



HAL
open science

Analyse économique de la pauvreté énergétique. Le cas de la Côte d'Ivoire

Arouna Diallo

► **To cite this version:**

Arouna Diallo. Analyse économique de la pauvreté énergétique. Le cas de la Côte d'Ivoire. Economies et finances. Université Clermont Auvergne [2017-2020]; Université Félix Houphouët-Boigny (Abidjan, Côte d'Ivoire), 2020. Français. NNT : 2020CLFAD020 . tel-04019370

HAL Id: tel-04019370

<https://theses.hal.science/tel-04019370v1>

Submitted on 8 Mar 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



ÉCOLE DOCTORALE SCIENCES ÉCONOMIQUES,
JURIDIQUES, POLITIQUES ET DE GESTION
Université Clermont Auvergne

Ecole Doctorale de Sciences Economique, Juridique, Politique et de Gestion
Centre d'Etudes et de Recherche sur le Développement International (CERDI)

Université Clermont Auvergne, CNRS, IRD, CERDI, F-63000 Clermont-Ferrand, France

ANALYSE ECONOMIQUE DE LA PAUVRETE ENERGETIQUE. LE CAS DE LA COTE D'IVOIRE

Thèse présentée et soutenue publiquement le 16 décembre 2020
pour l'obtention du titre de Docteur ès Sciences Economiques

par

Arouna DIALLO

sous la direction de Alban Alphonse AHOURE, Pascale COMBES MOTEL et
Sonia SCHWARTZ

Membres du Jury

Zié Ballo	Professeur à l'Université Félix Houphouët Boigny	Suffragant
Dorothee Charlier	Maître de Conférences – HDR à l'Université de Savoie	Rapporteure
Valérie Bérenger	Professeur à l'Université de Toulon	Rapporteure
Alban Alphonse Ahouré	Professeur à l'Université Félix Houphouët Boigny	Directeur thèse
Pascale Combes Motel	Professeure à l'Université Clermont Auvergne	Directrice thèse
Sonia Schwartz	Professeure à l'Université Clermont Auvergne	Directrice thèse

L'université Clermont Auvergne n'entend donner aucune approbation ni improbation aux opinions émises dans cette thèse. Ces opinions doivent être considérées comme propres à leur auteur.

A mes parents

A mon épouse Mariame

A mes enfants

“Just like blood is the body, so is energy to the economic”
Akinwumi A. ADESINA

REMERCIEMENTS

Je voudrais dans un premier temps remercier, mes directeurs de thèse Professeur Alban AHOURE, Professeure Pascale COMBES MOTEL et Professeure Sonia SCHWARTZ pour l'opportunité qu'ils m'ont donné de vivre cette expérience doctorale. Malgré leurs nombreuses occupations, ils ont toujours su se rendre disponibles pour des conseils et appuis multiples. Je voudrais également remercier les membres de mon comité de thèse, Professeur Jean Louis COMBES et Professeur Anne VIALLEFONT, qui ont bien voulu accepter de suivre l'évolution de mes travaux durant toutes ces années.

J'adresse mes sincères remerciements aux membres du jury : Valérie Bérenger, Dorothee Charlier et Ballo Zié pour avoir accepté de participer à mon jury de thèse et accorder ainsi de votre temps précieux à mes modestes travaux.

J'exprime toute ma reconnaissance et ma gratitude à l'ensemble du corps enseignant et au personnel administratif de l'Université Clermont Auvergne et de l'Universités Félix Houphouët BOIGNY. Mes remerciements vont particulièrement à l'endroit de la Cellule d'Analyse des Politiques Economiques du CIREA (CAPEC) et au Centre d'Etudes et de Recherches sur le Développement International (CERDI) pour les assistances académiques et administratives dont j'ai pu bénéficier au cours de cette thèse réalisée dans le cadre d'une cotutelle internationale.

Je remercie spécialement mon ami et co-auteur Moussa K. Richard pour les articles que j'ai eu la chance de coécrire avec lui, pour la relecture de mes papiers et ses conseils. Je souhaiterais aussi adresser ma gratitude à Sébastien MARCHAND, Yoro DIALLO, Corinne CHATON pour le temps qu'ils ont consacré à me relire et à me donner des conseils avisés.

Mes remerciements vont à l'endroit de tous mes camarades Doctorants et Docteurs avec lesquels j'ai entretenu de bons rapports amicaux durant cette thèse. Je remercie

particulièrement mes camarades de promotion avec qui nous avons débuté cette éprouvante expérience de la thèse.

Je voudrais dire tous mes remerciements à Madame le Ministre du Plan et du Développement, Madame Nialé KABA et son Cabinet dirigé par Docteur Nahoua YEO, pour toutes les opportunités dont j'ai pu bénéficier et pour la confiance qu'ils ont placée en ma modeste personne.

A l'endroit de ma famille et de mes proches, je voudrais vous dire simplement merci pour l'éducation et les valeurs inculquées. À mes beaux-parents, merci pour tout le soutien accordé à ma petite famille pendant mes séjours en dehors du pays. À mes parents, je vous dis merci pour avoir cru en moi. A mes frères et sœurs, je vous remercie également pour la confiance et tout le respect à mon égard.

Je ne t'oublie pas Mariame ! Ma ravissante épouse, grand merci pour la patience, les sacrifices, les peines que tu as dû supporter durant toutes ces années. A ma fille Zinatou et à mon fils Rayan, papa vous dit Merci.

Je pense également à toutes ces personnes qui méritent un mot de remerciement mais que je n'ai pas pu citer ici. Amis, proches et connaissances, vous taire, ce n'est pas vous oublier. Je vous dis simplement Merci.

RÉSUMÉ

La fourniture de services énergétiques est reconnue comme un fondement essentiel pour l'atteinte des Objectifs de Développement Durable (ODD) à l'horizon 2030. L'Afrique Sub-Saharienne compte le plus grand nombre de personnes énergétiquement pauvres : plus de 600 millions de personnes qui n'ont pas accès à l'électricité et plus de 905 millions de personnes qui continuent d'utiliser la biomasse traditionnelle pour satisfaire leurs besoins énergétiques en matière de cuisson, en particulier dans les zones rurales (IEA, 2019). Cette thèse contribue à la littérature analysant le lien entre la pauvreté énergétique et le développement. Elle étudie le cas particulier de la Côte d'Ivoire dont le taux d'accès à l'électricité est un des plus élevés en Afrique de l'Ouest et en Afrique Sub-Saharienne.

Le premier chapitre dresse un état des lieux de la situation énergétique en Côte d'Ivoire. L'analyse documentaire met en évidence que malgré le déploiement des différents programmes énergétiques passés et en cours dans le pays, beaucoup d'efforts restent à faire pour atteindre l'objectif de fournir de l'énergie en quantité et en qualité à tous.

Le deuxième chapitre construit un indicateur multidimensionnel de pauvreté énergétique adapté aux conditions économiques et sociales de la Côte d'Ivoire en vue de mesurer l'étendue et l'ampleur de ce phénomène dans le pays. L'analyse quantitative montre que la pauvreté énergétique touche près de 66% de la population en Côte d'Ivoire avec de fortes disparités entre le milieu rural (91% de la population rurale) et le milieu urbain (40% de la population résidant en ville). Ensuite, le chapitre met en lumière les déterminants de la pauvreté énergétique. Les résultats économétriques indiquent que les caractéristiques socio-économiques du chef de ménage, le lieu de résidence, le pouvoir de négociation des femmes et la composition du ménage sont les

principaux déterminants de la pauvreté énergétique. Cette étude conclut qu'un effort substantiel des pouvoirs publics et des bailleurs de fonds est encore nécessaire pour permettre aux ménages d'avoir accès à une énergie propre.

Le Chapitre 3 étudie les déterminants des choix énergétiques des ménages pour la cuisson. Nos résultats indiquent que l'âge, le statut marital et la distance à la ville principale affectent négativement le choix en faveur du gaz de pétrole liquéfié (GPL) comme principal combustible de cuisson par rapport au bois de chauffage en Côte d'Ivoire. À l'inverse, vivre en zone urbaine, dans une maison moderne, dans un ménage dirigé par une femme, un chef de ménage ayant un niveau de scolarité élevé, une richesse du ménage plus élevée, l'accès à l'électricité et la possession d'une cuisinière à gaz a un effet positif sur l'adoption du GPL comme principal combustible de cuisson. Nous proposons de renforcer le soutien à l'utilisation du GPL. Pour motiver le ménage à utiliser des combustibles propres pour la cuisine, les décideurs politiques pourraient renforcer les politiques de réduction de la pauvreté, augmenter l'offre d'éducation et rendre le GPL disponible dans tout le pays.

Le Chapitre 4 s'intéresse à l'effet de l'accès des ménages à l'électricité sur le niveau de pauvreté en Côte d'Ivoire. Les résultats indiquent qu'il existe un effet positif et significatif de l'accès à l'électricité sur les dépenses de consommation par habitant. Nous montrons qu'avoir accès à l'électricité accroît les dépenses de consommation par habitant des ménages de 5,2% à 23,3%. Par ailleurs, nos résultats soulignent également que plus le taux régional d'accès à l'électricité est bas, plus le taux de pauvreté régional est élevé. Les différents résultats de l'étude appellent à des politiques de lutte contre la pauvreté énergétique telles que : la promotion des énergies renouvelables, l'amélioration d'un cadre institutionnel favorable aux énergies renouvelables, l'extension de l'accès au système solaire domestique aux zones hors réseau et la mise en œuvre des mesures incitatives pour l'usage des énergies renouvelables (la réduction des taxes douanières et fiscales sur les équipements permettant la production d'énergies renouvelables).

Mots clés : Pauvreté énergétique, Programme d'Electricité Pour Tous (PEPT), Programme National d'Electrification Rurale (PRONER), Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI), Deprivation, logistic model, Côte d'Ivoire, Cooking fuels, Multinomial logit analysis, access to electricity, poverty, Oaxaca-Blinder decomposition, LSMS.

Code JEL : C1, C5, D1, D12, I3, J42, J48, 013, Q4, Q40, Q42

ABSTRACT

The provision of energy services is recognized as an essential foundation for achieving the Sustainable Development Goals (SDGs) by 2030. Sub-Saharan Africa has the largest number of energy-poor people: more than 600 million people have no access to electricity and more than 905 million people continue to rely on biomass for cooking particularly in rural areas (IEA, 2019). This thesis contributes to the literature by analyzing the link between energy poverty and development. It studies the case of Côte d'Ivoire, which has one of the highest rates of access to electricity in West Africa and Sub-Saharan Africa.

The first chapter provides an overview of the energy sector situation in Côte d'Ivoire. The literature review shows that despite the deployment of various past and current energy programs in the country, much effort remains to be done to achieve the objective of providing energy in quantity and quality to all.

The second chapter constructs a multidimensional energy poverty index adapted to the economic and social conditions of Côte d'Ivoire to measure the extent and magnitude of this phenomenon in the country. The quantitative analysis shows that energy poverty affects nearly 66% of the population in Côte d'Ivoire with strong disparities between the rural (91% of the rural population) and urban areas (40% of the population residing in cities). The chapter then highlights the determinants of energy poverty. The econometric results indicate that the socio-economic characteristics of the head of household, the place of residence, women's bargaining power, and household composition are the main determinants of energy poverty in Côte d'Ivoire. This study concludes that a substantial effort by governments and donors is still needed to enable households to have access to clean energy.

