 3%.

3.2. Diagramme sur la connaissance des personnes sur les photovoltaïque

Après analyse du diagramme, nous pouvons dire que la majorité des personnes dans le quartier CRAA a une connaissance allant de six à huit sur dix sur le photovoltaïque, ce qui nous laisse à croire que l'utilisation d'énergie renouvelables est dans les perspectives à venir très envisageable comme sources principales. La **Figure 4** nous donne le diagramme des points d'appréciation des PV.

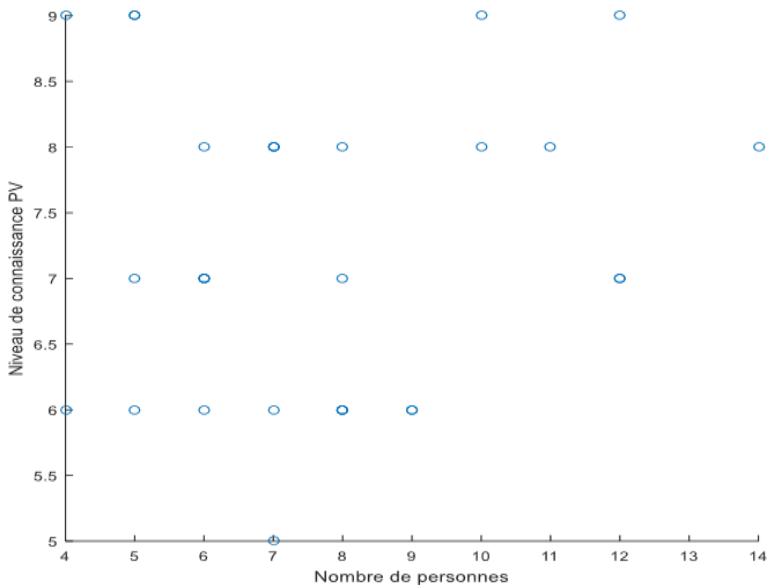


Figure 4. Taux de connaissance sur le PV en fonction du nombre de personnes

3.3. Défis de l'utilisation énergétique

Quel est nombre de personne qui apprécie le service de la SNEL dans le quartier CRAA? A cette question l'utilisation des autres sources a été justifié par une mauvaise note attribuée au service et à la facturation de leur énergie, la majorité de nos correspondant a donné une note de 4 sur 10. La **Figure 5** montre l'histogramme d'appréciation des services de la SNEL.

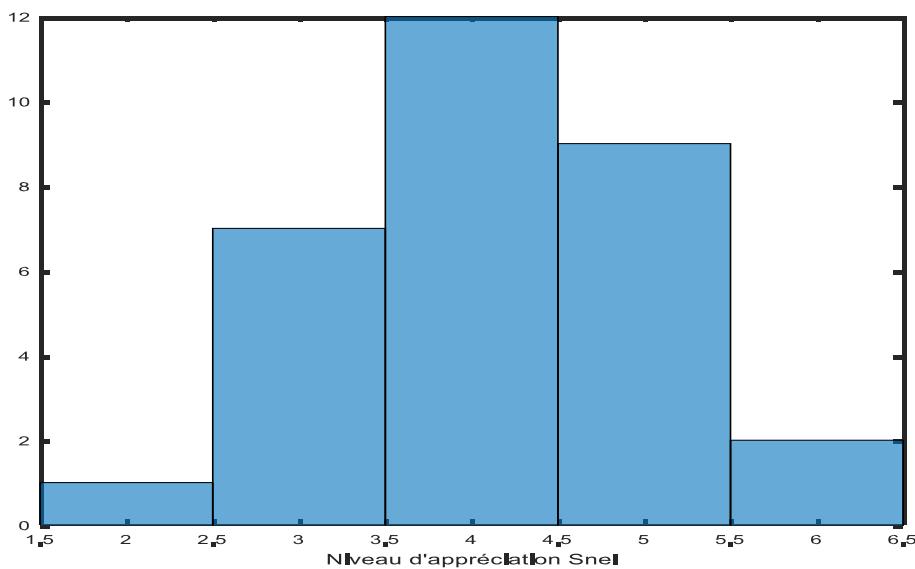


Figure 5. L'appréciation du service de la SNEL

3.4. Taux d'accroissements démographique

La croissance démographique résulte du jeu des facteurs : natalité, mortalité et mobilité géographique (solde migratoire) ; comme nous pouvant le voir à la Figure 6 ci-dessous [CHR 05].

