

Transition vers les Énergies Renouvelables et Bien-être des Ménages Ruraux : Une Analyse Empirique au Bénin

Jiles Nounassou Hounbo, PhD student

Michel Atchikpa, PhD

University of Parakou (UP), Doctoral School of Agricultural Sciences and Water (EDSAE), Laboratory for Analysis and Research on Economic and Social Dynamics (LARDES)), Republic of Benin

Zakou Amadou, MC

University of Tahoua (UTA),
Faculty of Agronomic Sciences (FSA), Tahoua, Niger

Jacob Afouda Yabi, PT

University of Parakou (UP), Doctoral School of Agricultural Sciences and Water (EDSAE), Laboratory for Analysis and Research on Economic and Social Dynamics (LARDES)), Republic of Benin

Doi: 10.19044/esipreprint.12.2025.p339

Approved: 16 December 2025
Posted: 18 December 2025

Copyright 2025 Author(s)
Under Creative Commons CC-BY 4.0
OPEN ACCESS

Cite As:

Hounbo, J.N., Atchikpa, M., Amadou, Z. & Yabi, J.A. (2025). *Transition vers les Énergies Renouvelables et Bien-être des Ménages Ruraux : Une Analyse Empirique au Bénin*. ESI Preprints. <https://doi.org/10.19044/esipreprint.12.2025.p339>

Résumé

La pauvreté énergétique demeure un obstacle majeur au développement rural au Bénin, où la majorité des ménages agricoles continue de dépendre des sources traditionnelles comme le bois-énergie et le charbon de bois. Cette dépendance entraîne des coûts élevés pour les ménages, des impacts négatifs sur la santé et l'éducation, et une pression croissante sur l'environnement. Cette étude se concentre sur le département de l'Atacora, au Nord-Ouest du Bénin, choisi pour sa forte implication dans des projets de transition énergétique et d'électrification rurale. Elle analyse les effets de l'adoption de technologies solaires domestiques sur le bien-être des ménages ruraux agricoles et la qualité de l'environnement. L'étude repose sur un échantillon de 300 ménages répartis dans trois communes de l'Atacora. Les résultats montrent que l'adoption de l'énergie solaire améliore significativement le bien-être des ménages, notamment en augmentant les

revenus, en renforçant la stabilité financière, en réduisant la pauvreté et en augmentant les dépenses de consommation alimentaire. Sur le plan environnemental, les ménages adoptants perçoivent une amélioration de la qualité de leur environnement immédiat, avec une réduction de la dépendance aux combustibles traditionnels. Ces résultats confirment que la promotion des énergies renouvelables constitue un levier efficace pour soutenir une transition énergétique durable et inclusive au Bénin.

Mots clés : Transition énergétique, énergie solaire domestique, bien-être des ménages, qualité de l'environnement, Atacora

Transition to Renewable Energy and Rural Household Well-being: An Empirical Analysis in Benin

Jiles Nounassou Hounbo, PhD student

Michel Atchikpa, PhD

University of Parakou (UP), Doctoral School of Agricultural Sciences and Water (EDSAE), Laboratory for Analysis and Research on Economic and Social Dynamics (LARDES)), Republic of Benin

Zakou Amadou, MC

University of Tahoua (UTA),
Faculty of Agronomic Sciences (FSA), Tahoua, Niger

Jacob Afouda Yabi, PT

University of Parakou (UP), Doctoral School of Agricultural Sciences and Water (EDSAE), Laboratory for Analysis and Research on Economic and Social Dynamics (LARDES)), Republic of Benin

Abstract

Energy poverty remains a major obstacle to rural development in Benin, where the majority of agricultural households continue to depend on traditional sources such as wood fuel and charcoal. This dependence results in high costs for households, negative impacts on health and education, and increasing pressure on the environment. This study focuses on the department of Atacora in northern Benin, chosen for its strong involvement in energy transition and rural electrification projects. It analyzes the effects of adopting domestic solar technologies on the well-being of farming households and the quality of the environment. The study is based on a sample of 300 households in three municipalities in Atacora. The results show that the adoption of solar energy significantly improves household well-being, particularly by increasing income, strengthening financial stability, reducing poverty, and increasing food consumption expenditure. In

environmental terms, households that adopt solar energy perceive an improvement in the quality of their immediate environment, with a reduction in dependence on traditional fuels. These results confirm that the promotion of renewable energy is an effective lever for supporting a sustainable and inclusive energy transition in Benin.

Keywords: Energiewende, Solarenergie für Privathaushalte, Wohlergehen der Haushalte, Umweltqualität, Atacora

Introduction

La pauvreté énergétique demeure l'un des principaux obstacles au développement en Afrique subsaharienne, où près de 600 millions de personnes n'ont toujours pas accès à l'électricité moderne et continuent de dépendre des sources traditionnelles comme le bois-énergie et le charbon de bois (IEA, 2021). Cette situation a des répercussions néfastes sur la santé, l'éducation, et la productivité, tout en accentuant les inégalités rurales et urbaines (Adeoye, 2024). Au Bénin, la situation est particulièrement critique en zone rurale, où seulement environ 9% de la population a accès à l'électricité. Au Bénin, en 2019, le taux d'accès à l'électricité reste faible à 45% au niveau national (60,3 % dans les centres urbains et 31,6% en zones rurales). (EHCVM, 2019) contre 31% en 2015 (58 % dans les centres urbains et 7% en zones rurales). La situation énergétique est caractérisée par un bilan énergétique dont la biomasse représente 54 % des énergies primaires en 2017 contre 54,9% en 2016, suivie de 43,1% en 2017 pour les importations d'hydrocarbures et 1,9% pour l'électricité en 2017 contre 2% en 2016. (SIE-Bénin, 2017). Le pays dépend majoritairement (85%) des énergies fossiles pour sa production d'électricité, tandis que seulement 15% de sa consommation électrique provient de sources renouvelables (Jacobs et Adonis, 2020; Yotto et al., 2021). Selon la Banque Mondiale, (2022) plus de 65 % de la population rurale recourt encore à ces sources traditionnelles, aggravant la précarité énergétique et limitant les perspectives de développement socio-économique.

