

**Revue Congolaise des Sciences & Technologies**

ISSN : 2959-202X (Online); 2960-2629 (Print)

<https://www.csnrdc.net/>**OPEN ACCESS****REVUE
CONGOLAISE
DES SCIENCES
ET TECHNOLOGIES****Analyse du scénario d'électrification de la RDC pour la réduction du bois énergie dans la balance énergétique à l'aide du modèle MAED****[Analysis of the DRC electrification scenario for the reduction of wood energy in the energy balance using the MAED model]****Benjamin Hodia Kibungu^{1*}, Bernard Ndaye Nkanka^{1,2}, Clément Nzau Umba¹, Raphael Tshimanga Muamba¹, Cush Ngonzo Luwesi^{1,3}, André Kabwe Bibombe¹, Arnold Madiumba Bamba¹ & Baby Banunginikwau Kabidi¹**¹*Ecole Régionale de l'Eau (ERE) & Centre de Recherche en Ressources en Eau du Bassin du Congo (CRREBaC), BP 117 Université de Kinshasa (UNIKIN), Kinshasa, RD Congo*²*Centre d'Études et de Recherches sur les Énergies Renouvelables Kitsisa Khonde, Institut Supérieur de Techniques Appliquées, Kinshasa, RD Congo*³*AUMT, Brazzaville, République du Congo***Résumé**

La planification énergétique est considérée comme un outil scientifique de premier choix. Elle permet de réaliser des analyses chiffrées sur l'avenir énergétique des pays ou des régions du monde. Ces analyses servent de fondement scientifique aux politiques et stratégies énergétiques. La République Démocratique du Congo (RDC) fait face à une demande croissante d'énergie dans un contexte complexe incluant l'usage prédominant des combustibles ligneux, la croissance économique, les changements structurels, la libéralisation du secteur d'électricité, les dynamiques démographiques et les défis environnementaux et socio-économiques. Cet article analyse le scénario d'électrification pour réduire l'usage du bois énergie dans la balance énergétique de la RDC à l'horizon 2050, en utilisant le modèle Modeling Analysis Energy Demand (MAED). Il explore une trajectoire énergétique d'électrification des ménages par des sources d'énergie renouvelables afin de répondre à la demande en énergie et réduire les impacts environnementaux. La méthodologie de cette étude se divise en trois étapes : sélection de l'outil de modélisation, constitution de l'année de référence et projection de la demande. Les résultats montrent qu'une électrification à 100 % en milieu urbain et 40 % en milieu rural réduisent à 40% l'usage du bois énergie, principale source de consommation énergétique en RDC. La mise en œuvre de ce scénario fait éviter jusqu'à 1 640 Mt CO₂ d'émissions cumulées d'ici 2050 et répond aux engagements climatiques internationaux. Focaliser sur l'électrification en RDC comme alternative au bois énergie est une solution pour décarboniser le bilan énergétique et réduire la pression sur les forêts.

Mots-clés : Planification énergétique, électrification, MAED, bois-énergie, émissions de CO₂.**Abstract**

Energy planning is considered to be a first-rate scientific tool. It enables numerical analyses to be made of the energy future of countries or regions of the world. These analyses form the scientific basis for energy policies and implementation strategies. The Democratic Republic of Congo (DRC), like many developing countries, is facing a growing demand for energy in a complex context that includes the predominant use of wood fuels, economic growth, structural changes, liberalization of the electricity sector, demographic dynamics and environmental and socio-economic challenges. This article analyzes the potential of electrification to reduce the use of wood energy in the energy balance of the DRC to 2050, using the Modeling Analysis Energy Demand (MAED). The study explores an energy trajectory integrating household electrification and the transition to renewable energy sources, notably hydroelectricity, in order to meet growing energy demand and reduce environmental impacts. The methodology of this study is divided into three stages: selection of the modeling tool, establishment of the reference year, and demand projection. The results show that 100% electrification in urban areas and 40% in rural areas reduce dependence on wood energy by 40%, the main source of energy consumption in the DRC. Implementing this scenario could also avoid up to 1,640 Mt CO₂ of cumulative emissions by 2050, while meeting the international climate commitments. Focusing on electrification in the DRC as an alternative to wood energy could help decarbonize the energy balance and reduce pressure on forests.

Keywords : Energy modelling/planning, electrification, MAED, wood energy, CO₂ emissions.

*Auteur correspondant: Benjamin Hodia Kibungu, (benjamin.kibungu@crrebac.org). Tél. : (+243) 813277701

 <https://orcid.org/0009-0006-0012-5120>; Reçu le 12/08/2026; Révisé le 08/09/2026 ; Accepté le 30/09/2026

DOI: <https://doi.org/10.59228/rcst.026.v5.i4.354>

Copyright: ©2026 Kibungu et al. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License (CC-BY-NC-SA 4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

1. Introduction

La conquête de la source d'énergie et sa production ont toujours été des facteurs majeurs dans le développement des sociétés humaines et pour son industrialisation, depuis la maîtrise du feu jusqu'à celle de l'atome en passant par le charbon (Tulkinov, 2023). L'histoire du développement industriel a démontré que l'énergie est un élément clé du développement économique et social dans tous les pays, tout comme le capital, le travail et les ressources naturelles, et elle est à source de l'industrialisation et du développement social (Ndjokou et al., 2024). Le niveau d'accès à l'énergie moderne et de sa consommation, constitue un indicateur de développement d'un pays et de son peuple (Hafner et al., 2019).

Après des années où le prix de l'énergie abordable a fonctionné sans difficulté, nous sommes entrés depuis plusieurs décennies dans une période où les crises énergétiques, en raison du coût et de la disponibilité, sont devenues récurrentes (Mousseau, 2019). Ce bouleversement du paysage énergétique est particulièrement préoccupant du fait de ses effets sur les sociétés humaines qui sont devenus très considérables : récession économique, augmentation du chômage, conflits internationaux, pénurie de combustibles traditionnels (bois de feu), épuisement attendu des combustibles fossiles, diminution de la couche d'ozone, renforcement de l'effet de serre, pluies acides (OCDE, 2017), etc.