Chapter 3 examines the determinants of household cooking fuels. Our results indicate that an older household head, a household head with a partner, and a

household that is far from the sub-prefecture negatively affect the choice of liquefied petroleum gas (LPG) as the main cooking fuel over firewood in Côte d'Ivoire. Conversely, living in an urban area, living in a modern house, a female-headed household, a highly educated household head, higher household wealth, access to electricity, and the ownership of a gas stove have a positive effect on the adoption of LPG as the main cooking fuel. We propose to strengthen support for the use of LPG. To motivate the household to use clean cooking fuels, policymakers could strengthen poverty reduction policies, increase the supply of education, and make LPG available throughout the country.

Chapter 4 looks at the effect of household access to electricity on poverty levels in Côte d'Ivoire. The results indicate that there is a positive and significant effect of access to electricity on per capita consumer spending. We show that having access to electricity increases per capita household consumption expenditure by 5.2 to 23.3 percent. Furthermore, our results also show that the lower the regional rate of access to electricity, the higher the regional poverty rate. The various results of the study call for policies to combat energy poverty such as the promotion of renewable energies, the improvement of an institutional framework favorable to renewable energies, the extension of access to the domestic solar system to off-grid areas, and the implementation of incentives for the use of renewable energies (reduction of customs and fiscal taxes on equipment enabling the production of renewable energies).

Keywords: Energy poverty, Electricity for All program (PEPT), National Program for Rural Electrification (PRONER), Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI), Deprivation, logistic model, Côte d'Ivoire, Cooking fuels, Multinomial logit analysis, access to electricity, poverty, Oaxaca-Blinder decomposition, LSMS.

JEL Code : C1, C5, D1, D12, I3, J42, J48, 013, Q4, Q40, Q42

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION GÉNÉRALE.....	1
1 Contexte et justification.....	1
2 Motivation de l'étude	4
3 Méthodologie et outils de recherche.....	10
4 Principaux résultats, contributions et limites de nos travaux.....	12
5 Organisation de la thèse.....	14
Bibliographie.....	17
Chapter 1 ACCES A L'ENERGIE EN COTE D'IVOIRE : EXAMEN DU PROBLEME ET SOLUTIONS POTENTIELLES	19
Résumé	19
1 Introduction	20
2 Accès à l'énergie : définition	25
3 L'accès à l'électricité en Côte d'Ivoire	27
3.1 Evolution du cadre légal et institutionnel.....	27
3.2 Acteurs du secteur.....	31
3.3 Accès à l'électricité en Côte d'Ivoire : Etat des lieux	34
3.4 Programmes dans le secteur ivoirien de l'électricité.....	42
3.5 Les énergies renouvelables hors hydrauliques.....	48
3.6 Financement du secteur de l'électricité	50
4 L'accès à l'énergie moderne de cuisson.....	53
4.1 Les combustibles traditionnels : le bois de feu et le charbon de bois.....	54
4.2 La politique de butanisation de la Côte d'Ivoire.....	55
5 Les obstacles à l'accès à l'énergie en Côte d'Ivoire.....	56
5.1 Dans le domaine de l'électricité.....	57
5.2 Dans le domaine du GPL	58
6 Recommandations de politiques énergétiques	61
7 Conclusion.....	63
Bibliographie.....	65
Chapter 2 MEASURING ENERGY POVERTY IN CÔTE D'IVOIRE.....	68
Abstract.....	68
1 Introduction	69
2 Literature review	71
3 Methodology	81
3.1 MEPI calculation methodology	81
3.2 Econometric Methodology	84
4 Data and descriptive statistics.....	85
4.1 Data	85
4.2 Descriptive statistics.....	86
5 Results and discussions.....	89
5.1 MEPI.....	89
5.2 Sensitivity analysis of the MEPI.....	94
5.3 Determinants of the MEPI.....	95
6 Conclusion and policy implications	100
Appendix.....	102
References	109

Chapter 3 DETERMINANTS OF HOUSEHOLD COOKING FUEL CHOICE: EVIDENCE FROM CÔTE D'IVOIRE	113
Abstract.....	113
1 Introduction	114
2 Literature review	116
3 Data and variables	123
3.1 Data	123
3.2 Variables	124
4 Status of cooking fuel in Côte d'Ivoire.....	125
4.1 Main cooking energy sources.....	125
4.2 Cooking fuel choice, gender, and location.....	126
4.3 Cooking fuel choice and income.....	127
4.4 Cooking fuel choice and education.....	128
4.5 Cooking fuel choice and electricity access.....	129
5 Empirical method.....	132
6 Estimation results	132
6.1 Determinants of households cooking fuel choice in Côte d'Ivoire	132
6.2 Robustness	138
7 Conclusion and implications.....	140
Appendix	142
References	147
Chapter 4 DOES ACCESS TO ELECTRICITY AFFECT POVERTY? EVIDENCE FROM CÔTE D'IVOIRE	150
Abstract.....	150
1 Introduction	151
2 Literature review	154
3 Empirical strategies	157
4 Data and related statistics	159
5 Results and discussions.....	162
6 Conclusion and Policy Implications	168
Appendices.....	169
References	173
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	176

LISTE DES TABLEAUX

0.1: Ratio de pauvreté en Côte d'Ivoire (en %)	8
1.1: Les barrages hydroélectriques de Côte d'Ivoire	34
1.2: Les différentes centrales thermiques en Côte d'Ivoire	35
1.3: Evolution de la production nette sur le réseau (en GWH)	37
1.4: Evolution du taux de couverture nationale en électricité	43
1.5: Financement du PRONER (en millions de FCFA)	45
1.6: Financement du PEPT (en millions de FCFA)	47
1.7: Projets et programmes d'énergie en Côte d'Ivoire	52
1.8: Projets en financement PPP en Côte d'Ivoire	53
1.9 : Coût d'investissement initial de l'équipement avec GPL de 12 kg (en FCFA)	58
2.1: Review of studies on the measure of energy poverty in Sub-Saharan Africa	77
2.2: Details of MEPI construction	82
2.3: Explanatory variables and expected signs	85
2.4: Main sources of energy used by Ivorian households for cooking (% of households)	87
2.5: Main lighting fuels of Ivorian households (% of households)	88
2.6: Asset ownership deprivation	88
2.7: Region-wise MEPI scores (%)	91
2.8: Energy poverty incidence: national, by zone, and by sector	92
2.9: Sensitivity analysis of MEPI weights	95
2.10: Coefficients and marginal effects of the determinants of energy poverty	97
2.11: Summary statistics	102
2.12: Relevant studies on the determinants of energy poverty in Sub-Saharan Africa	106
3.1: Overview of cooking fuels choice studies in Sub-Saharan Africa	121
3.2: Variables used and hypothesis for describing the adoption of LPG	124
3.3: Gender and place of living difference in main cooking fuel choice	126
3.4: Comparison between access to electricity and type of cooking fuel by area	131
3.5: Marginal effects for the choice of charcoal, firewood, LPG, and Other fuels	137
3.6: Marginal effects for fuels choice with poverty index and education index	139
1.1: Small-Hsiao tests of IIA assumption	142
3.8: Collinearity diagnostic (VIF test)	142
3.9: Estimated coefficient for charcoal, LPG, and other fuels from MNL	143
3.10: Estimated coefficients for charcoal, LPG, and other fuels for robustness	144
3.11: Estimated coefficient for charcoal and LPG from MNL	145
3.12: Estimated coefficients for charcoal and LPG for robustness	146

4.1: Oaxaca-Blinder decomposition of poverty rates.....	162
4.2: FIML estimates for per capita consumption and electricity	167
4.3: Descriptive statistics on the samples.....	169
4.4: Robustness estimates using the binary outcome of poverty	171

LISTE DES FIGURES

0.1: Carte de la Côte d'Ivoire et de ses districts	5
0.2: Evolution du poids des secteurs en % du PIB de 2012-2018	7
1.1: Accès à l'électricité (en%)	20
1.2: Accès au combustible de cuisson modernes (en %)	20
1.3: Résumé du cadre institutionnel du secteur ivoirien de l'électricité	32
1.4: Nombre d'abonnés à l'énergie électrique	38
1.5: Évolution annuelle de la capacité installée et de la pointe de consommation brute	38
1.6: Exportation d'énergie électrique de la Côte d'Ivoire.....	40
1.7: Evolution des indicateurs d'accès à l'électricité	41
1.8: Evolution du nombre de localités électrifiées	41
1.9: Taux de couverture régionale en 2018	44
1.10: Fonctionnement du PEPT	46
1.11 : Carte de répartition des stations-services en 2017	60
2.1: Extent of deprivation to access to modern energy sources for lighting, cooking, and asset ownership.....	90
2.2: MEPI by region.....	93
2.3: Energy poverty by quintile	94
2.4: Spatial deprivation of the different dimensions of MEPI (electricity, cooking fuel and asset ownership).....	103
2.5: Extreme Energy Poverty by region	104
2.6: Cut-off change.....	105
3.1: Distribution of main cooking energy sources.....	125
3.2: Relationship between income and type of cooking fuel.....	128
3.3: Relationship between educational level and types of cooking fuel.....	129
4.1: Conceptual Model of the Interrelationship between electricity and poverty	156
4.2: Dynamics of the poverty rate and access to electricity in Côte d'Ivoire.....	162
4.3: Poverty and access to electricity by region in Côte d'Ivoire	172

LISTE DES ACRONYMES ET DES ABRÉVIATIONS

AFD	: Agence Française de Développement
AGECC	: Advisory Group on Energy and Climate Change
ANARE-CI	: Autorité Nationale Régulation Secteur Électricité Côte d'Ivoire
BAD	: Banque Africaine de Développement
BM	: Banque Mondiale
BNETD	: Bureau National d'Études Techniques et de Développement
CEDEAO	: Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest
CEREEC	: Centre des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique
CI-ENERGIES	: Société des Energies de Côte d'Ivoire
CIE	: Compagne Ivoirienne d'Electricité
CLSG	: Côte d'Ivoire-Liberia-Sierra Leone-Guinée
CNO	: Centre-Nord-Ouest
CNP PPP	: Comité National de Pilotage des Partenariats Public-Privé
CNR	: Canadian Natural Resources
CNUCED	: Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement
COP 21	: 21e Conférence des parties (COP)
DGH	: Direction Générale des Hydrocarbures
DHS	: Demographic and Health Survey
€	: Euro
EDF	: Électricité De France
EECI	: Energie Electrique de Côte d'Ivoire
ENV	: Enquête Niveau de Vie
F CFA	: Franc de la Communauté Financière Africaine
FIML	: Full Information Maximum Likelihood
FNEE	: Fonds National de l'Energie Electrique

GNL	: Gaz Naturel Liquéfié
GPL	: Gaz de pétrole liquéfié
GWh	: Gigawattheure
HAP	: Household Air Pollution
IAP	: Indoor Air Pollution
IEA	: International Energy Agency
IEG	: Independent Evaluation Group
INS	: Institut National de la Statistique
IPP	: Independent Power Producer
LBTP	: Laboratoire du Bâtiment et des Travaux Publics
LIHC	: Low Income High Cost
LPG	: Liquefied Petroleum Gas
LSMS	: Living Standards Measurement Study
MDGs	: Millennium Development Goals
MEPI	: Multidimensional Energy Poverty Index
MNL	: Multinomial Logit
NLSS	: National Living Standard Survey
ODD	: Objectifs de Développement Durable
OMD	: Objectifs du Millénaire pour le Développement
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
ONU	: Organisation des Nations Unies
OPHI	: Oxford Poverty and Human Development Initiative
PANER	: Plan d'Action National d'Energies Renouvelables
PEPT	: Programme d'Electricité Pour Tous
PETROCI	: Société nationale d'opérations pétrolières de Côte d'Ivoire
PIB	: Produit Intérieur Brut
PIE	: Producteur Indépendant d'Electricité