Dans ce contexte, les énergies renouvelables en particulier le solaire, le biogaz et les mini-réseaux apparaissent comme une alternative durable et inclusive. Leur adoption, peut réduire la pauvreté énergétique, diminuer les coûts énergétiques des ménages et améliorer la qualité de l'air intérieur, ce qui à son tour est bénéfique pour la santé et libère du temps pour l'éducation et les activités productives, en particulier dans les milieux à faible revenu (Guta, 2020 ; Li et al., 2024). En parallèle, des études de terrain soulignent les bénéfices mesurables : par exemple, une étude réalisée au Kenya et au Nigeria montre qu'un an après leur raccordement à des mini-réseaux solaires, les ménages ruraux ont constaté une multiplication de leurs revenus,

des gains en matière de santé et de sécurité, ainsi qu'une amélioration de l'égalité de genre (Carabajal et al., 2024). Cependant, malgré les avancées conceptuelles et politiques autour de la transition énergétique, peu d'études empiriques se sont attachées à évaluer de manière systématique les effets directs de l'adoption des énergies renouvelables sur le bien-être des ménages et la qualité de l'environnement en Afrique de l'Ouest. La plupart des travaux existants sur l'électrification rurale abordent la question sous un angle macroéconomique, en se focalisant sur les politiques nationales, la performance des infrastructures ou des projets pilotes localisés (Bhattacharyya et Palit, 2021; Morrissey et Oliver, 2021; Dagnachew et al., 2022). Très peu d'études examinent les effets microéconomiques directs sur les ménages agricoles, notamment en matière de revenu, de productivité ou de bien-être (Pueyo et Maestre, 2020; Samad et Zhang, 2023). Ce manque de données désagrégées au niveau des exploitations familiales crée un vide analytique dans la compréhension des interactions entre énergie verte, agriculture et développement rural (Blimpo et Cosgrove-Davies, 2019; Khandker et al., 2020).

Le présent article vise à combler ce déficit en analysant l'effet de l'utilisation des énergies renouvelables sur le bien-être des ménages ruraux agricoles et sur la qualité de l'environnement au Bénin. Plus spécifiquement, il examine dans quelle mesure l'adoption de l'énergie verte améliore les conditions de vie des ménages en termes de santé, d'éducation et de revenus agricoles tout en réduisant la pression environnementale liée à l'exploitation des ressources naturelles. Les résultats attendus devraient fournir des éléments probants pour orienter les politiques publiques vers une transition énergétique inclusive et respectueuse de l'environnement.

Méthodes

Le Bénin est un pays d'Afrique de l'Ouest. Cette étude est menée dans l'Atacora au Nord-Ouest du Bénin en se concentrant sur la transition énergétique des ménages vers des sources d'énergie vertes principalement de l'adoption de la technologie solaire domestique dans le but ultime de simuler les impacts de ces sources d'énergie dans le secteur de l'électricité/énergie. Le département a été choisi à dessein pour l'étude, car il est parmi les premiers départements où de nombreux projets sur la transition énergétique et l'électrification rurale se sont exécutés ou s'exécutent depuis quelques années. Le département de l'Atacora est composé de neuf (9) communes : Boukombé, Cobly, Kérou, Kouandé, Matéri, Natitingou (la préfecture), Péhunco, Tanguiéta et Toucountouna. Dans le cadre de cette étude et pour des raisons sécuritaires les communes de Boukoubé, de Toucountouna et de Natitingou seront retenues pour les enquêtes approfondies.

L'échantillon pour cette étude est constitué de 300 ménages agricoles, à raison de 100 par commune, constitué de manière aléatoire. Ces ménages sont ceux qui utilisent au moins une des sources énergétiques recensées dans la littérature. La base de sondage correspond à une liste complète de toutes les zones de dénombrement disposant d'un nombre spécifique de ménages, lesquelles ont servi d'unités de comptage pour le recensement. Cette base contient des informations détaillées sur la localisation, les régions administratives, le type de résidence, ainsi que le nombre de ménages résidentiels et la population totale de chaque zone de dénombrement.

Aux fins de l'étude, le pays fut divisé en douze départements comprenant à la fois des municipalités urbaines et rurales. La sélection de l'échantillon a été faite sur une stratification utilisant une probabilité proportionnelle à la taille (PPT) en deux étapes. Cette stratification a permis de distinguer chaque strate en zones urbaines et rurales, et les échantillons sont sélectionnés indépendamment dans chaque strate à travers un processus en deux étapes.

Dans la première étape, les départements ont été choisis avec une probabilité proportionnelle à la taille de la zone considérée comme unité primaire d'échantillonnage. La taille d'un département correspondait au nombre total de ménages enregistrés lors du dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2013. Cette liste a servi alors de base de sondage pour la deuxième étape. Dans la deuxième étape, 20 ménages furent sélectionnés dans chaque grappe selon une méthode de sélection systématique avec probabilité égale, à partir de la liste des ménages constituant la grappe.