Face à ces incertitudes, les scientifiques sont appelés à repenser autrement les stratégies énergétiques pour définir des trajectoires énergétiques qui diminuent sur le long terme les effets et risques cités ci-haut.

Pour y parvenir, la planification énergétique s'affirme comme l'instrument scientifique de prédilection, car elle permet l'analyse chiffrée de l'avenir énergétique des pays ou des régions du monde (Colombier, 2017). Les résultats d'une telle analyse constituent la base scientifique des politiques énergétiques et des stratégies de mise en œuvre.

Dans sa Politique Nationale de l'Énergie (PNE) de 2022, la République Démocratique du Congo s'est engagée à réduire la part de consommation de bois-énergie à 46 % du mix énergétique d'ici 2035 (MRHE, 2022). La PNE présente également les actions à entreprendre pour atteindre les objectifs intermédiaires d'ici 2030, en soulignant leur contribution aux Objectifs de Développement Durable (ODD). En outre, le Ministère de l'Environnement et du Développement Durable congolais a mis en place une Stratégie à

Moyen Terme (SMT), qui définit des orientations pour l'atténuation des effets du changement climatique et l'adaptation, dans le but de construire un pays résilient d'ici 2030 (MEDD, 2021).

Les prochaines révisions du PNE, ainsi que la mise en œuvre des stratégies sectorielles dans le cadre de la Stratégie à Long Terme, nécessiteront des outils de planification énergétique solides. Les modèles de simulation des systèmes énergétiques sont largement considérés comme des outils efficaces pour appuyer les gouvernements et les décideurs dans la conception de politiques de décarbonisation à long terme (Morgan, 2008). Lorsqu'ils sont combinés avec des données ouvertes et des approches open-source, en respectant les principes U4RIA, l'analyse des résultats et les recommandations politiques gagnent en transparence, renforcent la confiance du public et garantissent une reproductibilité scientifique. Une approche intégrée de la planification énergétique, incluant des modèles ouverts, la participation des parties prenantes et le développement des compétences locales, a démontré son efficacité en améliorant les performances et en mobilisant des ressources financières conséquentes (Aknin, 2021).

Comme la majorité des pays en développement, la RDC fait face au problème de croissance de la demande et de la consommation de l'énergie sous toutes ses formes. La problématique énergétique en RDC se situe dans un contexte dans lequel interviennent d'autres réalités auxquelles le pays doit faire face : la prédominance des combustibles ligneux (NU, 2019), la dynamique 520 de la croissance économique constatée ces dernières années (OCDE, 2019), les changements structurels, la libéralisation du secteur de l'électricité, la dynamique démographique, la lutte contre la déforestation et le changement climatique, la lutte contre la pauvreté et les inégalités, etc.

Pour relever tous ces défis, il faut un apport énergétique conséquent. Le secteur résidentiel est dominé par le bois énergie, sous forme de bois de chauffage et de charbon de bois, qui demeure la principale source d'énergie pour de nombreuses familles dans les zones rurales et urbaines de la RDC. Il est utilisé pour la cuisson des aliments et d'autres besoins énergétiques domestiques. Les produits pétroliers, tel que le pétrole lampant, viennent en recourt à l'éclairage dans les milieux ruraux. L'électricité est quant à elle utilisée essentiellement pour l'éclairage et les appareils électroménagers. L'amélioration de l'accès à l'électricité et la promotion

de technologies énergétiques plus propres sont des objectifs clés pour promouvoir le développement durable dans le secteur résidentiel.

Il existe très peu de travaux de recherches existants sur la trajectoire de la demande énergétique en RDC. L'un d'entre ceux existants a été réalisé dans le cadre de la vision d'un développement économique et industriel accéléré, inclusif et durable du continent africain telle qu'elle est décrite dans l'Agenda 2063, alignée sur l'objectif d'atteindre une croissance économique plus rapide tout en réalisant pleinement les principaux objectifs de développement durable d'ici 2030 (IEA, 2019). Il s'agit notamment d'assurer l'accès universel à l'électricité et à des installations de cuisson propre, ainsi que de réduire considérablement les décès prématurés liés à la pollution. L'agenda met l'accent sur l'importance de s'attaquer aux déficits d'infrastructures énergétiques, qui sont considérés comme un obstacle majeur à la croissance économique en Afrique.

En outre, une autre étude réalisée par Ndaye (Ndaye, 2009) consistant à développer un modèle pour examiner la perspective énergétique de la RDC. Ce modèle inclut la prévision de la demande, l'évaluation des technologies de fourniture et l'analyse des impacts environnementaux en termes d'émissions de CO₂. Il Combine les approches « Top-down » et « Bottom-up » et utilise la programmation linéaire comme approche mathématique principale. Cette analyse prospective du système énergétique de la RDC montre que le système actuel n'est ni acceptable ni durable pour le pays. Les résultats obtenus dans ce scénario éclairé ont le mérite d'orienter la conception de scénarios alternatifs visant à inverser ces tendances négatives afin de permettre l'élaboration des politiques et stratégies énergétiques plus cohérentes et respectueuses de l'environnement.

Ainsi, les objectifs assignés à cette étude consistent à évaluer la demande d'énergie en RDC y compris la demande actuelle et projetée en électricité à l'horizon 2050, ainsi que la demande en bois énergie pour la cuisson ; évaluer l'impact de l'électrification sur les émissions de gaz à effet de serre en RDC en vue d'aider à l'élaboration des politiques énergétiques adaptées tenant compte des réalités du pays.

Notre hypothèse de recherche est d'évaluer que se passerait-il si l'électrification est adoptée comme une solution de décarbonisation du bilan énergétique de la RDC et de réduction de la pression dans la forêt grâce

à la substitution du bois énergie par l'électricité dans les usages finaux thermiques ou de cuisson.

2. Matériel et méthodes

La méthodologie de cette étude repose sur trois phases : le choix de l'outil de modélisation, la constitution de l'année de référence et la projection de la demande.

2.1. Choix du Modèle

Pour réaliser une analyse approfondie des trajectoires de la demande énergétique, il faut prendre en compte l'évolution des facteurs socio-économiques, en particulier la croissance du PIB et de la population, identifiés comme les principaux moteurs de la demande énergétique future (Assoumou, 2006). L'évaluation des variations potentielles de ces paramètres est essentielle pour anticiper les incertitudes liées à la demande.