PND	: Plan National de Développement
PNIASE	: Programme National d'Investissement pour l'Accès aux Services Energétiques
PRONER	: Programme National d'Electrification Rurale
PS Govv	: Programme Social du Gouvernement
RGPH	: Recensement Général de la Population et de l'Habitat
RMB	: Renminbi
SDGs	: Sustainable Development Goals
SECUREL :	: Sécurité Des Installations Electriques
SEE4ALL	: Sustainable Energy for All
SHS	: Solar Home System
SMIG	: Salaire Minimum Interprofessionnel Garanti
SNE	: Séminaire National sur l'Energie
SSA	: Sub-Saharan Africa
TM	: Tonne Métrique
UE	: Union Européenne
UEMOA	: Union Economique et Monétaire Ouest Africaine
UK	: United Kingdom
UN	: United Nations
UNDP	: United Nations Development Programme
UNIDO	: United Nations Industrial Development Organization
VIF	: Variance Inflation Factor
WAPP	: West African Power Pool
WEO	: World Energy Outlook
WHO	: World Health Organization

INTRODUCTION GÉNÉRALE

1 Contexte et justification

L'énergie est un facteur de production fondamental dans toute économie, qu'elle soit développée ou en développement. L'énergie joue un rôle essentiel pour les ménages en leur assurant un éclairage de qualité, la cuisson des aliments, le refroidissement ainsi que le chauffage (Reilly, 2015). Sur le plan international, même si les questions relatives à l'énergie ont commencé à germer depuis le sommet de la terre de Rio en 1992, ce n'est qu'en 1997, lors de la 19^{ème} session extraordinaire de l'Assemblée Générale des Nations Unies que la relation entre l'énergie et le développement fût clairement présentée (PNUD, 1997). Cet intérêt croissant pour les questions énergétiques surtout en matière de lutte contre la pauvreté s'est renforcé lors du sommet mondial sur le développement durable de Johannesburg en 2002. La communauté internationale a reconnu lors de ce sommet que l'accès à l'énergie pouvait faciliter l'élimination de la pauvreté en permettant la production d'autres services indispensables à l'être humain. Plusieurs études empiriques ont montré que l'accès à l'énergie en général et à l'électricité en particulier pouvait avoir un impact positif sur la réduction de la pauvreté (Birol, 2007; Bridge et al., 2016). Bridge et al. (2016) indiquent que l'accès à l'électricité des ménages peut réduire leur niveau de pauvreté à travers les canaux de l'éducation, la santé et la productivité du travail. L'accès à l'électricité impacte directement la demande d'appareils électriques tels que les ampoules, la radio, la télévision, le fer à repasser, le ventilateur, le climatiseur, etc. L'usage de ces appareils permet de continuer les activités économiques pendant la nuit, permet aux élèves d'étudier leur leçon, de maintenir la bonne santé des individus et d'accroître la productivité du travail (Sambodo and Novandra, 2019).

Malgré la forte contribution de l'énergie au développement économique, les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD) ne comportaient aucune dimension relative à l'accès à l'énergie¹ ; quoiqu'elle fût considérée par les Nations Unies comme une condition nécessaire pour l'atteinte des objectifs de l'Agenda 2015 des Nations Unies.

En prélude à la préparation de l'Agenda post 2015, les Nations Unies ont mis en place un processus inclusif comprenant les gouvernements, la société civile et les différents partenaires au développement pour exploiter les acquis et les insuffisances des OMD et élaborer un nouveau programme plus ambitieux. C'est dans ce cadre que les Objectifs de Développement Durable (ODD) ont vu le jour depuis septembre 2015². En effet, les ODD constituent un ambitieux programme auquel sont arrimés dix-sept objectifs de développement durable, cent-soixante-neuf cibles et deux cent trente indicateurs. Les pays Africains ont, dans le processus d'élaboration des ODD, exprimé leur position commune à travers l'Agenda 2063 « l'Afrique que nous voulons »³. Les objectifs, cibles et indicateurs issus de l'Agenda 2030 encadreront et influenceront les politiques et programmes mondiaux jusqu'en 2030. Cet ambitieux agenda vise

¹ Les OMD ont été adoptés par l'Assemblée générale des Nations Unies en Septembre 2000 pour une période de 15 ans. Ratifiés par 189 pays, Ils visent à atteindre huit objectifs de développement : (1) Réduire l'extrême pauvreté et la faim, (2) Assurer l'éducation primaire universelle, (3) Promouvoir l'égalité des sexes et l'autonomisation des femmes, (4) Réduire la mortalité infantile (5) Améliorer la santé maternelle ; (6) Combattre le VIH/sida, le paludisme et d'autres maladies, (7) Assurer un environnement durable (8) Mettre en place un partenariat mondial pour le développement.

² Les ODD comprennent 17 objectifs, 169 cibles. Les 17 ODD sont : (1) Pas de pauvreté, (2) Faim « zéro », (3) Bonne santé et bien-être, (4) Education de qualité, (5) Egalité entre les sexes, (6) Eau propre et assainissement, (7) Energie propre et d'un coût abordable (8) Travail décent et croissance économique, (9) Industrie, Innovation et infrastructure, (10) Inégalités réduites (11) Villes et communautés durables, (12) Consommation et production responsables, (13) Mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques, (14) Vie aquatique, (15) Vie terrestre, (16) Paix, justice et institutions efficaces, (17) Partenariat pour la réalisation des objectifs.

³ L'Agenda 2063 est le cadre stratégique du continent africain visant à atteindre son objectif de développement inclusif et durable. Il est la manifestation concrète de la manière dont le continent entend réaliser sa vision d'une « Afrique intégrée, prospère et pacifique, dirigée par ses propres citoyens, et représentant une force dynamique sur la scène mondiale » sur une période de 50 ans allant de 2013 à 2063.

également à mettre fin à la pauvreté énergétique dans tous les pays du monde en offrant un accès universel à une énergie abordable, fiable, durable et moderne pour tous.

Contrairement aux OMD, les ODD, quant à eux, reconnaissent explicitement le lien direct entre l'accès et la consommation d'énergie, la pauvreté et le développement. L'objectif ODD numéro sept vise à garantir l'accès à une énergie abordable, fiable, durable et moderne pour tous d'ici 2030. Par ailleurs, l'ODD 7 s'intéresse à la problématique de l'accès à l'énergie d'une part et celle de la sécurité énergétique d'autre part. Ces préoccupations sont très importantes surtout pour les pays d'Afrique Subsaharienne. Cette partie de l'Afrique affiche un énorme déficit énergétique. En effet, en Afrique Subsaharienne, plus de 600 millions de personnes n'avaient pas accès à l'électricité et plus de 905,3 millions de personnes étaient privé d'un accès à des combustibles de cuisson propres en 2018 (IEA, 2019). Ces privations en énergie, souvent qualifiées de pauvreté énergétique sont plus accentuées dans le milieu rural.

La pauvreté énergétique constitue l'un des problèmes de développement les plus importants et a un lien étroit avec les autres objectifs de développement durable (Li et al., 2014). En effet, la pauvreté énergétique peut constituer un obstacle à l'atteinte des Objectifs de Développement Durable (ODD) si des mesures idoines de lutte contre ce phénomène ne sont pas mises en œuvre. Elle peut exacerber la pauvreté et la faim, entraver la fourniture de soins de santé, d'éducation de qualité et favoriser l'inégalité entre les sexes (Birol, 2007; Modi et al., 2005; Pachauri et al., 2012; Sagar, 2005). Par ailleurs, Sambodo and Novandra (2019) indiquent que l'accès à l'énergie moderne peut aider à atteindre huit autres ODD à savoir : l'éradication de la pauvreté (ODD1) , l'éradication de la faim (ODD2) , la bonne santé et le bien-être (ODD3), l'éducation de qualité (ODD4), l'égalité entre sexe (ODD5), le travail décent et croissance économique (ODD8), l'industrie, innovation et infrastructure (ODD9) et les villes et communautés durables (ODD11).

Les résultats et les contributions de nos recherches dans le cadre de cette thèse devraient permettre de pousser la réflexion sur les enjeux de la pauvreté énergétique dans un pays comme la Côte d'Ivoire dans sa marche vers l'atteinte des ODD à l'horizon 2030.

2 Motivation de l'étude

La Côte d'Ivoire est un pays d'Afrique de l'Ouest d'une superficie de 322 462 km² limité au Nord par le Burkina Faso et le Mali, à l'Ouest par la Guinée et le Libéria, à l'Est par le Ghana et au Sud par l'Océan Atlantique (Fig. 0.1). Sa façade maritime de 550 Km donne au pays une ouverture sur le Golfe de Guinée et l'Océan Atlantique.

Le Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) de 2014 indique que la Côte d'Ivoire a une population totale de 22 671 331 d'habitants avec un accroissement naturel élevé (2,6 %), un apport migratoire important, une inégale répartition sur le territoire national et une forte urbanisation (51,6 %).

Sur le plan économique, le taux de croissance de la Côte d'Ivoire sur la période 2011-2017 était de 9% en moyenne. En 2018, ce taux a été estimé à 7,4 %. Les projections du dernier rapport de la Banque Mondiale sur la situation économique en Côte d'Ivoire, de juillet 2019, donnent une situation optimiste, avec une croissance du PIB de 7,2 % en 2019 et autour de 7 % lors des 4 prochaines années. Toutefois, cette projection suppose que l'économie ivoirienne ne subisse pas de chocs extérieurs majeurs et que l'environnement politique reste apaisé à l'approche des élections présidentielles prévues en octobre 2020 ([Banque Mondiale, 2019a](#)).

Fig. 0.1: Carte de la Côte d'Ivoire et de ses districts



Source : d-maps.com

Cette embellie économique est en grande partie imputable aux deux Plan Nationaux de Développement (PND) que le pays met en œuvre depuis la fin de la crise post-électorale de 2011 (MPD, 2019). Le PND 2012-2015 avait pour objectif de doter le pays d'infrastructures de base dans un environnement de sortie de crise et le deuxième, PND 2016-2020, en cours de mise en œuvre, vise à consolider la dynamique de croissance du pays et la transformation structurelle de son économie.

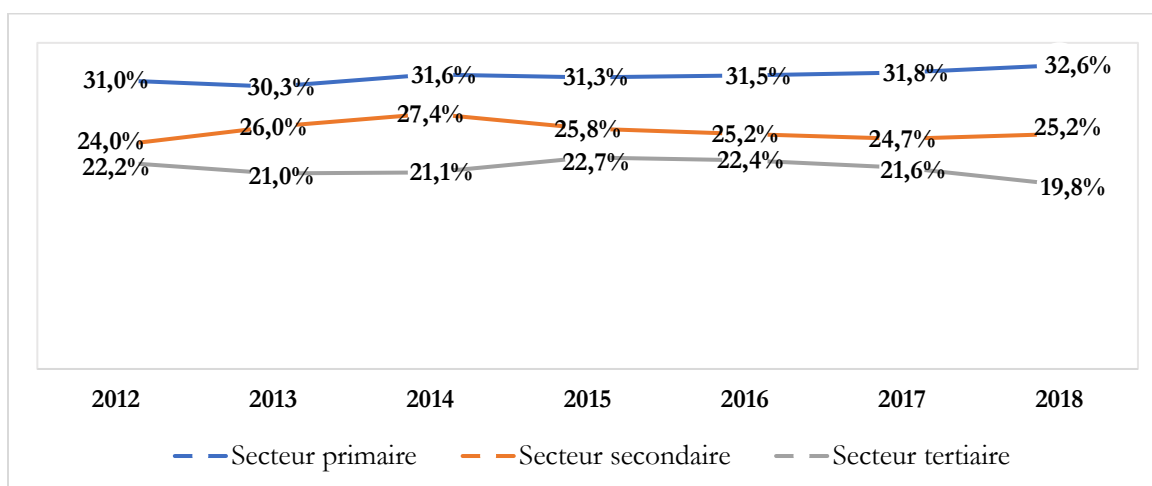
Le climat de la Côte d'Ivoire est favorable à l'agriculture. L'activité agricole est dominée par l'agriculture d'exportation (café, cacao, anacarde, huile de palme, coton, etc.). En 2017, le binôme café-cacao représentait 42,8% de la valeur des exportations ivoiriennes (hors biens exceptionnels) et 12,1% des recettes fiscales du pays. Cette forte dépendance de l'économie ivoirienne à l'agriculture rend le pays vulnérable aux fluctuations des cours mondiaux des produits agricoles et aux changements climatiques. Les ressources allouées au financement du secteur restent relativement faibles et la

question du foncier rural constitue un réel blocage à l'investissement privé dans le secteur.