Les données ont été collectées à travers une enquête quantitative et qualitative auprès des ménages ruraux dans le département de l'Atacora, précisément dans les communes de Natitingou, Toucountouna et de Boukombé. Ses informations ont permis d'une part de classer les producteurs entre adoptant et non adoptant de l'énergie verte et d'autre part de calculer les indicateurs de bien être entre les deux catégories.

Les expériences de choix sont basées sur la théorie du choix du consommateur de Lancaster qui postule que les décisions de consommation sont déterminées par l'utilité ou la valeur dérivée des attributs du bien particulier consommé (Lancaster, 1966). La base économétrique de l'approche repose sur le cadre comportemental de la théorie de l'utilité aléatoire (McFadden, 1974). Les analyses statistiques des réponses obtenues à partir de CE peuvent être utilisées pour dériver les valeurs marginales des attributs d'un bien ou d'une politique, dans ce cas les attributs de conception AES. Dans la spécification du modèle, deux questions importantes sont

simultanément prises en compte : l'hétérogénéité des préférences et la corrélation positive entre les alternatives sans statu quo.

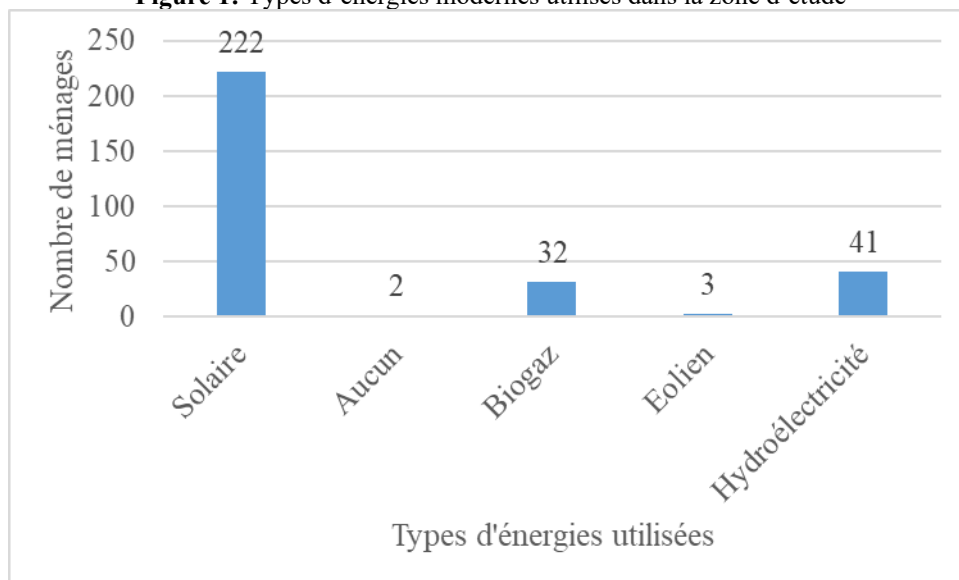
L'hétérogénéité des préférences a été prise en compte de deux manières. Premièrement, les préférences peuvent varier entre les deux régions. Pour tester les différences entre les régions, des modèles logit multinomiaux individuels ont été estimés et soumis à un test du rapport de vraisemblance en tenant compte du paramètre d'échelle (Swait et Louviere, 1993). De ces estimations, les p_value - valeurs p des tests sur la signification des paramètres où l'hypothèse nulle est que le paramètre correspondant est égal à zéro.

L'effet de la qualité de l'environnement est examiné à l'aide du modèle probit. Les répondants ont été invités à indiquer leur perception de l'air de leur environnement, donc, qu'il soit propre ou impur. Cela a fourni une réponse binaire qui est utilisée dans la régression probit.

Résultats

L'objectif principal de la promotion de l'énergie verte est de réduire les émissions de gaz à effet de serre du secteur de l'énergie et d'améliorer la qualité de l'environnement. De même, l'adoption de technologies d'énergie verte ne devrait pas compromettre le bien-être des ménages ruraux. Par conséquent, cette section analyse les résultats des effets de l'adoption de l'énergie solaire sur la qualité de l'environnement et sur le bien-être des ménages ruraux.

Figure 1: Types d'énergies modernes utilisés dans la zone d'étude



Source : Estimations de l'auteur, à partir des données de terrain, Janvier 2025

Les résultats indiquent une forte utilisation du solaire : 222 ménages déclarent utiliser cette énergie, L'hydroélectricité et le biogaz sont respectivement utilisés par 41 ménages et 32 ménages tandis que l'éolien est utilisé par 3 ménages. Enfin, seuls 2 ménages déclarent ne disposer d'aucune de ces sources modernes.

Effet de l'adoption de l'énergie solaire sur la qualité de l'environnement

La qualité de l'environnement sont les caractéristiques de l'environnement qui affectent les humains et les autres organismes. La qualité de l'environnement dans cette étude est définie par la perception des répondants comme ayant un environnement propre ou malpropre. Cela a permis l'estimation d'un modèle de régression probit. Les statistiques de diagnostic du modèle montrent un modèle le mieux ajusté puisque le chi carré du modèle est statistiquement significatif. D'après le tableau I, l'énergie solaire, l'éducation, l'âge, les dépenses de consommation alimentaire par habitant, le statut d'occupation et la localité ont eu des effets significatifs sur la perception des ménages de la qualité environnementale.

L'effet significatif positif de l'énergie solaire sur la qualité de l'environnement signifie que les ménages qui adoptent l'énergie solaire ont une probabilité plus élevée de percevoir un environnement propre. L'énergie solaire est une source d'énergie verte et elle est promue pour réduire les émissions provenant de l'utilisation de l'énergie. Il est donc cohérent que l'adoption de l'énergie solaire améliore la qualité de l'environnement.