En se basant sur ces principaux facteurs moteurs qui influencent la demande énergétique, le choix de l'outil Modelling Analysis Energy Demand (MAED) est justifié pour le cas de la RDC afin de générer les trajectoires futures de la demande énergétique en tenant compte du contexte locorégional de carence d'informations énergétiques.

L'outil MAED a trouvé son application dans plusieurs pays en développement, notamment au Népal (Nakarmi et al., 2016), en Tanzanie (Kichonge et al., 2014), au Nigeria (Ahmed et al., 2014), en Syrie (Hainoun et al., 2015), en Bosnie & Herzégovine (Avdaković & E. B., 2015), etc. Son utilisation a permis d'explorer et d'anticiper les tendances de la consommation d'énergie à travers différents secteurs économiques et selon divers scénarios (Kumar, 2020).

2.2. Description de l'outil MAED

L'outil MAED est conçu pour fournir un cadre systématique pour cartographier les tendances et anticiper les changements dans les besoins énergétiques dans différents secteurs économiques et activités de consommation (IAEA, 2007). Il permet de désagréger les modèles de consommation d'énergie à l'aide de la représentation propre à chaque pays, ce qui peut aider à identifier les options d'efficacité énergétique les plus prometteuses et soutenir l'élaboration de politiques et de programmes d'énergie durable (IAEA, 2007).

Le modèle MAED utilise un ensemble d'équations (Eq.1) et (Eq.2) correspondantes pour calculer la consommation d'énergie par chaque groupe d'utilisations finales (IAEA, 2007). Ces équations, qui

ont toutes la même forme, sont employées pour effectuer ce calcul.

La Demande d'Energie (DE) pour une année spécifique à l'avenir est évaluée en multipliant le facteur moteur de cette année future par la Consommation d'Energie Spécifique (CES), par le biais du Facteur Moteur unitaire (FM) ou de l'Intensité Energétique (IE) pour les années à venir.

La Demande d'Energie de l'année t est donnée par (IAEA, 2007) :

$$DE_t = CES_t * FM_t \text{ (Eq.1)}$$

$$DE_t = CES_t * PIB_t \text{ (Eq.2)}$$

Un des facteurs moteurs de ce modèle est l'évolution de la structure de formation du PIB. La structure du PIB total par secteur, exprimée en pourcentage de la contribution de la valeur ajoutée de chaque secteur à la formation du PIB, est spécifiée directement comme paramètre des scénarios. Le scénario spécifie également la proportion de la valeur ajoutée de chaque sous-secteur dans la valeur ajoutée totale de chaque secteur économique.

La demande finale d'énergie (Eq. 3) (IAEA, 2007) d'une source d'énergie spécifique est donnée par le produit de l'inverse de l'efficacité du processus (rendement) où l'énergie est utilisée, de la pénétration du marché du type de source d'énergie donné et de la demande finale d'énergie utile.

$$DE_{finale} = \frac{1}{Rendement} * Pénétration \text{ du marché } * DE_{utilisée} \text{ (Eq. 3)}$$

Pour modéliser la demande énergétique jusqu'à l'horizon 2050, nous partons de la méthodologie répartie en 3 étapes :

- i. Constitution de la consommation d'énergie au cours de l'année de référence. La structure et les quantités de production du modèle MAED doivent être égales à la consommation réelle du pays au cours de l'année de référence ;
- ii. Établissement des scénarios de développement économique, social et technologique ;
- iii. Analyse des projections de la demande d'énergie découlant du scénario.

Le scénario élaboré détermine une trajectoire énergétique qui peut être comparée à la politique énergétique de référence actuellement appliquée.

2.2.1. Demande énergétique de l'année de base

Les secteurs spécifiques de consommation d'énergie qui sont pris en compte dans MAED pour la modélisation énergétique sont l'industrie, le transport, le résidentiel et le commercial dans le contexte locorégional du Pays (IAEA, 2007).

L'année 2018 est considérée comme référence car elle marque la dernière année du rapport disponible établissant le bilan énergétique de la RDC du [tableau I](#). Les secteurs consommateurs de bois énergie identifiés sont l'industrie (usages thermiques), le service (usages thermiques et cuisson) ainsi que le résidentiel (cuisson). Les intensités énergétiques utilisées dans la modélisation sont puisées de bilan énergétique 2018 de la RDC (CNE, 2019).

Les informations agrégées de ce bilan, présentées dans les [figures 1 et 2](#) ainsi que dans le [tableau I](#), ont été désagrégées grâce aux sources potentielles telles que les rapports annuels de la Banque Centrale du Congo (BCC) (BCC, 2020 ; BCC, 2023), les rapports annuels de l'Institut Nationale de la Statistique (INS), les études du Centre de Coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD), le rapport de diagnostic sur le secteur de l'énergie en RDC présenté par Souleymane Diallo (Diallo & Kabwe, 2021), etc. (BM, 2025 ; WBG, 2021 ; GHGP, 2024 ; IEA, 2019, 2022, 2023).

La demande d'énergie de chacun des secteurs est calculée de la même manière : la demande d'énergie de chaque catégorie d'utilisation finale d'énergie est déterminée par un ou plusieurs paramètres socioéconomiques et technologiques, dont les valeurs sont données en tant qu'éléments du scénario.