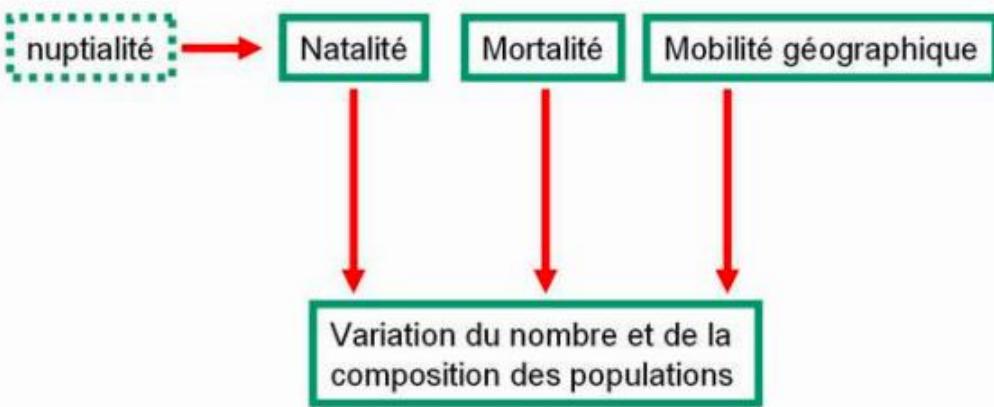


Figure 6. La croissance démographique [CHR 05].

Il n'est cependant pas toujours nécessaire ou possible d'effectuer cette décomposition et l'on se contente souvent d'étudier l'évolution globale d'une population sur une ou plusieurs périodes. On est ainsi amené à calculer les grandeurs suivantes :

- ⊕ L'accroissement global de la population sur un an ou sur plus d'un an environ 5ans
- ⊕ Le taux d'accroissement de la population sur un an ou sur plus d'un an environ 5ans par exemple [CHR 05].
- ⊕ Le taux de croissance annuel moyen de la population sur nombre donné.

Dans cet article nous nous sommes basés sur la statistique de la population de Lubumbashi de l'année 2022 et de 2021 avec comme :

- ⊕ Population de l'année 2022 est de 2.695.331 habitants (P_{2022})
- ⊕ Population de l'année 2021 est de 2.584.133 habitants (P_{2021})
- ⊕ Densité : 3608 habts / km²

Nous allons utiliser la formule alternativement, quand les données Statistiques sont disposées par tranches de temps.

$$P_t = P_0 (1+n)^t \quad (1)$$

Nous pouvons retenir avec le différent terme utilisé dans la formule ci-haut :

P_t : la population considérée à l'année t

P_0 : la population considérée à l'année 0

n : est le chiffre qui est le taux de croissance annuel moyen sur la période

$$n = \left(\frac{P_{2022}}{P_{2021}} \right) 1/t - 1 \quad (2)$$

$$n = \left(\frac{2695331}{2584133} \right) 1/1 - 1 = 0,043031 \quad (3)$$

$$P_t = P_0 (n+1)^t \quad (4)$$

Or P_{2022} à P_{2030} , il y a 7ans comme taux de croissance annuel moyen sur une période

$$\text{D'où } P_{2030} = 269533(0,043031 + 1)^7 = 269533(1,043031)^7 \quad (5)$$

$$P_{2030} = 2695331 \times 1,343013921 \quad (6)$$

$$P_{2030} = 3619867,053 \text{ Habitants.} \quad (7)$$

3.5. Taux d'accroissements énergétique

La demande d'énergie devrait s'accroître considérablement dans les années à venir à cause de l'augmentation de la population et du développement économique [EIA 04]. Au fur et à mesure que les économies passent du concept de subsistance à celui de production industrielle ou de services, les modes de vie de nombreux individus connaîtront de profonds changements. Les principales augmentations de la demande d'énergie seront le fait dans la ville de Lubumbashi où le pourcentage de la consommation de la ville d'énergie devrait passer de 36 à 38 pour cent entre 2000 et 2030 pour l'Energie hydro-Electrique (SNEL), de 8,7 à 52 pour cent entre 2000 et 2030, pour la consommation en Charbon de 48 à 8 pour cent entre 2000 et 2030 ainsi que la consommation d'Energie pétrolière de 7,3 à 2 pour cent entre 2000 et 2030. Cependant, d'après toutes ces projections, les chiffres relatifs à la consommation par habitant pour les énergies renouvelables auront d'ici 2030 un pourcentage trop élevé en termes de croissance énergétique pour les énergies renouvelables environ 52%, comme illustre la **Figure 7** du taux de croissance énergétique ci-dessous.