Le secteur secondaire, qui comprend l'extraction minière, l'industrie agroalimentaire, les produits pétroliers et autres filières, a représenté 25,2% du PIB en 2018 comme l'indique la [Fig. 0.2](#). Les bonnes performances enregistrées par ce secteur en 2018 ont été favorisées essentiellement par les activités de construction avec les travaux de bitumage et de construction d'ouvrage tels que les stades, les échangeurs, etc. Les industries agroalimentaires et les autres industries manufacturières ont également contribué à cette performance.

Le secteur tertiaire, qui comprend les transports, les télécommunications, le commerce et autres secteurs, a depuis 2012 le poids le plus important dans la création de richesse. Il représentait 32,6% du PIB en 2018. La contribution de ce secteur au PIB reste encore faible dans la mesure où il fait face à certaines difficultés parmi lesquelles on peut citer l'insuffisance des infrastructures, le faible accès des populations aux services bancaires, le secteur du tourisme qui reste sous-développé, etc. La [Fig. 0.2](#) montre que la structure de l'économie n'a pas véritablement changé depuis 2012, indiquant ainsi que l'ambition des autorités ivoiriennes, telle qu'exprimée dans le PND 2016-2020, d'amorcer la transformation structurelle de l'économie, n'a pas encore été atteint. La transformation structurelle devrait permettre, à terme, d'accorder une place de choix au secteur privé en vue de renforcer l'inclusivité et la durabilité de la croissance conformément aux principes des Agendas 2063 de l'Union Africaine et 2030 des Nations Unies.

Fig. 0.2: Evolution du poids des secteurs en % du PIB de 2012-2018



Source : Ministère du Plan et du Développement, 2019

Malgré les performances économiques enregistrées, les indicateurs sociaux du pays demeurent encore peu satisfaisants. Le taux de pauvreté qui était estimé à 10% en 1985 s'est accrue pour atteindre 38,4% en 2002 puis 48,9% en 2008 avant d'amorcer une légère décrue pour se situer à un taux de 46,3% en 2015 (Tab. 0.1). Ce taux élevé de pauvreté s'accompagne d'une persistance des inégalités comme l'atteste d'indice de Gini qui est passé de 0,5 en 2002 à 0,405 en 2015 (INS/ENV, 2015). Les inégalités en Côte d'Ivoire ne sont pas qu'économiques, elles sont aussi géographiques. Le taux de pauvreté, en 2015, était de 56,8% en milieu rural contre 35,5% en milieu urbain (22,7% à Abidjan). Les régions du nord et du nord-ouest du pays sont également plus pauvres (plus de 60%) que celles proches du littoral au sud-ouest (moins de 40%) (Banque Mondiale, 2019b). Le Programme Social du Gouvernement (PSGouv) 2019-2020 lancé par les autorités vise précisément à accélérer le rythme de réduction de la pauvreté et à rendre la croissance économique plus inclusive, à travers des actions sociales ciblant les populations vulnérables en mettant l'accent notamment sur l'accès des populations à la santé, à l'éducation, à l'eau potable, à l'électricité ainsi qu'aux les infrastructures de base.

Tab. 0.1: Ratio de pauvreté en Côte d'Ivoire (en %)

Années	Urbain	Rural	Ensemble
1985	5	15,8	10
1993	19,4	42	32,3
1995	23,7	46,1	36,8
1998	23,4	41,8	33,6
2002	24,5	49	38,4
2008	29,5	62,5	48,9
2015	35,9	56,8	46,3

Source : INS/ENV, 2015

À l'instar de tous les pays du monde la Côte d'Ivoire, s'est engagée à réaliser les Objectifs de Développement Durable (ODD) adoptés par les Nations Unies en septembre 2015, afin que, d'ici 2030, la pauvreté soit éradiquée, la planète protégée et la prospérité assurée pour toutes et pour tous.

Sur le plan énergétique, les autorités ivoiriennes ambitionnent de faire de la Côte d'Ivoire « le premier marché énergétique de l'Afrique subsaharienne à l'horizon 2030 ». Pour ce faire, le Gouvernement s'est engagé à (i) renforcer la gouvernance du secteur de l'électricité et des hydrocarbures ; (ii) accroître les infrastructures de production et de distribution d'énergie électrique (notamment des sources alternatives) ; et (iii) mettre en place une politique d'économie et d'efficacité énergétique. Par ailleurs, cette ambition s'est opérationnalisée par la mise en œuvre de deux grands programmes énergétiques : Programme Nationale d'Electrification Rurale (PRONER) en 2013 et Programme d'Electricité Pour Tous (PEPT) en 2014. Le premier vise à électrifier tous les villages ayant plus de 500 habitants en 2020 et le second vise à lever les obstacles qui entravent l'accès effectif des ménages à l'électricité.

La mise en œuvre de ces programmes a permis à la Côte d'Ivoire d'enregistrer des performances satisfaisantes. Le taux d'accès à l'électricité en Côte d'Ivoire (le nombre de personne vivant dans des localités électrifiées) est passé de 74% en 2012 à 90 % en 2018 et le taux de couverture (le nombre de village électrifié sur le nombre total de

village) est passé de 34% en 2012 à 58% en 2018 ([Anare-CI, 2018](#)). Malgré ces évolutions favorables, le taux de desserte (pourcentage de la population ayant effectivement l'électricité) reste faible et s'établit à 44% pour la même année.

Concernant l'accès aux combustibles propres pour la cuisson, l'Enquête Niveau de Vie des populations de 2015 révèle que seule une infime partie de la population (17,42%) utilisait le Gaz de Pétrole Liquéfié (GPL) comme principale source de cuisson. La majeure partie des ménages a recouru à la biomasse traditionnelle pour satisfaire leur besoin de cuisson. La pollution intérieure issue de la combustion incomplète de cette biomasse constitue un danger pour la santé des ménages. Elle a également été responsable de près de 4 millions de décès dans le monde en 2010 ([Puzzolo et al., 2013](#)).

Le Gouvernement Ivoirien, les Organisations Non Gouvernementales ainsi que les partenaires au développement qui les accompagnent ont un rôle déterminant à jouer dans la promotion du bien-être des populations. Cependant, pour définir et mettre en œuvre des politiques adéquates, les chercheurs ont certainement un rôle important à jouer car ils doivent comprendre les comportements parfois complexes des populations et quantifier les différentes facettes du développement énergétique ainsi que ses relations avec diverses caractéristiques socio-économiques et démographiques.

La question centrale que nous abordons dans cette thèse est de savoir comment la pauvreté énergétique peut-elle être éradiquée en Afrique Subsaharienne et plus particulièrement en Côte d'Ivoire ? Cette problématique soulève les questions cruciales suivantes auxquelles la thèse cherche à répondre :

- Quel est l'état des lieux de la situation d'accès à l'énergie en Côte d'Ivoire ?
- Quel est l'étendue et l'ampleur de la pauvreté énergétique en Côte d'Ivoire et quels en sont ses déterminants ?
- Quels sont les déterminants de l'adoption du GPL comme principale source de cuisson en Côte d'Ivoire ?

- L'accès à l'électricité affecte-t-elle le niveau de la pauvreté en Côte d'Ivoire ?

Ces différentes problématiques ci-dessus citées sont complémentaires et permettent de comprendre les différents aspects de la pauvreté énergétique et sa relation avec les différentes dimensions du développement durable en Afrique Subsaharienne. L'étude de cas de la Côte d'Ivoire pourra ensuite aisément être étendue aux autres pays de la région en raison de la quasi-similarité du problème dans tous ces pays.

3 Méthodologie et outils de recherche

Il est indispensable de disposer d'une méthodologie rigoureuse et appropriée afin d'obtenir des résultats robustes. Plusieurs méthodes et outils statistiques et économétriques ont été mobilisés dans le cadre de cette thèse.

Pour analyser le secteur ivoirien de l'énergie, nous adoptons une démarche méthodologique qui privilégie la revue documentaire. Cette méthode a consisté à sélectionner et exploiter les rapports, documents de travail et travaux de recherche qui traitent du secteur de l'énergie en Côte d'Ivoire. Ces documents proviennent d'institutions nationales et internationales. Au niveau national, les principales sources documentaires sont le Ministère en charge de l'énergie, le Ministère en charge du Plan et du Développement, le Ministère de l'économie et des finances, l'Institut National de la Statistique, l'Autorité nationale de régulation du secteur de l'électricité (ANARE-CI) et la Compagnie Ivoirienne de l'Electricité (CIE). Au niveau international, les institutions internationales telles que le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD), la Banque Mondiale, le Fonds Monétaire International (FMI), l'Agence International de l'Energie (AIE), etc. ont été privilégié.

Le deuxième chapitre construit, dans une première étape, un indicateur de pauvreté énergétique multidimensionnel en se focalisant sur la privation d'accès des ménages aux services énergétiques modernes. L'objectif du calcul de cet indicateur est de quantifier l'ampleur et l'étendue de la pauvreté énergétique en Côte d'Ivoire. Cet indicateur est

composé de trois dimensions à savoir l'accès à l'électricité, l'accès au GPL et l'accès aux équipements énergétiques. Ces dimensions sont très importantes pour capter le bien-être des populations. Elles ont été choisies pour incarner au mieux les réalités socio-économiques de la Côte d'Ivoire. Dans la deuxième étape de cette analyse, nous utilisons un modèle de régression logistique pour identifier les facteurs déterminants le statut de pauvre énergétique.

Dans le but d'identifier les facteurs déterminants du choix de combustibles de cuisson, nous adoptons une technique de régression multinomiale dans le chapitre 3. Cette technique est appropriée lorsque le ménage dispose d'une variété d'options avec des caractéristiques très distinguées comme c'est le cas dans notre étude. En effet, la plupart des ménages dans notre étude ont recourt au bois de feu, au charbon de bois, au GPL et d'autres types de combustible pour satisfaire leur besoin de cuisson. Nous ne prenons pas en compte l'électricité comme combustible de cuisson car une très faible proportion (2,15%) des ménages utilisent l'électricité pour cuisiner. L'usage de l'électricité comme principale source de cuisson est souvent trop coûteux, même pour les ménages raccordés à l'électricité.