L'effet de l'éducation formelle sur la qualité de l'environnement est positif et significatif. Cela implique que les chefs de ménage ayant une éducation formelle ont une probabilité plus élevée de percevoir leur environnement comme propre que ceux sans éducation formelle. Cela est plausible car l'éducation formelle, en particulier aux niveaux supérieurs, améliore la compréhension de la qualité de l'environnement et des caractéristiques à rechercher dans l'environnement pour définir la qualité de l'environnement. Cela justifie la nécessité d'améliorer l'éducation environnementale des ménages, en particulier la jeune génération.

L'âge a eu un effet significatif positif sur la qualité de l'environnement. Cela implique que les chefs de ménage plus âgés ont une probabilité plus élevée de percevoir un environnement propre que les chefs de ménage plus jeunes. Avec une expérience de vie élevée, les chefs les plus âgés devraient être capables de faire la différence entre la qualité de l'environnement des décennies précédentes et la qualité actuelle afin de tirer des conclusions sur la qualité de l'environnement. En outre, il y a une forte discordance parmi les chefs de ménage plus âgés tandis que les plus jeunes sont toujours désireux d'obtenir plus d'utilité de l'environnement. Ceux-ci

pourraient expliquer la probabilité de qualité environnementale propre des têtes plus âgées.

Les dépenses de consommation alimentaire par habitant ont eu un effet significatif positif sur la probabilité d'un environnement propre. Bien que les riches aient souvent une consommation élevée qui augmenterait les émissions dans l'atmosphère, ils sont également capables d'investir considérablement pour assurer un environnement propre. C'est le cas de cette étude. Les chefs de famille aisés, par exemple, sont en mesure d'assurer un environnement domestique propre en triant les déchets et en les éliminant de manière appropriée. Par conséquent, leur environnement immédiat serait toujours plus propre que les pauvres.

Contrairement aux attentes de la recherche, le statut d'occupation a eu un effet significatif négatif sur la qualité de l'environnement. Ainsi, les chefs de ménage qui vivent dans leur propre immeuble ont une probabilité plus élevée de percevoir un environnement propre que ceux qui vivent dans des maisons louées. On s'attendait à ce que les chefs de ménage dans leurs propres maisons améliorent la qualité environnementale de leur environnement immédiat, percevant ainsi un environnement propre. Cependant, l'effet négatif estimé peut-être attribué au fait que ces ménages sont plus préoccupés par une communauté globalement propre sur le plan environnemental et pas seulement par leur environnement familial.

La localité a un effet positif sur la qualité de l'environnement. Cela signifie que les chefs de ménages ruraux ont une probabilité plus élevée d'indiquer que leur environnement est propre que ceux des zones rurales. Bien que les programmes d'assainissement environnemental soient concentrés dans les zones urbaines, on s'attendait à ce que les chefs de famille ruraux apprécient l'environnement naturel qui existe encore dans leurs environs. Cependant, considérer le désir des habitants ruraux de migrer vers les zones urbaines avec la perception que les zones urbaines sont agréables peut influencer la faible probabilité de percevoir leur environnement comme propre.

Tableau I : Effet de l'adoption de l'énergie solaire sur la qualité de l'environnement
**** et ** indiquent des niveaux significatifs à 1 % et 5 % respectivement.*

Variable	Coef.	Std. Se tromper.	valeur z	Effet marginal
Énergie solaire	0,126**	0,054	2.330	0,008
Sexe	-0,053	0,043	-1.240	0,007
Éducation	0,119***	0,039	3.090	0,006
Âge	0,004***	0,001	3.350	0,0002
Revenu	-3.6e-7	6.3e-7	-0,570	6.3e-8
Statut de pauvreté	-0,031	0,096	-0,320	0,018
Stabilité financière	-0,041	0,052	-0.800	0,010
Dépenses alimentaires	0,002***	0,000	4.480	0,0001

Variable	Coef.	Std. Se tromper.	valeur z	Effet marginal
par habitant				
Statut d'occupation	-0,240***	0,046	-5.230	0,007
Localité	0,126***	0,042	2.990	0,007
Constant	1.146	0,076	15.050	
LR chi2(10)		103.9		
Prob > chi2		0,000		
Pseudo R2		0,0118		
Journal de vraisemblance		-4334.47		

Source : Estimations de l'auteur, à partir des données de terrain, Janvier 2025

Impact de l'adoption de l'énergie solaire sur le bien-être des ménages ruraux

Le but ultime de toute économie est d'améliorer le niveau de vie (bien-être) de ses citoyens. Par conséquent, la promotion de l'énergie verte ne doit pas seulement être considérée comme un avantage environnemental, mais comme une approche visant à améliorer le bien-être des personnes.

L'impact de l'adoption de l'énergie verte sur le bien-être des ménages a été estimé à l'aide de l'approche d'appariement des scores de propension. Dans cette étude, quatre variables dépendantes différentes ont été supposées mesurer le bien-être des ménages de manière indépendante. Il s'agit du revenu du ménage, de l'état de stabilité financière, de l'état de pauvreté et des dépenses de consommation alimentaire par habitant. Alors que le statut de pauvreté et la stabilité financière ont été définis comme binaires, les revenus et les dépenses de consommation ont été définis comme des variables continues. L'utilisation des quatre mesures de bien-être vise à améliorer la robustesse des résultats et sert également de validation croisée de l'impact de l'adoption de l'énergie solaire sur divers indicateurs de bien-être (Abadie et Imbens, 2006; Ravallion, 2003).