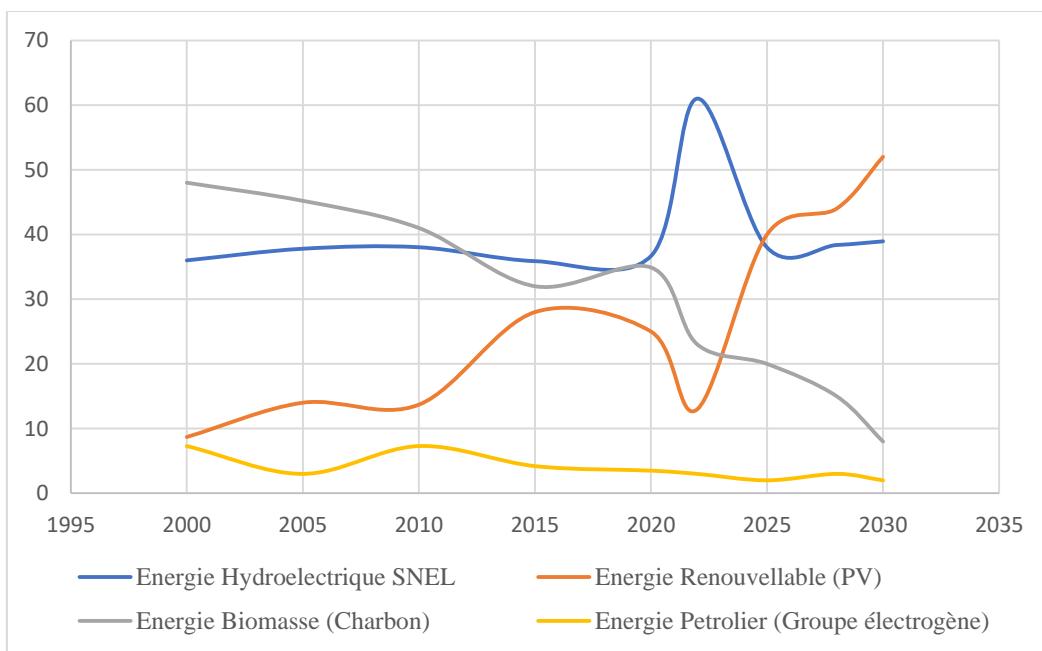


Figure 7. Le taux de croissance énergétique dans la ville de Lubumbashi

3.6. Analyse du marché énergétique en RDC

Pendant des décennies, la République démocratique du Congo a lutté contre une crise énergétique prolongée et multiforme. Le marché congolais d'électricité est un marché qui est continuellement croissant car la majorité de la population congolaise est encore non-electrifiée. L'électricité ne représente que 3% de la part de marché de l'énergie La plupart des consommateurs et des ménages ruraux ont des revenus faibles, très limités, Insuffisant pour subvenir durablement à leurs besoins de base en électricité. C'est la même chose que La RDC a un énorme potentiel de ressources Diverses sources d'énergie, y compris les sources d'énergie renouvelables (énergie du bois, hydraulique, solaire, géothermique, etc.) et non renouvelables Les énergies renouvelables (réserves pétrolières, gaz naturel, charbon, uranium, schiste bitumineux...), mais très Peu ou peu de valeur à ce jour. Dans

le défi de l'électrification, nous pouvons faire référence aux difficultés logistiques liées à l'installation des biens, des opérations sur site, maintenance à distance, volonté et capacité de payer des consommateurs (revenu très élevé). Selon les données de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et des Nations Unies Pour la population, la production combinée d'énergie de la RDC pour tous les besoins reste de 1990 à 2020, la population a augmenté de façon spectaculaire, mais est restée relativement stable. Cette inadéquation pourrait être exacerbée si rien n'est fait pour augmenter la capacité de production L'énergie dans son ensemble compromet la réalisation des objectifs de développement durable.

3.7. Evolution du marché énergétique en RDC

3.7.1. Electricité

Les ressources hydrauliques sont estimées à plus de 100 000 mégawatts (MW), dont plus de 44 000 Concentré sur les sites incas uniquement, 890 autres sites identifiés et répertoriés dans Energy Atlas Énergie renouvelable pour le développement de l'hydroélectricité, y compris micro, micro et petite ingénierie [NGE et al 19]. Cependant, moins de 3 % (2 819 MW) de ce potentiel ont été exploités, la capacité installée est divisée en SNEL 2 623,64 MW (85,5%), producteurs privés 363,45 MW (11,9%) et autres producteurs Publique 79,91 MW (2,6%). 32% de la capacité du parc de production de la SNEL inchangée en 2021 Reste indisponible jusqu'à ce que son programme de réadaptation se poursuive et soit terminé. En 2021, la capacité de production de la SNEL atteindra 13 036 GWh, importations en supplément Environ 1 476 GWh, soit 11 %.