Dans le chapitre 4, nous évaluons l'effet de l'accès à l'électricité sur le niveau de pauvreté des ménages en Côte d'Ivoire. Pour ce faire, nous utilisons une technique d'estimation à information complète de système d'équations. En effet, il existe une double causalité entre l'accès à l'électricité et la pauvreté et la technique économétrique que nous appliquons permet de régler ce problème d'endogénéité entre notre variable d'intérêt et la variable expliquée. Par ailleurs, pour prendre en compte l'aspect temporel dans notre analyse, nous utilisons les quatre dernières enquêtes niveau de vie réalisées en Côte d'Ivoire en 1998, 2002, 2008 et 2015.

4 Principaux résultats, contributions et limites de nos travaux

Les travaux conduits dans le cadre de cette thèse mettent en exergue un certain nombre de contributions sur le plan empirique. Ces contributions permettront d'enrichir la littérature sur la question de la pauvreté énergétique en Afrique Subsaharienne à travers une analyse approfondie du cas de la Côte d'Ivoire. Le chapitre 1 fournit une analyse détaillée du secteur énergétique de la Côte d'Ivoire. Ce cas ivoirien est intéressant car le gouvernement implémente actuellement deux grands programmes d'électrification qui ont démarré depuis près d'une dizaine d'années. Cette étude montre que les différents programmes visant à accroître l'accès à l'énergie en Côte d'Ivoire ont permis au pays d'obtenir des résultats satisfaisants. Toutefois, des efforts supplémentaires restent à fournir si le pays veut fournir l'énergie de qualité à toute la population à l'horizon 2030. Cette étude permet de contribuer à la littérature en fournissant des éléments de compréhension de la performance globale du secteur de l'énergie indispensable à la formulation de bonnes politiques de développement. Dans le chapitre suivant, nous proposons un indicateur de pauvreté énergétique qui reflète au mieux les réalités sociales et économiques des pays d'Afrique Subsaharienne en nous basant sur le cas de la Côte d'Ivoire. Les facteurs déterminants la pauvreté énergétique sont mis en lumière par la suite. Nos résultats indiquent que près de 66% des populations en Côte d'Ivoire sont victimes de la pauvreté énergétique et les régions Nord et Ouest sont les plus touchées. Aussi, les caractéristiques socio-économiques du chef de ménage, le lieu de résidence, le pouvoir de négociation des femmes et la composition du ménage se sont révélés être les principaux déterminants de la pauvreté énergétique en Côte d'Ivoire. Il faut noter que cette étude est l'une des premières à se pencher sur l'analyse de ce phénomène dans un pays francophone d'Afrique subsaharienne, la plupart portant sur les pays anglophones comme le Nigeria et le Ghana. Le chapitre 3 contribue à cette littérature existante en élucidant les facteurs (au-delà du prix) qui déterminent le choix des principaux combustibles de cuisson dans

un pays où les ménages disposent de plusieurs alternatives en matière de combustible. Le papier intègre par ailleurs de nouveaux facteurs déterminants du choix des combustibles de cuisson des ménages tels que la distance à la sous-préfecture comme proxy de l'accessibilité et la détention d'une gazinière pour capter les coûts initiaux nécessaires pour une transition vers le GPL. Comprendre les facteurs qui guident le choix des combustibles des ménages est d'une importance vitale dans la recherche de politiques pour lutter contre les pratiques dangereuses de cuisson. Enfin, le dernier chapitre de cette thèse s'est intéressé à l'évaluation des effets de l'accès à l'électricité sur la réduction de la pauvreté dans les pays en développement en se basant sur le cas de la Côte d'Ivoire. Nos résultats indiquent que l'accès à l'électricité augmente les dépenses de consommation par habitant des ménages de 5,2% à 23,3%. Aussi, nous montrons que plus le taux régional d'accès à l'électricité est bas, plus le taux de pauvreté régional est élevé. Ces résultats contribuent à la littérature sur la lutte contre la pauvreté en Afrique Subsaharienne en indiquant que les politiques de lutte contre la pauvreté énergétique contribuent à la lutte contre la pauvreté dans la région.

La principale limite de notre recherche réside dans le manque de données de panel. En effet, l'utilisation de données en coupe transversale ne nous permet pas de saisir la dimension temporelle de la plupart des phénomènes que nous étudions. Cette limitation ne remet cependant pas en cause nos résultats car plusieurs études ont été bien réalisées avec des données similaires en Afrique Subsaharienne : au Nigéria ([Ogwumike and Ozughalu, 2015](#); [Ozughalu and Ogwumike, 2018](#)), au Ghana ([Karimu, 2015](#)) en Ethiopie ([Bekele et al., 2015](#)) entre autres.

5 Organisation de la thèse

Dans cette section, nous présentons, dans un premier lieu, un aperçu de la structure et la composition de nos travaux et dans un second temps, un bref narratif des différents chapitres est présenté. Les différents chapitres de cette thèse constituent un ensemble harmonieux d'analyses indépendantes qui gravitent autour d'un noyau, notamment le lien entre énergie et développement.

Le premier chapitre s'intéresse à l'accès des ménages à l'énergie en Côte d'Ivoire en se focalisant spécifiquement sur l'accès à l'électricité et aux combustibles de cuisson propres. Les programmes nationaux visant à promouvoir l'accès aux services énergétiques sont également examinés. L'analyse révèle que les programmes d'électrification lancés depuis 2013 par le Gouvernement ivoirien (Programme d'Electricité Pour Tous et le Programme National d'Electrification Rurale) ont été suivi d'une augmentation substantielle de l'accès à l'électricité dans le pays. Le taux d'accès (rapport entre la population des villages électrifiés et la population totale) est passé de 76% en 2013 à 90% en 2018 et le taux de desserte, c'est-à-dire le rapport du nombre de ménages ayant l'électricité et le nombre total de ménages, est passé de 25 à 44% sur la même période. S'agissant du taux d'accès au GPL, il est passé de 20% en 2010, à 23% en 2014. Cependant, beaucoup reste à faire dans le domaine de l'électrification rurale surtout dans les localités de moins de 500 habitants d'une part et dans les campements d'autres part. Aussi, le niveau d'accès au GPL reste faible en dehors du district autonome d'Abidjan. Pour atteindre l'électrification pour tous en 2025, les autorités doivent mettre l'accent sur les systèmes d'électrification décentralisée basés sur les énergies renouvelables. La conception et la mise en œuvre de « business models » est également nécessaire dans le domaine de l'accès au GPL surtout pour les populations en milieu rural.

Le chapitre 2 traite de la quantification de la pauvreté énergétique en Côte d'Ivoire. Nous exploitons l'enquête niveau de vie des populations réalisée en 2015 pour examiner l'ampleur et l'étendue de la pauvreté énergétique en Côte d'Ivoire. Un indice de pauvreté énergétique multidimensionnelle (MEPI) est calculé à cet effet. Ensuite, nous estimons un modèle économétrique pour analyser les déterminants de la pauvreté énergétique. Les résultats montrent que la pauvreté énergétique touche près de 66% de la population ivoirienne. De plus, notre analyse révèle que les caractéristiques socio-économiques du chef de ménage, le lieu de résidence, le pouvoir de négociation des femmes et la composition du ménage sont les principaux déterminants de la pauvreté énergétique en Côte d'Ivoire. Nous montrons également qu'il existe une relation entre la pauvreté énergétique et la taille des ménages. La principale implication de cette étude est que le gouvernement doit fournir plus de soutien pour améliorer l'accès des ménages à l'énergie d'une part et renforcer les politiques de lutte contre la pauvreté d'autre part. Aussi, des mesures visant à fournir une éducation de qualité et un accès des ménages au financement s'avèrent-telles nécessaires pour lutter efficacement contre la pauvreté énergétique.

Le chapitre 3 étudie les déterminants du choix du type de combustible de cuisson qu'utilise les ménages en Côte d'Ivoire. Pour cela, nous exploitons les données de l'enquête niveau de vie des populations de 2015 à l'aide d'un modèle de régression logistique multinomiale (MNL). Les résultats empiriques indiquent qu'un chef de ménage âgé, vivant en couple ou vivant dans une localité éloignée de la sous-préfecture affectent négativement le choix du gaz de pétrole liquéfié (GPL) comme principal combustible de cuisson par rapport au bois de chauffage en Côte d'Ivoire. À l'inverse, vivre en zone urbaine, vivre dans une maison moderne, le fait que le ménage soit dirigé par une femme, le fait que le chef de ménage ait un niveau de scolarité élevé, un niveau de richesse du ménage plus élevé, l'accès à l'électricité et la possession d'une cuisinière à gaz a un effet positif sur l'adoption du GPL comme principal combustible de cuisson.

Nous montrons également qu'il existe une relation non linéaire entre l'adoption par les ménages d'un combustible de cuisine propre et la taille du ménage. Nous proposons une stratégie de pénétration du GPL dans les ménages dans le cadre de politiques visant à promouvoir l'utilisation de combustibles modernes dans le pays. Pour motiver le ménage à utiliser des combustibles propres pour la cuisine, les décideurs politiques pourraient renforcer les politiques de réduction de la pauvreté, augmenter l'offre d'éducation et accroître la disponibilité du GPL dans toutes les localités du pays.

Le chapitre 4 examine l'effet de l'accès des ménages à l'électricité sur la pauvreté en Côte d'Ivoire à l'aide d'une technique d'estimation à information complète de système d'équations. Cette technique permet de tenir compte des problèmes d'endogénéité en utilisant les données des 4 dernières enquêtes de mesure du niveau de vie (1998, 2002, 2008 et 2015). Nous montrons un effet positif et significatif de l'accès à l'électricité sur la consommation par habitant des ménages. L'accès à l'électricité augmente la consommation par habitant des ménages de 5,2% à 23,3%. Les résultats soulignent également que plus le taux régional d'accès à l'électricité est bas, plus le taux de pauvreté régional est élevé. Nos résultats appellent à des politiques de lutte contre la pauvreté énergétique telles que la promotion des énergies renouvelables, l'amélioration du cadre institutionnel, l'extension de l'accès au système solaire domestique aux zones hors réseau et la mise en œuvre des mesures incitatives pour l'usage des énergies renouvelables. Nous pouvons penser à la réduction des taxes douanières et fiscales sur les équipements d'énergie renouvelable par exemple.

Bibliographie

- Anare-CI, 2018. Rapport d'activité 2018. Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire.
- Banque Mondiale, 2019a. Situation Economique en Cote d'Ivoire -AU PAYS DU CACAO comment transformer la Côte d'Ivoire (No. 138517). The World Bank.
- Banque Mondiale, 2019b. Que la Route Soit Bonne : Améliorer la Mobilité Urbaine à Abidjan (No. 133722). The World Bank.
- Bekele, G., Negatu, W., Eshete, G., 2015. Energy Poverty in Addis Ababa City, Ethiopia. *J. Econ. Sustain. Dev.* 6.
- Birol, F., 2007. Energy Economics: A Place for Energy Poverty in the Agenda?
- Bridge, B.A., Adhikari, D., Fontenla, M., 2016. Electricity, income, and quality of life. *Soc. Sci. J.* 53, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.sosci.2014.12.009>
- IEA, 2019. SDG7: Data and ProjectionsSDG7: Data and Projections.
- INS/ENV, 2015. Enquête sur le niveau de vie des populations en Côte d'Ivoire (ENV 2015).
- Karimu, A., 2015. Cooking fuel preferences among Ghanaian Households: An empirical analysis. *Energy Sustain. Dev.* 27, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2015.04.003>
- Li, K., Lloyd, B., Liang, X.-J., Wei, Y.-M., 2014. Energy poor or fuel poor: What are the differences? *Energy Policy* 68, 476–481. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.012>
- Modi, V., McDade, S., Lallement, D., Saghir, J., 2005. Energy Services for the Millennium Development Goals.
- MPD, 2019. Rapport volontaire d'examen national de la mise en œuvre des objectifs de développement durable en côte d'ivoire.
- Ogwumike, F.O., Ozughalu, U.M., 2015. Analysis of energy poverty and its implications for sustainable development in Nigeria. *Environ. Dev. Econ.* 21, 273–290. <https://doi.org/10.1017/S1355770X15000236>
- Ozughalu, U.M., Ogwumike, F.O., 2018. Extreme Energy Poverty Incidence and Determinants in Nigeria: A Multidimensional Approach. *Soc. Indic. Res.* <https://doi.org/10.1007/s11205-018-1954-8>
- Pachauri, S., Brew-Hammond, Barnes, D.F., Bouille, D., Gitonga, S., Modi, V., Prasad, G., Rath, A., Zerriff, H., 2012. Energy Access for Development. Global energy assessment – toward a sustainable future. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
- PNUD, 1997. « Energy After Rio: Prospects and Challenges »,New York, 1997.
- Puzzolo, E., Bruce, N., Stanistreet, D., 2013. Creating markets for equitable access to clean cooking.