En outre, l'appariement du score de propension a été estimé pour corriger le biais dans la sélection potentielle de l'échantillon qui peut provenir de différences systématiques entre les ménages adoptant une source d'énergie verte telle que la technologie solaire et les ménages utilisant d'autres sources d'énergie comme principale source de lumière (Heinrich et al., 2010). Trois algorithmes d'appariement différents (c'est-à-dire l'appariement du voisin le plus proche (NNM), l'appariement du rayon et l'appariement basé sur le noyau (KBM)) sont utilisés pour estimer l'impact de l'adoption sur le bien-être des ménages et le résultat présenté dans le tableau II. L'utilisation de l'Appariement des Scores de Propension (PSM) est essentielle pour estimer l'impact causal de l'adoption de l'énergie solaire, car elle permet de corriger les biais de sélection dus à des différences systématiques entre les ménages adoptants et non-adoptants (Díaz et Handa,

2005; Peikes et al., 2008). Le PSM repose sur l'hypothèse d'indépendance conditionnelle et l'existence d'un chevauchement des caractéristiques observées, ce qui réduit le biais de sélection sur les variables observables (Li, 2013). L'emploi de plusieurs algorithmes d'appariement (voisin le plus proche, rayon, noyau), comme recommandé dans la littérature (Heinrich et al., 2010), est effectué pour renforcer la robustesse des résultats (Austin et al., 2016). Toutefois, il est important de noter que, malgré ces avantages, le PSM ne corrige pas les biais liés à des variables non observées, et la qualité de l'appariement dépend de la spécification du modèle et du choix des covariables (Kibuchi et al., 2024).

D'après le tableau II, l'adoption de l'énergie solaire a entraîné une augmentation du revenu des ménages d'environ 797 à 845 centaines de milliers de FCFA. Pour le NNM, l'adoption de l'énergie solaire a entraîné une augmentation du revenu des ménages de 802,40 centaines de milliers de FCFA bien que cette différence de revenu entre les adoptants et les non-adoptants soit statistiquement insignifiante. La méthode d'appariement du rayon a enregistré l'impact le plus élevé de l'adoption sur le revenu du ménage de 844,49 centaines de milliers de FCFA tandis que le KBM a enregistré le moindre impact de 797,29 centaines de milliers de FCFA. L'ATT de tous les autres modèles, à l'exception du NNM, était statistiquement significatif. Cela implique que la promotion de l'énergie verte dans les ménages peut aider les ménages à économiser une partie substantielle de leur revenu annuel sur les dépenses énergétiques, augmentant ainsi le revenu réel pour d'autres consommations. De manière constante, Khandker et al. (2014) ont établi que l'adoption de l'énergie solaire peut améliorer les revenus ainsi que la santé des ménages.

L'adoption de l'énergie solaire a eu un effet positif sur la stabilité financière dans toutes les méthodes d'appariement. L'impact variait de 0,076 sous NNM à 0,069 sous correspondance de rayon. Les valeurs estimées de l'ATT étaient statistiquement significatives. Ces résultats suggèrent que l'adoption de l'énergie solaire entraîne une amélioration d'environ 7 à 8 % de la probabilité qu'un ménage devienne financièrement stable.

Les ménages ont été classés en ménages pauvres et non pauvres et l'impact de l'adoption de l'énergie solaire a été estimé. D'après le tableau II, l'énergie solaire augmente la probabilité qu'un ménage devienne non pauvre. Ainsi, l'adoption de l'énergie solaire entraîne une augmentation moyenne de 3% de la probabilité qu'un ménage ait été non pauvre. En effet, bien que le coût initial de l'installation de l'énergie solaire soit élevé, son coût étalé dans le temps est plus faible, augmentant ainsi le revenu réel des ménages pour les sortir d'un état de pauvreté. Les impacts estimés sont tous significatifs à 1%. Conformément à cette étude, Kabir, Kim et Szulejko (2017) ont constaté que l'adoption de l'énergie solaire améliore le confort et le niveau de vie des

ménages dans les zones rurales. En d'autres termes, les auteurs ont fait valoir qu'il est nécessaire de fournir un acompte et d'autres incitations à l'installation aux ménages pauvres. Pour Thiam (2011), des politiques qui favoriseraient l'adoption des énergies propres dans les pays en développement comme le Sénégal pourraient contribuer positivement à la réduction de la pauvreté.

Les résultats estimés de l'ATT dans le tableau 2 étaient positifs et statistiquement significatifs. Cela implique que l'adoption de l'énergie solaire entraîne une augmentation des dépenses de consommation alimentaire des ménages. Cet effet varie de 10,52 centaines de milliers de FCFA sous stratification à 10,17 centaines de milliers de FCFA sous NNM. L'effet positif de l'adoption de l'énergie solaire sur les dépenses de consommation alimentaire peut être attribué au fait que les ménages adoptants n'ont pas de dépenses récurrentes sur la consommation d'énergie au niveau du ménage et disposent également d'une énergie stable pour l'usage domestique. Dans une étude connexe, Samad, Khandker, Asaduzzaman, & Yunus (2013) et Khandker et al. (2014) ont constaté que l'adoption de systèmes solaires domestiques entraîne une amélioration des dépenses de consommation des ménages.