Les données de production d'électricité des producteurs privés et Pas d'accès aux autres producteurs publics. Le taux d'électrification de la république République Démocratique du Congo. Il devrait atteindre 8,7% à 19,1% en 2021 [ECA 21], Ministère du Plan à travers Rapports volontaires sur les ODD, mai 2020, estimé à 29,6 %. Les tarifs de ce service varient selon la province. Ensuite, il existe une différence significative entre les zones urbaines (35 %) et les zones rurales, et Banlieue (1 %). Cet écart suggère une rupture du cadre de suivi statistique des secteurs sur lesquels la politique énergétique nationale devrait se concentrer. Le sous-secteur a connu Evolution du cadre institutionnel et réglementaire suite à la promulgation de la loi n°14/011 du 17 juin 2014 liés au secteur de l'électricité. Cette loi consacre la décentralisation et un retour à la libéralisation Avec la mise en place de l'Autorité de régulation de l'électricité (ARE), le sous-secteur de l'électricité avec la création de l'Autorité de Régulation de l'Electricité (ARE) et de l'Agence Nationale de l'Electrification et des Services énergétiques en milieux ruraux et périurbains (ANSER). Malgré l'opérationnalisation de ces structures en 2020, des défis majeurs restent à relever pour l'atteinte des objectifs d'accès à l'électricité.

3.7.2. Energie Renouvelable

La République Démocratique du Congo a un potentiel solaire très élevé [ECC 14] du fait de sa situation géographique, entre 3 250 degrés et 6 000 Wh/m²/jour. La demande d'électricité qui ne peut être satisfaite par l'hydroélectricité et Le thermique, le solaire sont des alternatives de plus en plus populaires. plusieurs entreprises Règlement après la libéralisation du sous-secteur de l'électricité, en particulier à l'Est RDC, rendant cette technologie disponible et accessible aux consommateurs. A ce jour, il n'existe pas de stratégie nationale pour le développement de l'énergie solaire, hormis les lois sur l'électricité. Le court et le long terme peuvent être utilisés pour stimuler sa promotion et accélérer la réalisation de l'accès L'énergie durable pour tous.

3.7.3. Hydrocarbure

Le potentiel pétrolier offshore et onshore de la RDC est estimé à 20 milliards de barils, un montant qui, s'il se confirmait, "ferait de la RDC le deuxième détenteur de pétrole en Afrique

subsaharienne après le Nigeria (36,2 milliards de barils) [CIR 20] et dépassera de loin les réserves pétrolières de l'Angola qui s'élèvent à 9 milliards de barils » [CIR 20].

3.7.4. Bois énergie

Comme dans les pays subsahariens, le bois-énergie est la principale source d'énergie utilisée en RDC. Elle représente 93% [FON 18] soit 20 406,4 ktep du mix énergétique du pays, où 90% de la population est fortement dépendante des besoins culinaires [FON 18].

Le charbon de bois est le principal combustible des ménages urbains, avec un taux d'utilisation de plus de 95%, suivi de l'électricité (environ 20% en moyenne, atteignant 60% à Kinshasa). Viennent ensuite le pétrole et le bois de chauffage, le gaz naturel arrivant en dernier avec un pourcentage inférieur à 2 % ? Les ménages en milieu rural (61,8% de la population) satisfont principalement leurs besoins énergétiques avec du bois de chauffe, tandis que les ménages en milieu urbain (38,2% de la population) sont des consommateurs relativement importants de charbon de bois. Ceci démontre pleinement l'impact attendu d'une modification progressive de la répartition des ménages en faveur de l'environnement urbain. L'implication de l'axe politique est l'importance de l'efficacité au stade de la conversion du bois en charbon de bois et au stade de la consommation du produit. En attendant, les meules traditionnelles de surface ou enterrées sont la seule technologie utilisée par tous les producteurs de charbon.