- Reilly, J., 2015. « Energie et développement dans les pays émergents », *Revue d'économie du développement*, 2015/3 (Vol. 23), p. 19-41. DOI : 10.3917/edd.293.0019. URL : <https://www.cairn.info/revue-d-economie-du-developpement-2015-3-page-19.htm>.
- Sagar, A.D., 2005. Alleviating energy poverty for the world's poor. *Energy Policy* 33, 1367–1372. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2004.01.001>
- Sambodo, M.T., Novandra, R., 2019. The state of energy poverty in Indonesia and its impact on welfare. *Energy Policy* 132, 113–121. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.029>

Chapter 1

ACCES A L'ENERGIE EN COTE D'IVOIRE : EXAMEN DU PROBLEME ET SOLUTIONS POTENTIELLES

Résumé

Aucun pays aspirant à l'émergence économique, comme la Côte d'Ivoire, ne peut y arriver sans garantir un minimum d'accès à des services énergétiques modernes à une grande proportion de sa population. Pour y arriver, les pays doivent non seulement assurer une mobilisation et une utilisation plus efficaces des financements nationaux et externes, mais aussi l'élaborer et mettre en œuvre des politiques énergétiques innovantes. La présente étude examine l'accès des ménages ivoiriens à l'énergie moderne à l'aide d'une revue documentaire. Nos résultats révèlent que les programmes d'électrification lancés, depuis 2013, par le Gouvernement ivoirien ont permis une augmentation substantielle du niveau d'accès à l'électricité dans le pays. Le taux de desserte de l'électricité est passé de 25 à 44% de 2013 à 2018 et le taux d'accès au GPL est, quant à lui, passé de 20% en 2010, à 23% en 2014. Malgré ces résultats satisfaisants, beaucoup reste à faire dans le domaine de l'électrification rurale et de la pénétration du GPL à l'intérieur du pays. Pour relever le défi de l'électrification pour tous en 2025, les autorités doivent mettre l'accent sur les systèmes d'électrification décentralisée basés sur les énergies renouvelables. Pour améliorer le niveau d'accès au GPL, la conception et la mise en œuvre d'un modèle d'affaires « business model » visant les populations vivantes hors du district d'Abidjan s'avère également nécessaire.

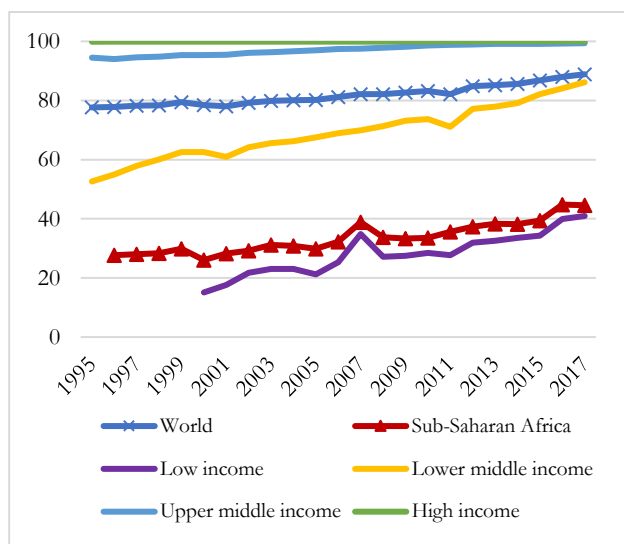
Mots clés : Accès à l'énergie, Programme d'Electricité Pour Tous (PEPT), Programme National d'Electrification Rurale (PRONER)

Codes JEL : J48, 013, Q40

1 Introduction

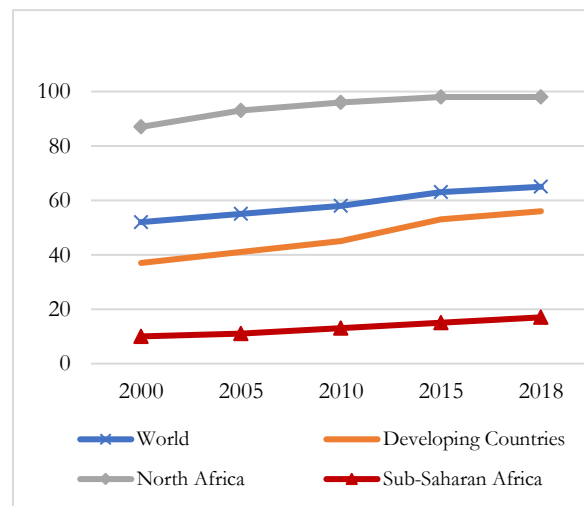
L'accès aux services énergétiques modernes a fait l'objet d'une attention particulière au niveau mondial ces dernières années en raison de son importance pour chacun des trois piliers (économique, social et environnemental) du développement durable. L'accès à l'énergie est indispensable pour tous, aussi bien pour les pays développés que pour les pays en développement. L'énergie contribue à l'amélioration des conditions de vie des ménages surtout dans les pays en développement où le taux d'accès à l'énergie reste encore faible (CNUCED, 2017). En effet, même si l'accès à l'électricité connaît une lente amélioration, seulement 40, 57% de la population en Afrique Subsaharienne avait accès à l'électricité en 2017, bien moins que toutes les autres régions (Fig. 1.1). Plus de 600 millions de personnes en Afrique vivent sans électricité et plus de 80% d'entre eux résident dans les zones rurales.

Fig. 1.1: Accès à l'électricité (en%)



Source : Auteur à partir des données de la Banque Mondiale

Fig. 1.2: Accès au combustible de cuisson



Source : Auteur à partir des données de l'IEA, World Energy Outlook-2019

Par ailleurs, la situation d'accès aux combustibles de cuisson modernes demeure largement en dessous du niveau mondial et des pays en développement. En 2018, quelque 848 millions de personnes avaient encore recouru à la biomasse traditionnelle pour satisfaire leur besoin de cuisson. Seulement 17% des Africains au Sud du Sahara avaient accès aux combustibles modernes de cuisson contre 98% en Afrique du Nord (Fig. 1.2). Le type de combustible utilisé par les ménages est un des critères dominants pour définir à la fois le niveau et le mode de vie des populations.

La pauvreté énergétique dans les pays en développement se définit comme l'absence de choix suffisants permettant un accès à des services énergétiques adéquats, abordables, fiables, efficaces et durables en termes environnementaux en vue de soutenir le développement économique et humain (Reddy, 2000). Se manifestant par un manque d'accès à l'électricité et de combustibles de cuisson non polluants pour la cuisson, la pauvreté énergétique a un impact négatif sur la santé des ménages surtout des femmes et des enfants (Smith et al., 2012). Selon l'Organisation Mondiale de la santé, environ 4,3 millions de personnes meurent chaque année pour des raisons de pollutions intérieures dues à l'utilisation de combustibles inefficaces pour la cuisson (WHO, 2014). Elle impacte négativement la productivité des ménages car, en l'absence d'éclairage, ceux-ci ne peuvent pas travailler une fois la nuit tombée. De surcroît, l'absence d'éclairage public constitue une véritable source d'insécurité pour les habitants des localités non électrifiées. Par ailleurs, les populations victimes de ce type de pauvreté font face à d'énormes difficultés telles que les délestages, l'incapacité de se connecter au réseau électrique ou de payer leur facture d'électricité, sans oublier les difficultés liées à l'approvisionnement en gaz butane, etc.

Afin de lutter efficacement contre la pauvreté énergétique, plusieurs initiatives ont été prises aussi bien au niveau international que local.

Au niveau international, l'Assemblée Générale de l'Organisation des Nations Unies a proclamé l'année 2012 comme l'Année internationale de l'énergie durable pour tous (SEE4ALL)⁴. Cette initiative a pour objectif d'assurer un accès universel aux services énergétiques modernes, de doubler la part des énergies renouvelables dans le bouquet énergétique et de doubler le taux global de l'amélioration de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030.

Les objectifs du SE4ALL ont été repris dans le plan régional par la commission de la CEDEAO à travers son Centre des Energies Renouvelables et de l'Efficacité Energétique (CEREEC). A travers ce plan, les autorités ouest-africaines affichent leur volonté d'impulser l'accès à l'énergie durable pour tous au rang des priorités régionales. C'est dans ce cadre que les Etats Ouest Africains, à travers le « livre blanc » de la CEDEAO pour une politique régionale visant à accroître l'accès aux services énergétiques dans les zones périurbaines et rurales, ont décidé de coordonner leurs politiques avec pour objectif d'« *Accroître l'accès aux services énergétiques des populations rurales et périurbaines, afin de permettre à l'horizon 2015, au moins à la moitié de la population en milieu rural et périurbain d'accéder aux services énergétiques modernes* »⁵.

Toutefois, la croissance démographique rapide dans la zone ouest-Africaine ainsi que la nécessité de développement économique posent des problèmes de fourniture d'énergie pour la satisfaction des besoins croissants des ménages et des entreprises. Aussi, l'augmentation du nombre de personne appartenant à la classe moyenne fait apparaître de nouveaux besoins énergétiques. La pression sur la biomasse en Afrique de l'ouest s'explique également par la forte urbanisation dans la sous-région. En effet, le charbon

⁴Sustainable Energy for All.

⁵Communauté économique des États de l'Afrique de l'Ouest : Bénin, Burkina, Côte d'Ivoire, Gambie, Ghana, Guinée, Guinée-Bissau, Liberia, Mali, Niger, Nigeria, Sénégal, Sierra Leone, Togo.

de bois demeure le principal combustible de cuisson pour une grande partie des citoyens car il est plus facile à conserver et à transporter. Bien que procurant des revenus aux acteurs de la filière (charbonniers, transporteurs, détaillants), ces activités relèvent du secteur informel et donc difficiles à contrôler. L'exode rural, au-delà de la faiblesse des revenus dans le milieu rural, pourrait s'expliquer par les mauvaises conditions de logement dans ce milieu. L'accès aux services énergétiques pourrait améliorer les conditions en milieu rural et freiner ainsi le déplacement massif des bras valides vers les villes. La forte demande d'énergie occasionnée par les facteurs susmentionnés génère une pression sur les ressources forestières dans la région.

Malgré toutes les mesures prises par les Gouvernements pour sauvegarder le patrimoine forestier menacé par une surexploitation due essentiellement à la pression démographique, à l'agriculture extensive, à l'urbanisation et à l'exploitation des ressources énergétiques, le recul du couvert forestier reste spectaculaire et irréversible. En milieu rural, les paysans fournissent de plus en plus d'efforts pour la collecte de bois nécessaire à la satisfaction de leur besoin (cuisson des aliments, chauffage d'eau, chauffage des habitations). Pour ces derniers, la crise énergétique se manifeste par une augmentation de la fatigue humaine car ils sont obligés de parcourir des distances plus longues pour collecter le bois de feu.