Tableau I. Bilan énergétique de la RDC en 2018 (CNE, 2019)

ktep	Fuel pour moteur	Electricité	Biomasse	Biomasse Moderne	Solaire + Geo Thermal	Fossiles Fuels	Chauffage	Total
Agriculture	0.306	-	-	-	-	-	-	0.306
Construction	3.055	0.135	-	-	-	-	-	3.190
Mines	6.111	339.269	-	-	-	0.000	-	345.380
Manufacturing	-	128.745	3.074	-	-	13.244	-	145.063
Transport	549.685	0.879	-	-	-	-	-	550.564
Ménages	Non applicable	134.914	20,403.306	-	-	1.360	-	20,539.580
Services	-	86.072	-	-	-	-	-	86.072

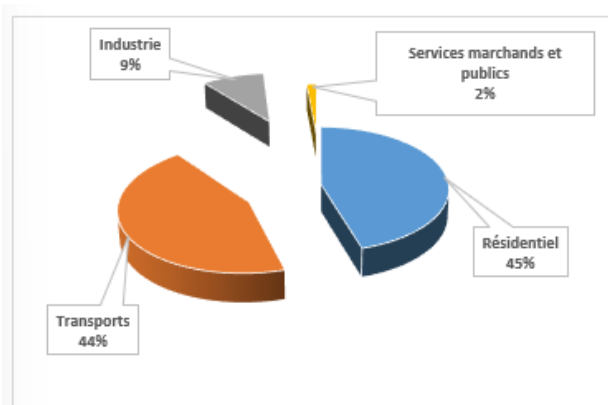


Figure 1. Consommation énergétique par secteur d'utilisation en 2018 (CNE, 2019)

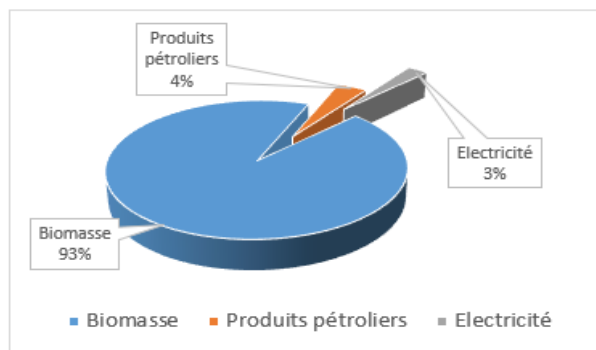


Figure 2. Consommation énergétique par source en 2018 (CNE, 2019)

2.2.2. Projection de la demande et hypothèses du scénario

Dans le scénario d'électrification, nous avons envisagé les hypothèses suivantes :

- Mise en place d'un plan d'action ambitieux en faveur de l'électrification, avec un objectif de 100% d'électrification en milieu urbain et 40% en milieu rural. Cette hypothèse se justifie par la volonté du gouvernement à restructurer sa politique d'électrification du pays.

- Priorité accrue donnée aux sources d'énergie renouvelables, spécifiquement l'hydroélectricité, et à l'électrification, avec un déploiement massif des technologies existantes et innovantes pour réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Ce scénario illustre l'approche que nous avons modélisé pour répondre aux défis de l'électrification et de la transition énergétique, en mettant l'accent sur les aspects techniques, économiques et sociaux liés à la mise en œuvre de l'objectif de réduction du bois énergie dans le mixte énergétique du pays.

3. Résultats

Le scénario d'électrification analysé nous a produit les résultats sur les figures ci-après. Les accents sont plus portés sur la quantité totale d'énergie consommée selon les formes d'énergie, la demande en électricité, l'impact de l'électrification dans la consommation énergétique dans les secteurs résidentiel, industriel et services, ainsi que la réduction des émissions dans la cuisson en substitution au bois énergie (combustible traditionnel).

L'évolution spécifique de la consommation énergétique finale sur la figure 3, met en lumière la répartition de cette demande par type d'énergie et présente la corrélation établie entre cette demande finale d'énergie et le PIB afin de mieux appréhender les dynamiques économiques sous-jacentes et leur influence sur les besoins énergétiques du futur. La décroissance de l'énergie finale par unité de PIB est exprimée en kWh/USD. Cette baisse découle de l'amélioration de l'efficacité énergétique du modèle qui tient compte de l'hypothèse de l'adoption de technologies plus efficaces, de pratiques industrielles optimisées ou de progrès dans les processus de production dans le cadre d'une transition vers des secteurs économiques moins énergivores. Lorsque

l'économie parvient à générer davantage de valeur ajoutée avec moins d'énergie, cette diminution de l'intensité énergétique par unité de PIB se manifeste.

Le scénario d'électrification offre une situation moins énergivore et une intensité énergétique de

l'ordre de 2 kWh/USD à l'horizon 2050 à cause de l'augmentation de l'usage de l'électricité et une réduction d'utilisation de combustibles traditionnel.