En outre, les consommateurs de charbon seront une cible majeure des politiques de substitution au GPL et généralement une grande partie des politiques de cuisson propre. Au niveau national, seuls 4,5% des ménages utilisent des ressources et technologies de cuisson propres, avec un pic de 24,4% à Kinshasa, un creux de 11,9% dans le Haut-Uélé, 4,4% au Kongo Central et 2,7% dans la Tshopo. Plusieurs provinces n'ont pas encore leurs propres chambres de commerce (ressources et équipements combinés) Outre le domicile, il existe des usages productifs (ou professionnels) pour les boulangers, mijoteurs, ferronniers/fondeurs, grilleurs/friteurs, restaurateurs, etc. [FON 18]. En République démocratique du Congo, il n'y a pas de schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie et pas d'appui multipartite clair pour guider sa mise en œuvre. Cependant, le lieu d'origine est généralement connu avec précision.

Par exemple, les provinces qui contribuent le plus à l'approvisionnement en charbon de bois à Kinshasa sont Kinshasa (20,0%), le Congo central (21,7%) et le Maï-Ndombe (16,0%). 9%, mais le charbon de bois provient aussi de Cuango (8,6%), Equatorial (7,3%), Kwelu (0,6%). Pour le bois de chauffe, les deux provinces qui approvisionnaient Kinshasa étaient le Congo Central (71%) et Kinshasa (27%), et l'enquête n'a pu déterminer l'origine de 2% du bois. Le bois provient des forêts (48%), des savanes (21%), 31% des sources de bois de chauffage ne peuvent pas être déterminées Outre le bois-énergie, le pays dispose d'un fort potentiel dans d'autres biomasses (mais non quantifié), et sa valorisation a du sens tant pour les besoins de chaleur de l'industrie (dont la production d'électricité) que pour répondre à la demande intérieure.

Il s'agit de déchets forestiers, agricoles, animaux et municipaux, tous disponibles en grande quantité en République démocratique du Congo en raison des activités industrielles, agricoles et de l'étalement urbain apparent. Enfin, la relation entre l'utilisation du bois de chauffage et les émissions nocives dans les espaces clos ou non a été largement documentée par des travaux commandés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et n'est pas spécifique aux substrats. La conclusion générale est que "les équipements traditionnels, couramment utilisés en Afrique subsaharienne, sont inefficaces et, en raison d'une mauvaise combustion, produisent de la fumée et des gaz qui entraînent des maladies respiratoires à long terme et la mort. La combustion de la biomasse solide à la maison peut émettre plus les niveaux de particules fines que les valeurs de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sont dix à cinquante fois plus élevés (Pennise et al., 2009) ; par l'utilisation de combustibles solides à des maladies pouvant être prévenues, comme la pneumonie

infantile (Smith et coll. 2000 ; Dherani et coll. 2008). D'autres gênes quotidiennes touchant surtout les femmes, comme la toux, les maux de tête, les brûlures des yeux et les douleurs de dos sont généralement liées aux méthodes de cuisson traditionnelles (OMS, 2009b).

3.8. Analyse de l'offre et la demande du marché d'Energie

L'analyse de l'offre et de la demande du marché d'Energie spécifiques inhérents aux différents sous - secteurs de l'énergie sont notamment repris dans le **Tableau 1** ci-après :

SOUS SECTEURS	OFFRE	DEMANDE	CADRE INSTITUTIONNEL	CADRE JURIDIQUE	CADRE OPERATIONNEL
Electricité	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance globale de l'offre, - Inégalité de la répartition de la faible offre entre les milieux urbains, industriels et ruraux - Focalisation sur le milieu urbain et industriel du secteur au détriment du milieu périurbain et rural ; - Mauvaise qualité de l'électricité fournie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tournée majoritairement vers les besoins productifs au détriment des ménages - Difficilement mesurable compte tenu des moyens techniques et de l'insuffisance quantitative et qualitative des données (manque de données désagrégées) - Absence de stratégies communes d'accès aux services énergétiques (santé, agriculture, éducation, petite hydraulique en milieu rural) Faible pouvoir d'achat de la population 	<ul style="list-style-type: none"> - Faiblesse dans la gouvernance du secteur - Absence de politique énergétique globale de satisfaction des besoins d'accès aux services énergétiques, en particulier l'électricité ; - Absence d'une planification du développement de toutes les ressources énergétiques primaires ; - Lenteur dans le déploiement de l'ARE et de l'ANSER - Mauvaise interprétation et chevauchements dans l'exercice des prérogatives des structures dans le secteur de l'Electricité 	<ul style="list-style-type: none"> - Lenteur dans la mise en place des mesures réglementaires telles que le code réseau et la gestion du dispatching (interconnexion) ; - Faible vulgarisation et diffusion de la loi relative à l'électricité et de ses mesures d'application 	<ul style="list-style-type: none"> - Vétusté et manque de politique de maintenance des infrastructures, - Faible implication du secteur privé, - Processus de réforme de SNEL, opérateur public, et principale opérateur du secteur, en société commerciale inachevée ; - Couverture du pays par le réseau national interconnecté limité à 5 provinces sur 26 ; - Insuffisance du nombre d'énergéticiens formés et disponibles sur le marché ainsi que des structures de recherche et développement. <p>Emissions des Gaz à Effet de Serre (GES) lors de la production à partir</p>