Tableau II : Estimations PSM de l'impact de l'adoption de l'énergie verte sur les ménages bien-être

Algorithmes de correspondance	Résultat	ATT	Valeur T
Voisin le plus proche Correspondance (NNM)	Revenu du ménage	802.40	1.413
	Stabilité financière	0,076	6.537***
	Statut de pauvreté	0,029	4.370***
	Dépenses alimentaires des ménages par habitant	10.166	4.655***
Correspondance de rayon	Revenu du ménage	844,49	3.802***
	Stabilité financière	0,069	8.886***
	Statut de pauvreté	0,030	5.693***
	Dépenses alimentaires des ménages par habitant	10.213	4.552***
Basé sur le noyau correspondence (KBM)	Revenu du ménage	797.29	3.611***
	Stabilité financière	0,070	7.578***
	Statut de pauvreté	0,030	4.393***
	Dépenses alimentaires des ménages par habitant	10.213	8.271***
Stratification	Revenu du ménage	995.43	7.437***
	Stabilité financière	0,070	3.362***
	Statut de pauvreté	0,029	4.866***
	Dépenses alimentaires des ménages par habitant	10.524	4,47***

Source : Calcul de l'auteur à partir des données de terrain

Effet sur le bien-être de l'adoption de l'énergie verte (solaire) : résultats de la double sélection

Les résultats de la double sélection sont présentés dans le tableau III. Les facteurs qui déterminent le revenu minimum du ménage pour satisfaire les besoins de base sont l'âge du chef de ménage, le sexe, l'éducation, le statut d'autochtone, la volonté des membres du ménage de promouvoir les sources d'énergie alternatives, la participation des membres du ménage dans les activités de la communauté, la confiance dans les autorités locales et la zone de localisation du ménage. Les dépenses alimentaires par habitant sont influencées de manière significative par l'adoption de la technologie solaire, l'âge, le sexe, l'éducation, l'état matrimonial, la nationalité, le type de toit de la maison dans laquelle vit le ménage, la volonté de promouvoir les énergies alternatives, la participation du ménage aux activités communautaires, la confiance dans les autorités locales et la perception de la qualité de l'air autour de l'environnement.

D'autre part, le statut de pauvreté est déterminé par l'adoption solaire, l'âge, le sexe, l'éducation, l'état matrimonial, le type de toit de la maison et l'emplacement de la zone. Des facteurs tels que l'adoption de l'énergie solaire, le sexe, l'éducation, la participation à des programmes de formation, le type de toiture, la disponibilité d'informations environnementales pour les ménages, la participation des ménages aux activités communautaires et l'emplacement de la zone influencent de manière significative la stabilité financière des ménages dans la zone d'étude. Conformément au résultat du PSM, tous les modèles à l'exception du revenu du ménage, l'adoption de la technologie de l'énergie verte par le ménage a augmenté de manière significative les dépenses alimentaires par habitant des membres du ménage de 10,36 centaines de milliers de FCFA (10,24 USD). De même, il permet aux ménages de passer de la pauvreté au statut non pauvre de 2,8% et vers la stabilité financière de 6,7%.

L'âge a eu un effet significatif positif sur le revenu du ménage, les dépenses de consommation alimentaire par habitant et le statut de pauvreté (tableau 3). Cela implique que les chefs de ménage plus âgés ont un statut social plus élevé que les chefs de ménage plus jeunes. Cela peut être dû aux longues années d'accumulation de ressources et de richesses par les chefs de ménage plus âgés. Le sexe du chef de ménage avait un effet mitigé sur le statut de bien-être du ménage. Alors que les ménages dirigés par des hommes ont des dépenses de consommation alimentaire plus élevées, les ménages dirigés par des femmes sont pauvres et financièrement instables. Cela justifie que les femmes soient les plus vulnérables à la pauvreté dans la société. De manière constante, les chefs de ménage qui sont actuellement mariés ont des dépenses de consommation alimentaire par habitant nettement

plus élevées et une pauvreté plus faible que les chefs qui ne sont pas actuellement mariés.

Alors que l'éducation conduit à une augmentation des revenus des ménages, réduit la pauvreté et améliore la stabilité financière, elle diminue les dépenses de consommation alimentaire par habitant des ménages. Cela est plausible car à mesure que le revenu des ménages augmente, la part du revenu consacrée à la consommation alimentaire diminue. L'implication globale est que l'éducation conduit à une amélioration du bien-être des ménages.

Tableau III : Estimation à double sélection de l'adoption de l'énergie verte sur le bien-être des ménages

Variables	Revenu du ménage (GMD) par semaine	Dépenses alimentaires par tête	Statut de pauvreté	Stabilité financière
Adoption solaire	946.32(598.67)	10.346(1.29)***	0,028(0,004)***	0,067(0,008)***
Âge	42.178(12.54)***	0,320(0,027)***	0,0004(0,0001)***	-0,00002(0,0001)
Sexe	1001.8(530.8)	13,359(1,147)***	-0,0202(0,004)***	-0,02(0,008)***
Education	891.05(442.4)**	-6,333(0,955)***	0,015(0,004)***	0,038(0,007)***
État civil	832.78(630.33)	5,327(1,364)***	0,019(0,005)***	0,014(0,009)
Autochtone	1957.57(721.59)***	10.011(1.559)***	0,009(0,006)	0.0.19(0.010)
Alphabétisation des adultes	-435.389(896.1)	2,393(1,939)	-0,009(0,007)	-0,008(0,013)
Entraînement	-680.45(813,31)	-0,839(0,998)	0,012(0,007)	0,078(0,012)***
Type de toiture	575,66(493,33)	5,740(1,066)***	-0,012(0,004)***	0,078(0,012)***
Énergie alternative	-1272,1(471,75)***	-2,793(1,018)***	0,001(0,004)	0,002(0,007)
Informations environnementales	-323,55(499,2)	-0,377(1,077)	-.008(0,004)	0,017(0,007)**
Participation des ménages à une association	- 2849.98(600.63)***	6,421(1,297)***	-0,007(0,005)	-0,033(0,009)***
Confiance dans les autorités	-639,21(357,9)	-3,059(0,773)***	0,005(0,003)	0,005(0,005)
Qualité de l'air	-28.281(563.41)	5,645(1,216)***	-0,003(0,005)	-0,008(0,008)
Zone	2172.04(461.43)***	-1.590(0.998)	0,008(0,003)**	0,027(0,006)***
Constant	4693.62(1344.2)***	24,672(2,290)***	0,001(0,010)	0,119(0,020)***