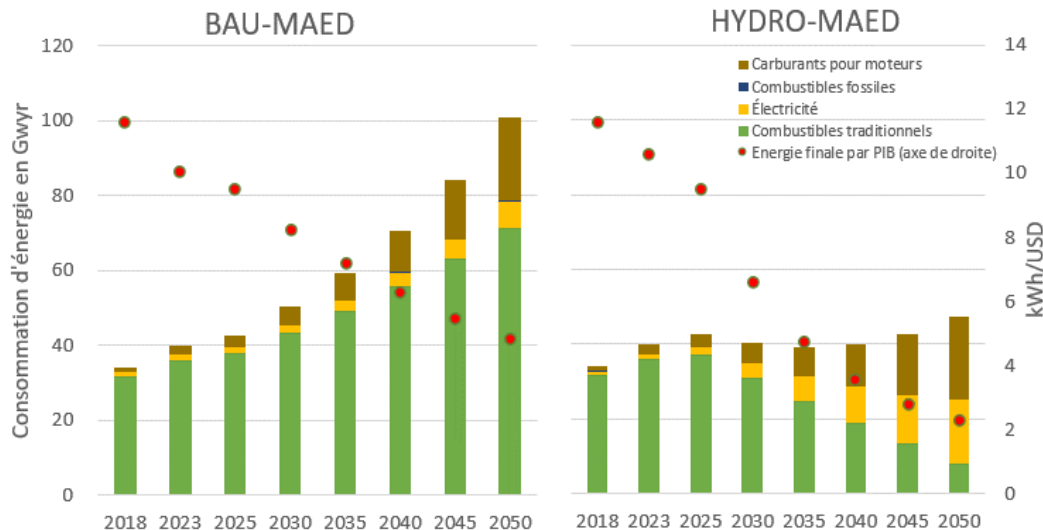


Figure 3. Demande énergétique finale par forme d'énergie et par PIB

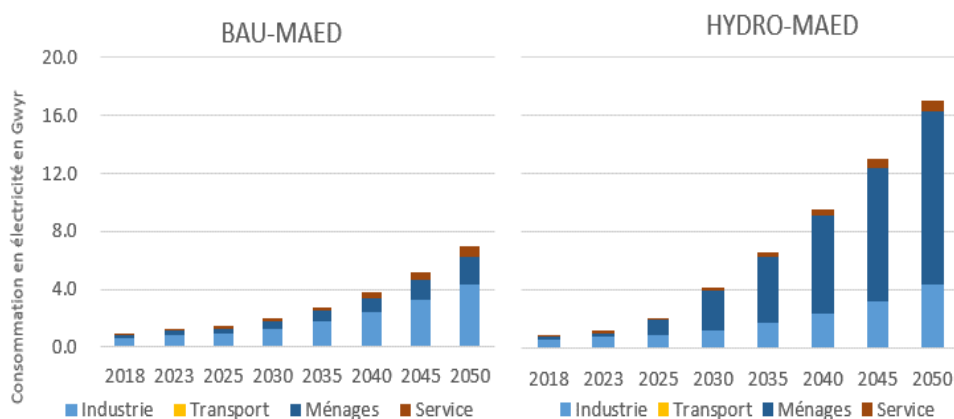


Figure 4. Evolution de la demande finale en électricité par secteur d'activité

Les tendances évolutives de la demande finale en électricité sont montrées sur la figure 4. En segmentant cette demande selon les différents secteurs d'activité économique, il se dégage les dynamiques spécifiques qui influencent la consommation électrique dans des secteurs clés notamment l'industrie, les services et le résidentiel de la RDC.

Pour les tendances sectorielles, il se dégage un éclairage précieux sur le besoin en électricité spécifique dans le secteur résidentiel en RDC. Le scénario d'électrification apporte une forte croissance de demande en électricité dans le secteur résidentiel autant que dans le secteur de l'industrie. La répartition de la demande finale d'énergie dans le secteur

résidentiel permet de segmenter et d'analyser les différentes formes d'énergie utilisées, notamment l'électricité, les combustibles traditionnels (bois de feu, charbon de bois, etc.) et les fossiles substituables (le GPL, le pétrole lampant, etc.).

La répartition spécifique de la demande finale sur la figure 5, met en lumière les éventuels changements dans les modes de consommation et l'impact de l'efficacité énergétique dans les ménages dans le scénario d'électrification. Cette approche détaillée offre l'information cruciale selon laquelle la politique énergétique ciblant l'électrification des ménages vise le plus à promouvoir des pratiques de consommation plus durables et efficaces.

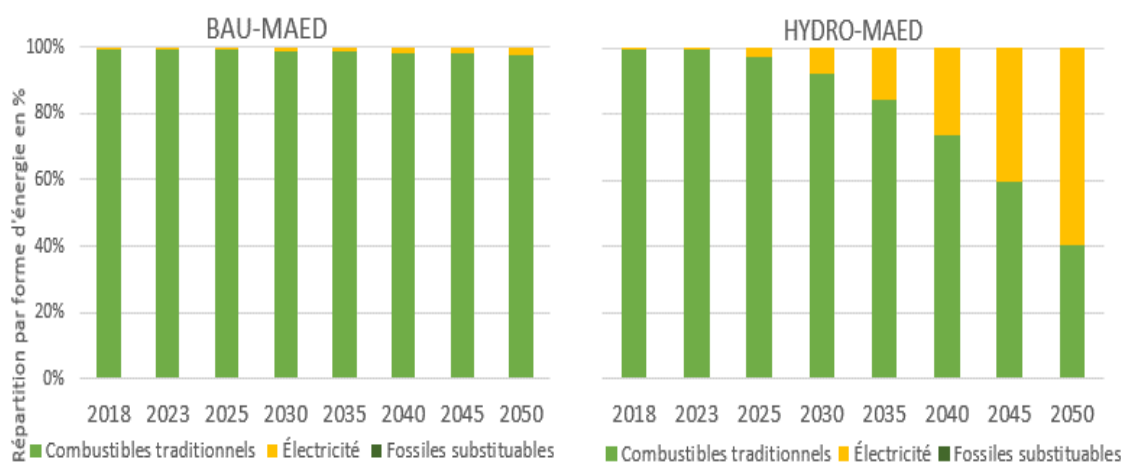


Figure 5. Répartition de la demande finale selon les formes d'énergie dans le secteur résidentiel (Ménages).