					des sources d'énergie fossiles impact environnemental et social dans la construction et le fonctionnement des grandes installations de production d'électricité
Hydrocarbure	<ul style="list-style-type: none"> - Forte dependence de l'offre aux importations - Insuffisance dans l'exploration des bassins sédimentaires ; - Absence de banques de données sur les blocs existants - Faible exploitation des gisements d'hydrocarbures - Faible valorisation des produits pétroliers, spécialement le GPL dans le cadre de la cuisson propre ; - Absence d'infrastructures et d'industrie de production des Kits de 	<ul style="list-style-type: none"> - Très forte croissance de la demande de produits pétroliers pour le transport, notamment en raison de la flambée du transport individuel par des véhicules d'occasion - Disparité spatiale dans la satisfaction de la demande en produits pétroliers - Insuffisance d'un marché national organisé du GPL; - Un marché international du GPL défavorable et limitant l'accès à ce combustible de substitution. 	<ul style="list-style-type: none"> - Faiblesses dans la gouvernance du sous secteur ; - Absence d'un document de politique dans le sous secteur ; - Manque de coordination des initiatives ; - Faible communication. 	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance de réglementation appropriée dans le domaine des hydrocarbures ; - Insuffisance des textes d'application ; - Absence de loi sur des produits de substitution possible aux hydrocarbures (biocarburants) 	<ul style="list-style-type: none"> - Difficulté opérationnelle du pilotage - Réseau de transport et voies de communication délabrée ; - Faible diffusion et vulgarisations des textes légaux ; - Faible sensibilisation et incitation à l'utilisation du GPL ; - Absence d'industrie de production des Kits de GPL ; - Absence d'un plan directeur d'approvisionnement du GPL - Absence de raffinerie en activité ; - Absence des capitaux locaux (local content) ; - Insuffisance des structures de recherche et développement.

	<p>GPL</p> <ul style="list-style-type: none"> - Absence de raffinerie en activité ; - Faible réseau national de distribution des produits pétroliers par pipeline et gazoducs ; - Etat de délabrement du réseau de transports et voies de communication ; - Absence d'un Open tender system; - Absence des capitaux locaux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût d'accès au GPL exorbitant ; - Réticence et méfiance des ménages dans l'utilisation du GPL (risques d'incendies) - 		<ul style="list-style-type: none"> - Faible réglementation des questions transversales. 	<ul style="list-style-type: none"> - Emissions des Gaz à Effet de Serre (GES) lors de la production et de l'utilisation des hydrocarbures - Impact environnemental et social dans l'exploration, l'exploitation, la transformation et la distribution des produits pétroliers
Bois-Energies	<p>Persistance d'une exploitation non durable et informelle des ressources forestières dans le secteur du bois-énergie</p> <ul style="list-style-type: none"> - Cadre réglementaire non adapté et insuffisance de moyens pour son application 	<ul style="list-style-type: none"> - Coût élevé des équipements modernes de cuisson propre ; - Prédominance des équipements inefficaces de cuisson 	<ul style="list-style-type: none"> - Problème de leadership pour la gestion du sous-secteur bois- énergie ; - Conflit de compétences des institutions en charge du sous- secteur - Déficit de Gouvernance et du mécanisme de coordination ; 	<ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance dans l'application des textes juridiques et réglementaires ; - Manque de politique claire quant à la production, la 	<ul style="list-style-type: none"> - Complexité opérationnelle du pilotage (de la production à l'usager final) ; - Absence de synergie entre les projets et programmes intervenant dans le sous secteur sur terrain (en cours ou en instruction) - Multiplicité des acteurs étatiques intervenant dans