Notes : *** significatif à 1 % ($p < 0,01$) et ** significatif à 5 % ($p < 0,05$). Les erreurs types robustes sont dans les parenthèses.

Source : estimations de l'auteur, 2025 à partir des données de terrain, Janvier 2025

Discussion

Les résultats de cette étude montrent que l'adoption de l'énergie solaire exerce un effet significatif positif sur la qualité de l'environnement et sur plusieurs dimensions du bien-être des ménages ruraux. D'une part, les ménages adoptants perçoivent davantage leur environnement comme propre, ce qui suggère que l'utilisation de l'énergie solaire contribue à réduire la

pollution locale et à améliorer les conditions de vie. D'autre part, l'adoption du solaire entraîne une hausse du revenu disponible, une amélioration de la stabilité financière, une réduction de la pauvreté et une augmentation des dépenses alimentaires, traduisant une amélioration globale du bien-être. Ces résultats corroborent en grande partie les conclusions de Khandker, Barnes et Samad (2014), qui ont montré que L'accès aux systèmes solaires domestiques (SHS) augmente nettement la consommation d'électricité et la qualité de vie, tout en réduisant les dépenses énergétiques mensuelles, notamment grâce à la diminution de l'utilisation de lampes à kérosène et à la baisse des coûts de recharge de téléphones portables (Diallo et Moussa, 2020; Wagner et al., 2021). De même, les résultats sont cohérents avec ceux de Kabir et al., (2017), qui soulignent que l'énergie solaire améliore le confort et le niveau de vie des ménages ruraux tout en réduisant leur vulnérabilité économique.

Par ailleurs, l'effet positif observé de l'adoption du solaire sur la stabilité financière et la sortie de la pauvreté confirme les arguments avancés par Thiam, (2011), selon lesquels la diffusion des énergies renouvelables dans les pays en développement contribue à la réduction durable de la pauvreté. Les résultats suggèrent que, malgré les coûts initiaux élevés, les bénéfices socio-économiques de l'énergie solaire compensent à moyen et long terme ces contraintes financières, ce qui valide les recommandations en faveur de politiques publiques de subvention et d'incitation à l'adoption.

Toutefois, certains résultats de cette étude se démarquent de la littérature. Par exemple, le statut d'occupation du logement montre un effet négatif sur la perception de la qualité de l'environnement, ce qui diverge des attentes théoriques selon lesquelles les propriétaires devraient investir davantage dans l'amélioration de leur environnement domestique. Cette divergence pourrait s'expliquer par des différences contextuelles liées aux normes sociales et aux perceptions environnementales locales, rejoignant ainsi les conclusions plus nuancées de Mensah et Adu, (2015) , qui insistent sur le rôle du contexte socio-culturel dans l'adoption et l'impact des énergies renouvelables.

En somme, cette étude confirme que l'énergie solaire constitue un levier essentiel pour améliorer à la fois le bien-être des ménages ruraux et la qualité de l'environnement, tout en révélant certaines spécificités locales qui appellent à des politiques énergétiques adaptées au contexte socio-économique du Bénin.

Conclusion

Cette recherche s'inscrit dans un contexte où l'accès à une énergie propre et durable demeure un enjeu central pour le développement socio-économique et la protection de l'environnement. En s'intéressant aux

ménages agricoles du Bénin, elle met en lumière les effets de l'utilisation de l'énergie solaire sur leur bien-être et sur la qualité de l'environnement.

Les résultats obtenus indiquent que l'adoption de l'énergie solaire se traduit par une amélioration tangible des conditions de vie. Elle contribue à la réduction des dépenses liées aux énergies traditionnelles, libère des ressources pour d'autres besoins essentiels tels que l'alimentation, l'éducation et la santé, et participe à la stabilité économique des ménages. Sur le plan environnemental, l'usage accru de l'énergie solaire favorise la diminution de la déforestation et de la pollution liée aux combustibles fossiles, ce qui améliore la qualité de l'air et réduit la pression sur les ressources naturelles.

Ainsi, l'étude confirme que la transition énergétique, lorsqu'elle est axée sur les énergies renouvelables, constitue non seulement une solution écologique mais également un levier de développement humain et économique. Elle met en évidence la nécessité pour les décideurs publics et les partenaires techniques d'accompagner et d'accélérer cette dynamique par des politiques de soutien, des incitations financières et des programmes de sensibilisation afin d'élargir l'accès des ménages aux technologies solaires.

Conflit d'intérêts : Les auteurs n'ont signalé aucun conflit d'intérêts.

Disponibilité des données : Toutes les données sont incluses dans le contenu de l'article.

Déclaration de financement : Les auteurs n'ont obtenu aucun financement pour cette recherche.