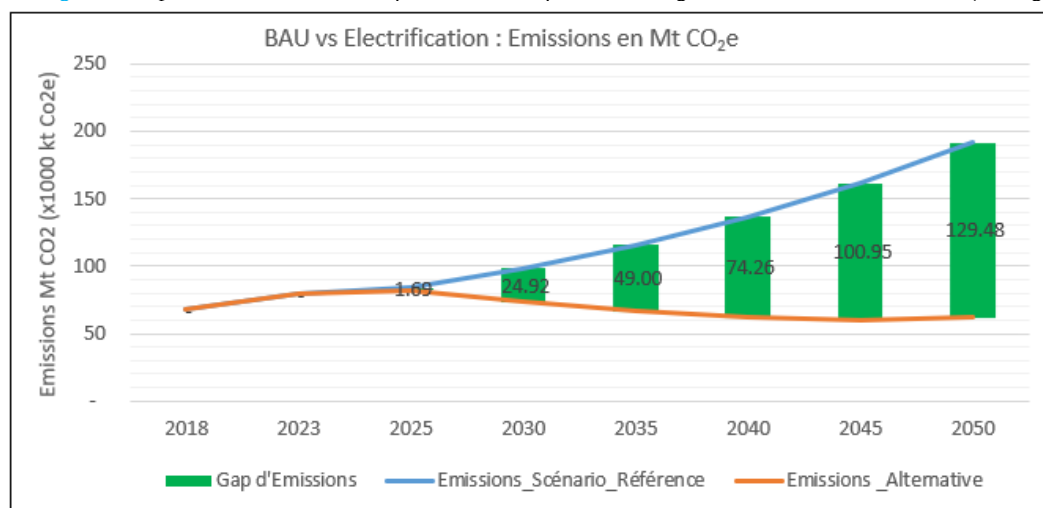


Figure 6. Gap d'émissions de CO₂ dans le secteur résidentiel

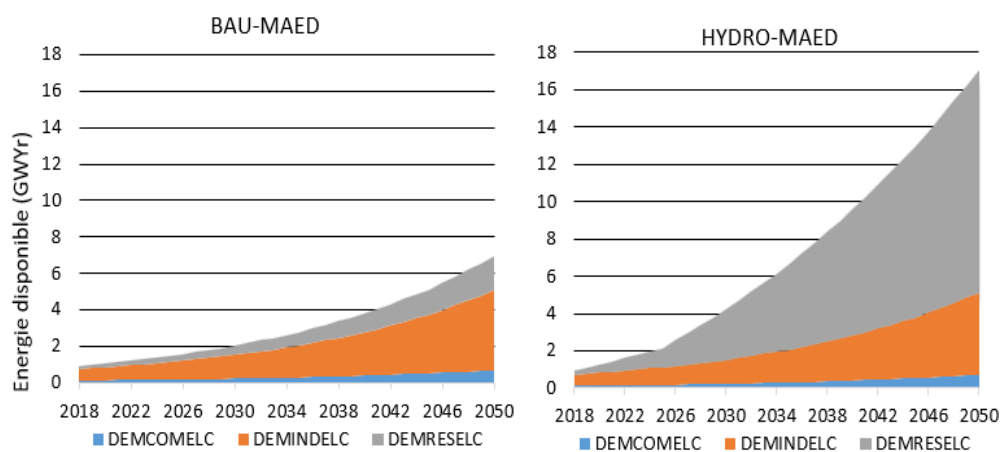


Figure 7. Demande d'électricité dans les secteurs commercial, Industriel et Résidentiel

Les émissions de dioxyde de carbone engendrées par les diverses sources d'énergie utilisées dans le

secteur résidentiel sont montrées sur la [figure 6](#), on obtient ainsi un aperçu clair des émissions de CO₂ potentielles associées à chaque scénario.

On constate que le scénario d'électrification met en évidence les implications environnementales majeures ainsi que le gap des émissions de 1 640 Millions de tonnes d'équivalent CO₂ à l'horizon 2050. Ce qui constitue une solution plus respectueuse de l'environnement.

Les parts de la demande d'électricité dans les secteurs de l'industrie (DEMINDELEC), de résidence (DEMRESEL) et du commerce (DEMCOMELEC) évoluent différemment des tendances de l'année de référence ([figure 7](#)). Dans le scénario d'électrification, la demande dans le secteur résidentiel est croissante, changeant ainsi les paradigmes sur une répartition disproportionnée d'accès à l'électrification qui jadis se concentrait dans le secteur industriel.

4. Discussion

Le scénario de projection de la demande réalisée à l'horizon 2050 se frotte aux politiques similaires présentées par les organismes internationaux ainsi que les ambitions mondiales de transition énergétique. Le scénario d'électrification réalisé s'oriente dans les mêmes proportions que le scénario Africa Case réalisé par IEA ([IEA, 2019](#)).

En ce qui concerne les émissions de CO₂, le scénario d'électrification est beaucoup plus ambitieux avec un potentiel de réduction en 2030 de 423. 23 Mt CO₂e par rapport au plan national de la RDC d'adaptation aux changements climatiques qui prévoit un potentiel réduction de 120.34 Mt CO₂e ([MEDD, 2021](#)). La politique d'électrification du scénario d'électrification réduit sensiblement l'utilisation du bois énergie et promeut la cuisson propre à travers des cuiseurs électriques dans l'usage domestique ou productif ([Masamba et al., 2023](#)). Nous pouvons en déduire que le scénario d'électrification accorde une importance soutenue à la transition énergétique net zero emissions à l'horizon 2050 en réduisant la dépendance au bois-énergie par la disponibilité de l'électricité ([Favennec, et al., 2009](#)).

Par ailleurs, étant donné que la demande en l'énergie électrique nécessaire démontrée dans cette étude peut être garantie par l'exploitation du potentiel hydroélectrique du pays, il en ressort que cette trajectoire énergétique peut être mise en place en conformité avec les exigences de l'Accord sur le climat par le recourt aux sources d'énergies renouvelables ([OCDE, 2023](#)). Les autres

technologies, tels que le solaire ou l'éolienne, sont à promouvoir en complément du mixte énergétique. Les coûts d'investissements que nécessite le scénario d'électrification peuvent être trop importants, mais le marché d'électricité qui en découle en RDC a été démontré par cette étude sur la demande énergétique. Ce marché s'étend au niveau tant national que dans la sous-région qui constitue un autre marché avec un besoin en électricité important. Le scénario d'électrification jette un fondement solide pour une course à l'électrification nationale avec plus d'ambitions démontrant de la nécessité de la réduction de l'usage du bois énergie et de concrétisation des attentes des organisations internationales dans la décarbonisation du système énergétique mondiale.

La répartition de la demande suivant la forme d'énergie ([figure 5](#)) montre une croissance de consommation d'énergie fossile pour la force motrice. Cela indique que les secteurs d'activité faisant recours au carburant moteur tels le transport, l'agriculture et l'industrie, doivent faire objet d'une planification spécifique vers une transition en vue d'une décarbonisation complète du bilan énergétique de la RDC ([Michaille et al., 2018](#)).

Toutefois, la demande énergétique projetée dans le scénario d'électrification représente la cible à atteindre des objectifs du Gouvernement dans le secteur de l'énergie pour l'orientation à la prise des décisions de la politique correspondant à l'offre énergétique disponible, respectueuse de l'environnement et en phase avec les motivations du siècle sur la réduction des émissions de CO₂ ([NU, 2010](#)).