	<ul style="list-style-type: none"> - Filière bois-énergie informelle et peu structurée - Persistance de l'exploitation inefficace et frauduleuse de bois énergie - Insuffisance de moyens pour un contrôle forestier adéquat - Faiblesse de l'organisation de la filière bois énergie - Persistance des méthodes et technologies de carbonisation inefficaces et inappropriées ; - Manque de données désagrégées et à jour ; - Faible assistance aux charbonniers pour améliorer les pratiques et rendement de la 	<ul style="list-style-type: none"> - Grande dépendance au bois – énergie comme énergie de cuisson ; - Le sous secteur n'a pas bénéficié d'une vision quantifiée faisant l'objet de suivi comme dans le domaine d'autres sous secteurs (comme l'électricité). 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque de traçabilité entre la chaîne de production (forêt) et la chaîne d'approvisionnement (commercialisation) - Non prise en compte de l'aspect transport entre les deux zones de production et de commercialisation ; - Instabilité institutionnelle des postes de dirigeant ou fonctions administratives avec des visions divergentes de la gestion du sous-secteur bois- énergie par manque d'une vision et d'une politique claires de la filière ; - Manque de politique claire quant à la production, la transformation et l'utilisation de la biomasse énergie, y compris la faible prise en compte du transport au sein des filières bois-énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> transformation et l'utilisation de la biomasse énergie ; - Faiblesse de la réglementation de la filière bois-énergie - Manque d'une réglementation claire en vue d'accompagner et encadrer la filière ; - Manque d'un cadre légal et politique spécifique devant régir la production et la consommation rationnelle du bois-énergie et la promotion progressive des énergies de substitution au 	<ul style="list-style-type: none"> la gestion du sous- secteur bois-énergie jusqu'au niveau décentralisé ; - Absence d'un schéma directeur d'approvisionnement pour la gestion optimale du bois énergie - Faiblesse de la sensibilisation sur la pollution issue de la cuisson en milieu rural et son impact sur la santé humaine ; - Insuffisance des structures de recherche et développement - Déforestation due à l'utilisation du bois énergie non renouvelable - Impact environnemental et social des déchets agricoles et ménagers
--	--	--	---	--	---

	<p>carbonisation et absence de prévention en termes de santé" (maladies pulmonaires et oculaires);</p> <ul style="list-style-type: none"> - Persistance des modes d'exploitation forestière non durables conduisant à des pertes de biodiversité et à la dégradation de sols ; - Offre essentiellement dominée par le bois-énergie pour la cuisson ; - Faible valorisation de la biomasse autre que le bois et le charbon de bois. 			<p>bois-énergie afin de répondre aux besoins croissants en énergie et de contribuer à la lutte contre les effets des changements climatiques par la réduction des émissions des gaz à effet de serre dans l'atmosphère moyennant la réduction de la déforestation et de la dégradation des forêts.</p>	
Energies renouvelables	<ul style="list-style-type: none"> - Prépondérance de l'hydroélectricité au détriment des autres technologies ; - Absence d'infrastructures de 	<ul style="list-style-type: none"> - Méconnaissance des avantages des technologies des énergies renouvelables ; - Faible accessibilité aux technologies des énergies 	<ul style="list-style-type: none"> - Manque de politique nationale dans le sous secteur ; - Manque de coordination dans la gestion des données (certification, 	<ul style="list-style-type: none"> - Faiblesse de législation et de la réglementation des technologies et 	<ul style="list-style-type: none"> - Faibles capacités opérationnelles des sources d'ENR - Forte dépendance au

	<p>fabrication et de production des technologies des énergies renouvelables ;</p> <ul style="list-style-type: none"> - Marché très limité d'offre des technologies d'énergies renouvelables ; - Les coûts encore très élevés des technologies ; - Insuffisance d'infrastructures énergétiques (installations décentralisées capables de satisfaire les ruraux qui constituent plus de 60% de la population du pays), - Existence des produits contrefaçons sur le marché - Faible apport des EnR dans le mix énergétique 	renouvelables	<p>collecte, archivage, etc.)</p> <ul style="list-style-type: none"> - Chevauchements des attributions des institutions 	<p>de la gestion du sous- secteur (normes, mesures d'applications, etc.)</p>	<p>transfert de technologie et de savoir-faire et contrainte de marchés</p> <ul style="list-style-type: none"> - Insuffisance des structures de recherche et développement
--	---	---------------	--	--	---

4. Conclusion

Nous avions principalement un seul objectif dans cet article qui était d'évaluer l'état de lieu et les défis de l'utilisation énergétique à l'échelle urbaine dans la ville de Lubumbashi. Cet article présente dans sa première partie la répartition spatiale des sources alternatives d'énergies en identifiant les facteurs socioéconomiques des ménages expliquant cette répartition. Les données de l'enquête socioéconomique de 70 ménages à travers la ville de Lubumbashi précisément au quartier CRAA ont révélé que l'énergie hydroélectrique est utilisée à 23%, le charbon (énergie bois) à 12%, le groupe électrogènes (énergie pétrole) à 45% ; comme source principale d'énergie ; la priorité étant accordée à la SNEL qui offre une énergie suffisante mais ses services étant moins cotés à une cote de 40% la moyenne, les panneaux étant appréciés sont relativement chers par rapport aux revenus de la population.