La Côte d'Ivoire n'est pas en marge de ce constat. Pays à revenu intermédiaire, elle est peuplée d'un peu plus de 22,6 millions d'habitants. 49,7% de cette population vit dans les zones rurales où la majorité des populations utilisent la biomasse traditionnelle pour la cuisson ([RGPH, 2014](#)). Par ailleurs, le pays connaît une croissance économique soutenue depuis la fin de la crise post-électorale de 2011. Le pays a réalisé un taux de croissance moyenne annuelle de 9% sur la période 2012-2016, avec un pic de 10,1 % en 2012 ([CEA, 2017](#)). Cette croissance économique s'explique par la mise en œuvre de nombreuses réformes macroéconomiques et structurelles qui ont favorisé l'accès de la

Côte d'Ivoire aux marchés financiers internationaux. Des réformes notables dont le nouveau code des investissements et la réforme des finances publiques ont considérablement amélioré le climat des affaires dans le pays et sa compétitivité internationale, comme en témoignent les indices mondiaux de compétitivité du Forum économique mondial ([Forum économique mondial, 2016](#)). Les autorités ivoiriennes ambitionnent de propulser le pays au rang des pays émergents. En vue d'atteindre cet objectif, le pays a mis en œuvre un nouveau Plan National de Développement (PND) 2016-2020 après celui de 2012-2015. La problématique de l'accès à l'énergie occupe une place importante dans la marche de la Côte d'Ivoire vers l'émergence. L'objectif de l'Etat, dans ce secteur, se manifeste par le souhait de faire du pays la plaque tournante dans les échanges d'énergie (hub énergétique) au niveau de la sous-région et d'améliorer l'accès des ménages à l'électricité de qualité sur l'ensemble du territoire national. A travers sa stratégie nationale d'énergie, l'Etat ambitionne de porter la capacité de production d'énergie nationale à 4000 MW en 2020 alors celle-ci était de 2172 MW en 2018 et entend par ailleurs valoriser son potentiel hydraulique ([Anare-CI, 2018](#)).

La présente étude présente les programmes nationaux visant à promouvoir l'accès aux services énergétiques en Côte d'Ivoire, en mettant l'accent sur l'accès des ménages à l'électricité et aux combustibles de cuisson propres. De façon spécifique, cette étude vise à faire un état des lieux de l'accès à l'énergie en Côte d'Ivoire, à analyser les goulots d'étranglement et à proposer des potentielles solutions en vue d'améliorer le niveau d'accès des ménages aux services énergétiques dans le pays.

La suite de l'étude s'articulera autour de six sections. La section 2 passe en revue la notion d'accès à l'énergie. Les sections 3 et 4 se focalisent respectivement sur l'accès à l'électricité et aux combustibles de cuisson propres en Côte d'Ivoire. La section 5 met en évidence les principaux obstacles à l'accès à l'énergie. La section 6 présente des

recommandations de politiques énergétiques aux décideurs et la section 7 est réservée à la conclusion.

2 Accès à l'énergie : définition

L'« accès à l'énergie » n'a pas de définition universellement acceptée. Ainsi, le terme « accès à l'énergie » est utilisé pour désigner « la capacité d'utiliser l'énergie », notamment l'électricité, le GPL, le charbon ou toutes les autres formes d'énergie ([Brew-Hammond, 2010](#)). Selon une étude de la Banque Mondiale, l'accès à l'énergie au niveau des ménages est la quantité d'énergie nécessaire pour satisfaire six besoins fondamentaux à savoir l'éclairage, la conservation des aliments, le loisir et la communication, la cuisson et le chauffage de l'eau, le développement des activités ainsi que la climatisation et le chauffage de locaux ([Tenenbaum et al., 2014](#)).

Dans certaines définitions de l'accès à l'énergie, l'accent est plutôt mis sur l'« accès aux services énergétiques ». Selon cette approche, l'accès à l'énergie doit permettre d'améliorer l'usage des services tels que l'éclairage, la cuisine, le chauffage et l'énergie motrice pour les populations des pays en développement ([AGECC, 2010](#)). [Pachauri et al. \(2012\)](#) définissent l'accès universel à l'énergie moderne comme « la disponibilité de l'électricité et des moyens d'utilisation de l'énergie moderne ainsi que des dispositifs d'utilisation finale améliorés tels que les cuisinières à des prix abordables pour tous ».

D'autres définitions se focalisent sur les besoins énergétiques. C'est le cas de l'ONG internationale [Practical action \(2014\)](#) qui a développé le concept d'accès total à l'énergie, qu'elle définit comme : « l'utilisation minimale des services énergétiques répondant aux besoins, au souhait et à l'attente légitime des gens. On y trouve entre autres les services d'éclairage, de cuisson, d'eau chaude, de chauffage, de réfrigération et des technologies de l'information et de la communication ».

Au-delà de ces définitions, la plus grande ambiguïté se situe autour du terme de l'accès à l'électricité car ce concept est souvent utilisé par la Banque Mondiale pour désigner le pourcentage de la population disposant d'un accès à l'électricité. Il est également utilisé pour désigner les ménages qui ont accès au réseau électrique national. Dans ce dernier cas, il s'agit de la proportion de localités couvertes par le réseau électrique national. L'accès à l'électricité désigne parfois la disponibilité de l'électricité dans des localités non couvertes par le réseau. Dans ce cas, l'électricité est fournie par les sources d'électricité décentralisées (pétrole ou générateurs), ou par des dispositifs d'énergies renouvelables comme l'énergie solaire ou la biomasse ([Brew-Hammond, 2010](#)).

Aussi le terme « moderne » intervient dans le discours de l'accès à l'énergie pour faire la différence entre les formes traditionnelles d'énergie (bois de feu, le charbon de bois, les résidus agricoles) et les formes commerciales (GPL, électricité). Le terme « moderne » fait également allusion à la technologie utilisée. L'usage de gazinières est considéré moderne par rapport à l'usage des trois pierres dans le domaine de la cuisson.

L'accès à l'énergie peut être défini comme la capacité des ménages à obtenir des services énergétiques modernes. Dans ces conditions, l'accès sera fonction de la disponibilité et du coût de l'énergie. L'énergie sera considérée comme disponible si le ménage a la possibilité de se connecter au réseau et à des coûts abordables. Un coût de connexion au réseau trop élevé décourage les ménages à adopter les énergies modernes même si celles-ci sont disponibles ([Ranjit and O'Sullivan, 2002](#)).

Deux dimensions essentielles sont retenues pour définir l'accès à l'énergie des ménages dans cette étude. Il s'agit :

- 1) de l'accès à l'électricité, mesuré comme le pourcentage de personnes qui ont une connexion électrique dans leur domicile ;

- 2) de l'accès à l'énergie moderne pour la cuisson, mesuré comme le pourcentage de personnes qui utilisent l'électricité, les combustibles liquides ou les combustibles gazeux comme combustible principal pour satisfaire leurs besoins de cuisson.

Ces dimensions sont conformes aux deux premières composantes du Programme National d'Investissement pour l'Accès aux Services Energétiques (PNIASE) » sur la période 2013-2015 que le Gouvernement ivoirien a élaboré et adopté avec l'appui de la CEDEAO.

3 L'accès à l'électricité en Côte d'Ivoire

Dans cette section, nous ferons l'historique de l'évolution du cadre légal et institutionnel du secteur de l'électricité ivoirien avant de présenter les différents acteurs qui le composent. Ensuite, un état des lieux de la situation d'accès à l'énergie sera fait. Enfin, les stratégies et politiques énergétiques menées par l'Etat seront exposées.

3.1 Evolution du cadre légal et institutionnel

La production d'électricité en Côte d'Ivoire est relativement récente puisqu'elle débute en 1945 par la mise en service de deux centrales thermiques installées à Grand Bassam et à Abidjan. C'est à partir de 1952 que le secteur connaît un développement rapide avec la création de l'Energie Electrique de Côte d'Ivoire (EECI) et la mise en service de la centrale thermique d'Abidjan. Cette société d'économie mixte détenait, non seulement, le monopole de la gestion de la production, du transport et de la distribution de l'électricité en Côte d'Ivoire mais elle s'occupait également de l'accroissement des capacités de production, de l'extension du réseau et de l'électrification rurale (Meleu, 2002; N'Gbo, 2009).

Le secteur verra également la mise en service de deux barrages hydro-électriques sur le fleuve dénommé la « Bia ». Il s'agit d'Ayamé I (20 MW) et d'Ayamé II (30 MW) entrés en production en 1959 et 1966 respectivement. Dans la même dynamique, l'intérieur du pays est doté de moyens de production d'électricité avec l'installation d'une centrale thermique, en 1954, à Bouaké et à partir de 1957 dans les villes moyennes comme Daloa, Man, Agboville, etc. A la veille de l'indépendance, ne possédant pas de ressources pétrolières, le pays s'est rapidement orienté vers l'exploitation de ses ressources hydroélectriques car disposant d'un bon potentiel dans ce domaine. Le réseau hydrographique de la Côte d'Ivoire comprend cinq bassins principaux : la Bia, le Comoé, le Bandama, le Sassandra et la Cavally. Les chocs pétroliers ont conforté les autorités ivoiriennes dans leur choix en faveur de l'hydraulique.

Toutefois, la structure du secteur énergétique ivoirien connaîtra un véritable changement dans les années 1980. En effet, la grande sécheresse qu'a connue le pays en 1983 et 1984 a entraîné une chute de la production d'électricité qui était essentiellement hydraulique (90% de la production totale). Pour remédier à ce problème, il a été indispensable de rééquilibrer le mix-énergétique en installant dans l'urgence quatre turbines à Vridi d'une capacité de 100 MW alimentées au gaz naturel (Girod, 1994). Cette décision entraînera une augmentation du coût de production de l'électricité occasionnant ainsi un déficit de trésorerie de l'EECI jusqu'en 1990 (Traoré, 2013).

La conjoncture internationale et nationale défavorables des années 1980 caractérisée par la baisse des cours des matières premières et la crise de l'endettement entraînera une dégradation du rendement du réseau de l'électricité en Côte d'Ivoire avec des pertes considérables. Cet environnement hostile aura des impacts négatifs sur les activités de l'EECI qui se manifesteront par des résultats financiers déficitaires dus essentiellement à des faibles taux de recouvrement des factures d'électricité. Dans ce contexte difficile

et après plusieurs tentatives de redressement de la société, l'Etat procèdera à la première grande restructuration du secteur de l'énergie.

La restructuration du secteur énergétique intervenue en 1990 fait apparaître des opérateurs privés. En effet, la loi n° 85-583 du 29 juillet 1985 qui a régi le secteur jusqu'en 2014 stipulait que le transport et la distribution de l'électricité sur l'ensemble du territoire ainsi que son importation et son exportation constituaient un monopole d'Etat. Toutefois, l'Etat peut concéder ces activités à un ou plusieurs opérateurs qui devront exercer cette fonction de service public (Meleu, 2002). Le segment de la production d'électricité n'est, quant à lui, plus un monopole d'Etat.