5. Conclusion

Notre recherche avait pour objectif de réaliser une analyse chiffrée de l'avenir énergétique de la RDC partant de la demande actuelle (2018) pour en dégager la demande future (2050), les impacts futurs et redéfinir les nouvelles options pour un développement énergétique qui cadre avec les objectifs du développement socio- économique respectueux de l'environnement pour le bien des générations futures. La discipline scientifique basique pour une telle analyse est la planification énergétique qui, à cette ère d'informatisation accélérée, exploite « la modélisation énergétique » offrant plusieurs facilités d'élaboration des scénarios de demande énergétique. L'analyse, une fois terminée, constituerait la base scientifique d'orientation de la

politique énergétique toujours recherchée en République Démocratique du Congo.

A l'issue de cet exercice de planification, nous avons abouti aux résultats qui suivent :

- La principale source énergétique de la RDC est la biomasse et 94 % de la consommation énergétique de base repose sur la biomasse (charbon de bois et bois de feu). L'électricité ne représente qu'une faible part de l'usage énergétique total (3%). La consommation d'électricité est dominée par le secteur industriel (63%), concentré dans la partie sud du Pays où l'industrie minière est en plein essor, contre une faible part de consommation dans le secteur résidentiel (4%).

- L'analyse de la demande énergétique du scénario d'électrification de la RDC projetée grâce au modèle MAED a révélé que pour décarboniser le bilan énergétique par une alternative au bois énergie, le secteur résidentiel présenterait le besoin dominant en demande d'électricité, suivi des secteurs de l'industrie et du commerce. La demande finale totale d'énergie électrique en RDC à l'horizon 2050 se constituerait autour de 17 GW-an, dont 11.9 GW-an (70%) seront destinés au secteur résidentiel, 4.4 GW-an (26%) au secteur industriel, et 0.7 GW-an (4%) aux services.

- Les émissions cumulées de carbone qui seront évitées en adoptant la mise en œuvre du scénario d'électrification s'estiment à 84,806.57 Mt CO₂ à l'horizon 2050, l'année au cours de laquelle la quantité des émissions sera réduite à 2.1 Mt CO₂.

Ces résultats montrent que si nous projetons la trajectoire énergétique de la RDC en se focalisant sur l'électrification du pays pour présenter l'électricité comme alternatif au bois énergie, la diminution de l'usage de bois énergie serait une solution à la décarbonisation du bilan énergétique et la réduction de la pression dans la forêt.

Une étude plus approfondie sur la modélisation de l'offre énergétique en fonction des potentiels énergétiques renouvelables du pays pour rendre disponible environs 12 GW-an pour les ménages à l'horizon 2050 pourrait renforcer notre hypothèse de travail.

Remerciements

Nos sincères remerciements vont à M. Jean Muganza Anunu Aswiba, pour son accompagnement et ses encouragements dans la recherche visant à doter la République démocratique du Congo d'une politique

énergétique à la hauteur des ambitions du Gouvernement. Nous remercions également l'École Régionale de l'Eau pour les opportunités et accompagnement dans la recherche, ainsi que toute l'équipe de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) pour leur soutien dans la maîtrise des outils de modélisation énergétique

Financement

Les auteurs n'ont reçu aucun soutien financier pour la recherche, la rédaction et/ou la publication de cet article.

Conflits d'intérêts

Les auteurs déclarent n'avoir aucun conflit d'intérêts.

Considérations d'Ethique

Les auteurs ont utilisé ChatGPT pour corriger les erreurs de grammaire et améliorer la lisibilité. Après avoir utilisé cet outil, les auteurs ont révisé et corrigé le contenu si nécessaire et assument l'entière responsabilité du contenu de la publication.

Contributions des auteurs

B.H.K.: Conceptualisation, méthodologie, analyse, formelle, rédaction-Première version originale.

B.N.N.: Supervision, ressources, gestion du projet.

C.N.L.C., C.U.N. et R.M.T.: Rédaction-révision et correction, gestion du projet, validation.

A.B.K., A.B.M. et B.K.B.: Rédaction-révision et correction.

Tous les auteurs ont lu et approuvé la version publiée du manuscrit.

ORCID des Auteurs

Kibungu H.B.: <https://orcid.org/0009-0006-0012-5120>;

Ndaye N.B.: <https://orcid.org/0000-0003-1628-5330>;

Nzau U.C.: <https://orcid.org/0009-0007-3515-1588>;

Tshimanga M.R.: <https://orcid.org/0000-0002-4726-3495>;

Ngonzo L.C.: <https://orcid.org/0000-0001-7224-6737>;

Kabwe B.A.: <https://orcid.org/0009-0008-2338-6651>;

Madiumba B.A.: <https://orcid.org/0009-0002-8387-3300>;

Banunginikwau K.B.: <https://orcid.org/0009-0000-0142-7928>.