Bien que le secteur de l'énergie soit transversal et catalyseur du développement, il n'existe malheureusement pas de politique nationale du secteur de l'énergie. En effet, la matière qui touche à l'énergie est traitée par plusieurs ministères notamment, le Ministère des Ressources Hydrauliques et Electricité, le Ministère des hydrocarbures, le Ministère de l'Environnement et le Ministère de Développement Rural. Seul le sous-secteur de l'électricité avait produit un document de politique, validé techniquement en 2009, mais il n'a pas été endossé en conseil des ministres. Toutefois, la loi n° 14/011 a été promulguée le 17 juin 2014. Celle-ci libéralise le secteur de l'électricité et établi un cadre institutionnel conséquent. Cette loi réinstaure la pratique de la vérité de prix, d'équité et de non-transférabilité de charges dans la tarification de l'électricité sous l'arbitrage de l'Autorité de Régulation du secteur de l'électricité.

Le besoin national de croissance économique en s'appuyant sur le secteur productif et la satisfaction des besoins de base des ménages en énergie constitue une motivation essentielle pour l'élaboration d'un cadre de politique énergétique. Par ailleurs, les éléments de politique qui sous-tendent la gouvernance énergétique actuelle ne sont pas exhaustifs. Seul le sous-secteur de l'électricité avait produit un document de politique, validé techniquement en 2009. Bien que, non endossé en conseil des ministres, ce document a eu le mérite de conduire à la promulgation de la loi n° 14/011 du 17 juin 2014, qui libéralise le secteur de l'électricité et établit un nouveau cadre institutionnel. Certains spécialistes pointent quelques faiblesses de la politique de l'électricité qui traite principalement, voire exclusivement, l'hydroélectricité.

Bibliographie

- [BAN 17] Banza BB. Croissance urbaine et gestion du service d'électricité à Lubumbashi : État de lieu, impact de l'étalement urbain et modes de gouvernance. Thèse de Doctorat, Université de Lubumbashi 2017.
- [BOU 17] Bouzarovski S, Simcock N. Spatialiser la justice énergétique. Politique énergétique 2017; 107: 640-
- [DUG 17] Dugoua E, Liu R, Urpelainen J. Obstacles géographiques et socio-économiques à l'électrification rurale Nouvelles preuves des villages indiens. Politique énergétique 2017; 106: 278-287.
- [HER 20] Heri Y, Moise Nguz Impact de l'injection des productions PV décentralisées dans le réseau BT de Lubumbashi, 2020
- [ILU 16] K. Ilunga, « Partenariats avec les exploitants miniers pour réduire le déficit énergétique entre l'offre et la demande. Katanga Mining Briefing. Lubumbashi : Présentation DPK/SNEL., » SNEL, Lubumbashi, 2016.
- [BEY 05] Beyoko, Les Ressources Energétiques de la RDC, superviseur et Secrétaire Permanent de la CNE, 2005
- [MIC 01] Michel Maldaque, "Politique énergétique intégrée en RD " (2001)
- [RAP 10] Rapport d'évaluation de projet d'électrification péri urbaine et rurale Date d'Opscom: 03 Novembre 2010
- [NKK 06] Nkuku K, Remon M. Stratégies de survie à Lubumbashi (RD-Congo): enquête sur 14000 ménages urbains 2006
- [STA 08] Statistique de la Banque Africaine de Développement, volume 10, Livre de poche 2008, la donnée retenue dans le texte est pour l'année 2007, étant la même pour 2006 et 2005, page 48.

[SYS 10] Système d'Information Energétique, SIE, Ministère de l'Energie, Rapport Annuel 2010

[ENR 18] Rapport d'étape sur les énergies renouvelables et l'efficacité énergétique de la SADC 2018, page 8

[CIR 20] Rapport d'études de la consommation en énergie de production des usagers productifs de la ville de Goma, 2020

[FON 18] NIP-Energie-AMI-13, 2018

[ECC 14] Livre blanc energie 2014

[ECA 21] Market sizing and impact final report_v11, 2021

[NGE et al 19] Etude de modes de production de charbon de bois sur l'axe Lubumbashi-Kasenga, 2019