References:

1. Adeoye, A. (2024, juin 26). Energy poverty and funding hurdles hold back Africa's green transition. Financial Times. <https://www.ft.com/content/bb1e4f4f-7709-4441-8f64-472763d679e7>
2. Araújo, M. (2014). Understanding energy transitions: Theoretical perspectives and interdisciplinary approaches. *Energy Research & Social Science*, 4, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2014.08.001>
3. Banque Mondiale. (2022). Access to electricity (% of population) – Benin. The World Bank Group. <https://data.worldbank.org/indicator/EG.ELC.ACCS.ZS?locations=BJ>
4. Carabajal, A. T., Orsot, A., Moudio, M. P. E., Haggai, T., Okonkwo, C. J., III, G. T. J., & Selby, N. S. (2024). Social and economic impact analysis of solar mini-grids in rural Africa: A cohort study from Kenya and Nigeria. *Environmental Research: Infrastructure and*

- Sustainability, 4(2), 025005. <https://doi.org/10.1088/2634-4505/ad4ffb>
5. Cherp, A., Jewell, J., & Goldthau, A. (2018). *Governing global energy: Systems, transitions, complexity*. Cambridge University Press.
 6. Diallo, A., & Moussa, R. (2020). The effects of solar home system on welfare in off-grid areas: Evidence from Côte d'Ivoire. *Energy*, 194, 116835. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116835>
 7. Dosi, G., Freeman, C., Nelson, R., Silverberg, G., & Soete, L. (1982). *Technical change and economic theory*. Pinter.
 8. Freeman, C., & Louca, F. (2002). *As time goes by: From the industrial revolutions to the information revolution*. Oxford University Press.
 9. Geels, F. W. (2002). Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: A multi-level perspective and a case-study. *Research Policy*, 31(8-9), 1257-1274. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8)
 10. Geels, F. W., & Schot, J. (2007). Typology of sociotechnical transition pathways. *Research Policy*, 36(3), 399-417. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
 11. Guta, D. (2020). Determinants of household use of energy-efficient and renewable energy technologies in rural Ethiopia. *Technology in Society*, 61, 101249. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101249>
 12. IEA. (2021). *World energy outlook 2021*. OECD/IEA. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2021>
 13. Johnson, B. (1998). *Technological innovation and system perspectives*. Edward Elgar.
 14. Kabir, E., Kim, K.-H., & Szulejko, J. E. (2017). Social impacts of solar home systems in rural areas: A case study in Bangladesh. *Energies*, 10(10), 1615. <https://doi.org/10.3390/en10101615>
 15. Kemp, R., Schot, J., & Hoogma, R. (2007). Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: The approach of strategic niche management. *Technology Analysis & Strategic Management*, 10(2), 175-198.
 16. Khandker, S. R., Barnes, D. F., & Samad, H. A. (2014). Welfare impacts of rural electrification: Evidence from Vietnam. *Energy Economics*, 45, 179-188. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.06.008>
 17. Kowsari, R., & Zerriffi, H. (2011). Three dimensional energy profile: A conceptual framework for assessing household energy use. *Energy Policy*, 39(8), 4380-4387. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.05.051>

18. Lancaster, K. (1966). A new approach to consumer theory. *Journal of Political Economy*, 74(2), 132-157. <https://doi.org/10.1086/259131>
19. Leech, J. (1992). Household energy demand in developing countries. *Energy Economics*, 14(1), 45-57. [https://doi.org/10.1016/0140-9883\(92\)90016-A](https://doi.org/10.1016/0140-9883(92)90016-A)
20. Li, H., Li, Y., Zheng, G., & Zhou, Y. (2024). Interaction between household energy consumption and health: A systematic review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2023.113859>
21. Masera, O., Saatkamp, B., & Kammen, D. (2000). From linear fuel switching to multiple cooking strategies: A critique and alternative to the energy ladder model. *World Development*, 28(12), 2083-2103. [https://doi.org/10.1016/S0305-750X\(00\)00076-0](https://doi.org/10.1016/S0305-750X(00)00076-0)
22. McFadden, D. (1974). Conditional logit analysis of qualitative choice behavior. In P. Zarembka (Ed.), *Frontiers in econometrics* (pp. 105-142). Academic Press.
23. Muller, A., & Yau, Y. (2016). Household energy transition in sub-Saharan Africa: Determinants and policy implications. *Energy for Sustainable Development*, 31, 123-133. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.01.007>
24. Rotmans, J., Kemp, R., & van Asselt, M. (2001). More evolution than revolution: Transition management in public policy. *Foresight*, 3(1), 15-31.
25. Samad, H. A., Khandker, S. R., Asaduzzaman, M., & Yunus, M. (2013). Solar home systems and household welfare: Evidence from Bangladesh. *World Bank Policy Research Working Paper*, 6403. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-6403>
26. Thiam, D. R. (2011). Renewable energy, poverty alleviation and developing nations: Evidence from Senegal. *Journal of Energy in Southern Africa*, 22(3), 23-34.
27. van den Berghe, S., & Oosterhuis, F. (2005). Understanding socio-technical transitions: A conceptual approach. *Technological Forecasting & Social Change*, 72(7), 689-706. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2004.09.001>
28. van der Kroon, B., Brouwer, R., & Van Beukering, P. (2014). The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 504-513. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.045>
29. Verbong, G., & Loobach, D. (2012). Multi-level perspectives on sustainable energy transitions: A critical review. *Energy Policy*, 50, 196-203. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.06.013>

30. Wagner, N., Rieger, M., Bedi, A., Vermeulen, J., & Demena, B. (2021). The impact of off-grid solar home systems in Kenya on energy consumption and expenditures. *Energy Economics*, 99, 105314. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105314>