Références bibliographiques

- Aknin, A. (2021). La « malédiction des ressources » dans les pays miniers en développement. In *L'économie des ressources minérales et le défi de la soutenabilité 1* (pp. 197–222). <https://doi.org/10.51926/iste.9024.ch8>
- Assoumou, E. (2006). *Modélisation MARKAL pour la planification*. Mines Paris.
- Avdaković, S., & E. B., N. H. (2015). Long-term forecasting of energy, electricity and active power. *Balkan Journal of Electrical & Computer Engineering*.
- Banque Centrale du Congo. (2020). *Rapport annuel 2020*.
- Banque Centrale du Congo. (2023). *Bulletin mensuel d'informations statistiques*.
- Banque mondiale. (2023). *Données*. <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/S.P.POP.TOTL?locations=CD>
- Commission Nationale de l'Énergie. (2019). *Bilan énergétique 2018*.
- Colombier, M. (2017). Perspectives générales de la transition énergétique : Monde, Europe, France. *Nucléaire et EnR : Des technologies complémentaires pour la transition énergétique*, 7. <https://doi.org/10.1051/jtsfen/2017nuc07>
- Diallo, S., & Kabwe, A. (2021). *Élaboration de la Politique Nationale de l'Énergie (PNE) et de la Stratégie de Cuisson Propre (SCP) en RDC : Rapport de diagnostic du secteur de l'énergie*. Programme des Nations Unies pour le développement.
- Favennec, J.-P., Adedjoumon, C., Duhamel, B., Giri, J., Gilles, H., & Tronche, A. (2009). *L'énergie en Afrique à l'horizon 2050*. Agence Française de Développement & Banque Africaine de Développement. <http://www.energy-for-africa.fr/files/file/study/l-energie-en-afrique-a-l-horizon-2050.pdf>
- GHG Protocol. (2024). *Global warming potential values*. https://ghgprotocol.org/sites/default/files/ghgp/Global-Warming-Potential-Values%20%28Feb%2016%202016%29_1.pdf
- Hafner, M., Tagliapietra, S., Falchetta, G., & Occhiali, G. (2019). Country-level analysis: Power sector, energy resources, and policy context. In *Renewables for energy access and sustainable development in East Africa* (pp. 19–48). https://doi.org/10.1007/978-3-030-11735-1_3
- Hainoun, A., Seif Aldin, M., Saba, G., & Almoustafa, S. (2015). Long-term expansion planning for the Syrian electric system using the optimisation model WASP-IV. *International Journal of Global Energy Issues*, 38(1–3), 164. <https://doi.org/10.1504/IJGEI.2015.069483>
- International Atomic Energy Agency. (2007). *Modèle pour l'analyse de la demande d'énergie : Manuel de l'utilisateur*.
- International Energy Agency. (2019). *Africa energy outlook 2019 : Aperçus par pays : République démocratique du Congo*. <https://www.iea.org/reports/africa-energy-outlook-2019>
- International Energy Agency. (2022a). *Outlook for electricity – World energy outlook 2022*. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2022/outlook-for-electricity>
- International Energy Agency. (2022b). *World energy outlook 2022*. https://iea.blob.core.windows.net/assets/a498ef9c-a48c-4c8f-9d38-a5f3dbf63a7e/WEO2022_ES_French.pdf
- International Energy Agency. (2023). *Energy Sankey – Data tools*. Retrieved January 2, 2024, from <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-sankey>
- Kichonge, B., John, G. R., & Hameer, I. S. (2014). Analysis of Tanzanian energy demand using artificial neural network and multiple linear regression. *International Journal of Computer Applications*, 108(2), 13–20. <https://doi.org/10.5120/18882-0161>
- Kumar, M. (2020). *An analysis of optimal and near-optimal decarbonisation strategies for Malaysia using hybrid model* [Doctoral dissertation, University College London].
- Masamba, B., Balomba, P. M., Nsakala, H. N., & Savy, C. (2023). État des lieux de l'utilisation des énergies de cuisson dans les ménages de Kinshasa : Analyse de la substitution du bois-énergie. *Bois et Forêts des Tropiques*, 355, 35–46. <https://doi.org/10.19182/bft2023.355.a36853>
- Ministère de l'Environnement et Développement Durable. (2021). *Plan national d'adaptation aux changements climatiques (2022–2026)*.
- Michaille, P., Grenèche, D., & Mazière, M. (2018). Les fondements d'une vision énergétique raisonnée. In *Transition énergétique : La France en échec* (pp. 169–178). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/978-2-7598-2295-9-011>
- Morgan, T. (2008). *Évaluation des perspectives à long terme pour les modèles d'entreprise d'infrastructures et de services électriques*. <https://doi.org/10.1787/9789264031340-5-fr>
- Mousseau, N. (2019). L'environnement, les changements climatiques, le développement durable. In *L'État québécois* (pp. 291–320). <https://doi.org/10.2307/j.ctvq4bzc0.18>
- Ministère des Ressources Hydrauliques et de l'Électricité. (2022). *Politique nationale de*

- l'énergie de la République démocratique du Congo.*
- Nakarmi, A. M., & T. M. (2016). Integrated MAED–MARKAL-based analysis of future energy scenarios of Nepal. *International Journal of Sustainable Energy*, 35(10), 968–981. <https://doi.org/10.1080/14786451.2014.966712>
- Ndaye, B. N. (2009). *Planificación energética en los países en vías de desarrollo: Caso de la República Democrática del Congo* [Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València]. <https://doi.org/10.4995/thesis/10251/4331>
- Mondjeli Mwa Ndjokou, I. M., Soumtang Bimé, V., Mbouombouo, & Vessah, S. A. (2024). Réexamen du lien entre les ressources naturelles et la complexité économique dans les pays en développement : Le développement financier change-t-il la donne ? *Revue d'économie du développement*, 36(1), 75–125. <https://doi.org/10.3917/edd.381.0075>
- National Renewable Energy Laboratory. (2020). 2020 annual technology baseline electricity data now available. <https://www.nrel.gov/news/program/2020/2020-annual-technology-baseline-electricity-data-now-available.html>
- Nations Unies. (2010). *Liste des objectifs et cibles du Millénaire pour le développement*. <https://doi.org/10.18356/1ed3c4e5-fr>
- Nations Unies. (2019). *Combustibles ligneux : Le bois-énergie dans la région de la CEE*. <https://doi.org/10.18356/583d2bd1-fr>
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2017). *Le paysage énergétique est dominé par les combustibles fossiles, bien que la production d'électricité émette peu de carbone*. <https://doi.org/10.1787/9789264283244-graph8-fr>
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2019). La Chine et l'Inde ont de plus en plus contribué à la croissance économique mondiale, bien qu'à un rythme moins soutenu ces dix dernières années. In *Perspectives du développement mondial 2019*. <https://doi.org/10.1787/8e83fb1a-fr>
- Organisation de coopération et de développement économiques. (2023). *Capacité électrique installée à partir de sources d'énergie renouvelables en 2021, par pays*. <https://doi.org/10.1787/f99888ec-fr>
- Resource Matters. (2020). *Électrification de la RDCongo : À la recherche des pistes de solutions*. Resource Matters & Energy Systems Research Group, University of Cape Town. https://uploads-ssl.webflow.com/61dedc757232df46a2cf11b3/6430fa1a88264bde3c542ca1_RDC_rapport-v6_compressed.pdf
- Tulkinov, S. (2023). Forecast of electricity production from coal and renewable sources in major European economies. *L'énergie dans le développement de la Nouvelle-Calédonie*. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2621637/v1>
- World Bank Group. (2021). *Global Electrification Platform (GEP) application*. World Bank Data Catalog. <https://datacatalog.worldbank.org/search/dataset/0037768>