C'est dans ce contexte que le 25 octobre 1990, l'Etat a concédé la gestion du service public de production, de transport, de distribution et de l'exportation d'électricité à une entreprise privée : la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE), à travers un contrat d'affermage⁶ de 15 ans qui a été renouvelé jusqu'en 2020. Cette entreprise est détenue majoritairement par SAUR une filiale de Bouygues à 65% et par EDF à 35%. Après cette restructuration, l'EECI restera en charge de la gestion du patrimoine de l'Etat et l'on assistera à la création du Fonds National de l'Energie Electrique (FNEE) en 1994 pour assurer la gestion équilibrée du secteur. Le Bureau National d'Etudes Techniques et de Développement (BNETD), quant à lui, se chargera de l'identification des objectifs et des investissements nécessaires au développement du secteur de l'électricité.

Un contrat d'achat d'énergie (Power Purchase Agreement) assorti d'une clause « Take or Pay » garantit le marché pour la vente de l'électricité produite par les

⁶ L'affermage est un type de contrat dans lequel l'État, ancien opérateur et propriétaire des ouvrages, concède à un opérateur privé, l'exploitation de ses ouvrages. L'opérateur privé, communément appelé concessionnaire, est responsable de l'exploitation aux conditions prévues par le « règlement du service concédé ».

producteurs indépendants d'électricité assuré en Côte d'Ivoire⁷. Cette clause entraîne une faible pression concurrentielle sur les producteurs d'électricité et une faible efficacité de la production (N'Gbo, 2009).

En 1994, la demande d'énergie augmente considérablement à la suite de la relance économique du pays après la dévaluation du Franc CFA. La hausse de la demande qui s'ensuit pousse l'Etat à recourir à des producteurs indépendants d'électricité pour se prémunir du risque de délestage. C'est dans ce contexte que l'Etat concèdera à la Compagnie Ivoirienne de Production d'Electricité (CIPREL), le 20 juillet 1994, la construction, l'exploitation et le transfert de propriété d'une centrale à gaz de 200 MW. La production d'origine thermique en Côte d'Ivoire devient de plus en plus importante avec la découverte des gisements de gaz naturel « Lion » et « Panthère » en 1993-1994. Les investissements de l'Etat dans les centrales à gaz, en vue de faire face à la demande croissante d'électricité, se sont poursuivis avec la signature, en septembre 1997, d'une convention de concession avec l'entreprise AZITO Energie pour le développement d'une centrale thermique de 300 MW.

La crise militaro-politique qu'a connue le pays à partir de septembre 2002 a entraîné des difficultés de recouvrement des factures d'électricité dans les zones Centre-Nord-Ouest (CNO) conduisant à la faiblesse des investissements et l'entretien des équipements dans le secteur. Cette situation a été accentuée par le grand délestage de février 2010 dû à une panne sur le groupe thermique numéro 2 d'AZITO qui produit 150 MW. Ces différentes difficultés rencontrées ont eu pour conséquence l'atteinte d'un Temps Moyen de Coupure record de 379 heures 30 minutes en 2010 (ANARE, 2015). Pour faire face à ce déficit chronique de production d'électricité, l'Etat signe, en 2010,

⁷ « Take or Pay » est une clause qui garantit aux producteurs d'électricité un paiement compensatoire annuel, durant toute la durée du contrat, pour la quantité d'énergie électrique spécifiée dans le contrat et fournie à l'entreprise de réseau. Elle élimine ainsi le risque de débouché et assure la crédibilité de l'engagement de l'Etat.

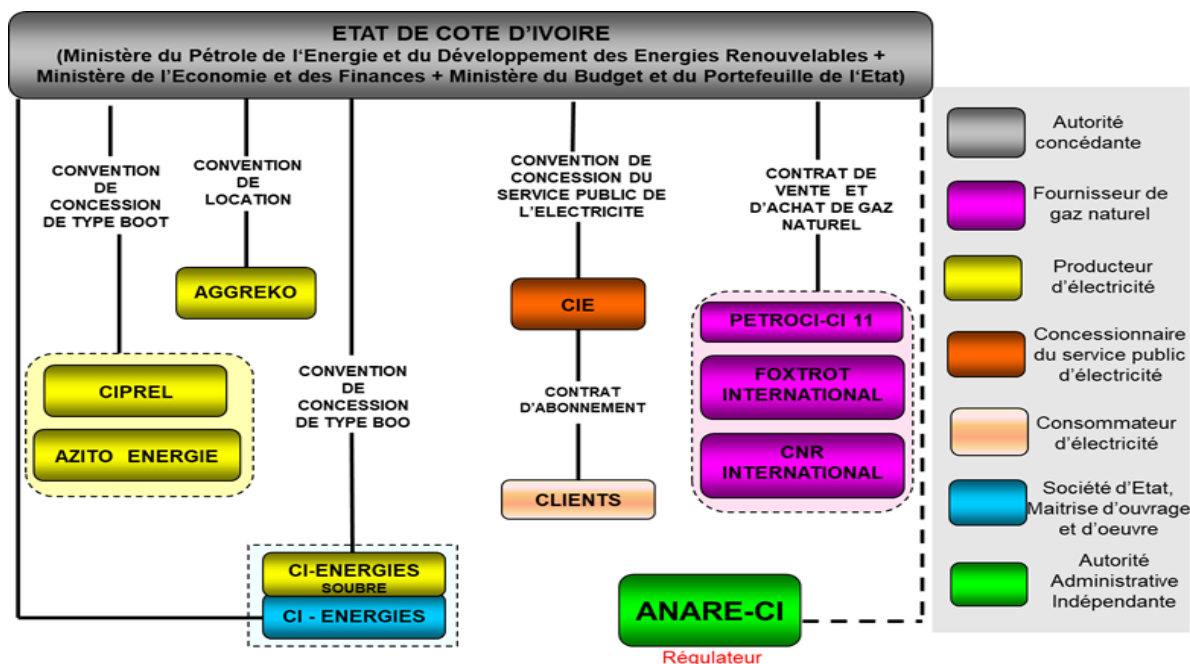
une convention avec la société AGGREKO pour la location et l'exploitation d'une centrale à gaz de 70 MW. Cette convention a été établie pour deux ans en janvier 2012 pour une capacité de 100 MW puis en juillet 2013 pour une capacité étendue de 200 MW.

Le troisième temps fort de la vie du secteur a été marqué par l'adoption d'un nouveau code d'électricité avec la loi n°2014-132 du 24 mars 2014 abrogeant la loi numéro 85-583 du 29 juillet 1985. Ce nouveau code permet notamment une ouverture des différents segments du secteur de l'électricité. Ce code prévoit également des mesures visant à encourager l'investissement privé des producteurs indépendants par la possibilité de modification de la tarification de l'électricité. Les prix de l'électricité devront tenir compte dorénavant des coûts, des charges et des profits envisagés résultant des obligations de service public dans le secteur de l'électricité ainsi que de l'équilibre financier des opérateurs et de leur retour sur investissement.

3.2 Acteurs du secteur

Le secteur de l'électricité ivoirien est placé sous la tutelle de trois ministères : le ministère en charge du pétrole et l'énergie, le Ministère en charge l'économie et des finances et le ministère en charge en du budget.

Fig. 1.3: Résumé du cadre institutionnel du secteur ivoirien de l'électricité



Source : ANARE-CI

Outre ces ministères de tutelle, cinq grands acteurs animent le secteur de l'énergie ivoirien. Il s'agit des sociétés délégataires du pouvoir de l'Etat, de la Compagnie Ivoirienne de l'Electricité (CIE), des Producteurs Indépendants d'Electricité (PIE), les producteurs de gaz naturel et les clients. Les liens hiérarchico-fonctionnels entre ces différentes structures sont présentés par la Fig. 1.3 ci-dessus.

Deux entités du secteur de l'électricité ivoirien bénéficient de la délégation du pouvoir d'Etat. Il s'agit de la société des Energies de Côte d'Ivoire (CI-ENERGIE) et de l'Autorité Nationale de Régulation du secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire (ANARE-CI).

- La première, CI-ENERGIES, se charge de la gestion du patrimoine de l'État dans le secteur de l'électricité, du suivi des flux financiers et des flux énergétiques ainsi que de la maîtrise d'œuvre des travaux d'investissement de l'État ;

- La seconde, ANARE CI, est chargée de la régulation du secteur de l'électricité en Côte d'Ivoire. La régulation sectorielle, définie par [Bacache-Beauvallet and Perrot \(2017\)](#), comme « le contrôle du pouvoir du marché ». Elle « ne doit être utilisée à des fins autres qu'économique ». Par ailleurs, le régulateur préserve les intérêts du consommateur en organisant le marché sur lequel un opérateur est dominant, ou lorsque les coûts fixes limitent la concurrence. C'est pour répondre à ces défaillances du marché que l'ANARE CI a été créé et s'est vu confier les missions suivantes : (i) contrôler le respect des lois et règlements ainsi que les obligations résultant des autorisations en vigueur dans le secteur de l'électricité, (ii) préserver les intérêts des usagers du service public d'électricité et protéger leurs droits, (iii) proposer à l'Etat des tarifs applicables dans le secteur de l'électricité, y compris des tarifs de l'accès au réseau, (iv) régler les litiges dans le secteur de l'électricité et (v) conseiller et assister l'Etat en matière de régulation du secteur de l'électricité.

Un autre acteur incontournable du secteur est la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE) qui a en charge l'exploitation des biens publics du secteur de l'électricité servant à la production, au transport, à l'importation, à l'exportation et à la distribution de l'électricité en vue du service aux clients.

Les autres acteurs sont les suivants :

- les Producteurs Indépendants d'Électricité (PIE) : la Compagnie Ivoirienne de Production d'Électricité (CIPREL), la société Azito-Énergie et la société AGGREKO ;
- les Producteurs de gaz naturel : la société Petroci CI 11, la société Foxtrot et la société Canadian Natural Resources (CNR) ; et
- les Clients, composés des clients au tarif national et de ceux à l'export.

3.3 Accès à l'électricité en Côte d'Ivoire : Etat des lieux

3.3.1 Les équipements de production d'électricité en Côte d'Ivoire

Les autorités ivoiriennes ambitionnent de doubler la capacité de production du pays pour atteindre 4000 MW en 2020. A cet égard, le pays dispose d'un parc de production composé de sept barrages et de quatre centrales thermiques.

Dès son accession à l'indépendance en 1960, la Côte d'Ivoire a entrepris d'investir dans les barrages hydroélectriques. Six des sept barrages hydroélectriques ont été mis en service entre 1959 et 1983 comme l'indique le [Tab. 1.1](#) ci-dessous.

Les autorités recommencent à investir dans les barrages hydroélectriques trente-quatre ans après avoir abandonné la production d'énergie hydraulique au profit de l'énergie thermique. La discontinuité dans le domaine de l'hydroélectricité pourrait s'expliquer par le fait que les investissements initiaux de tels projets sont énormes quand bien même ces investissements reviennent moins chers à long terme. Toutefois, l'Etat commence à réinvestir dans l'hydroélectricité en vue de tenir son engagement international de réduction de 28% des gaz à effet de serre d'ici 2030 conformément aux accords de la COP 21. Cette volonté de l'Etat se manifeste par la construction et l'exploitation du barrage hydroélectrique de SOUBRE, en 2017, avec une puissance installée de 275 MW.

Tab. 1.1: Les barrages hydroélectriques de Côte d'Ivoire

Barrages hydroélectriques (fleuve)	Année de Mise en service	Puissance installée (MW)
ANYAME 1 (la Bia)	1959	20
ANYAME 2 (la Bia)	1965	30
KOSSOU (le Bandama)	1972	174
TAABO (le Bandama et l'aval de Kossou)	1979	210
BUYO (le Sassandra)	1980	165
GRAH ou FAYE (Rapides de Grah)	1983	5
SOUBRE (le Sassandra)	2017	275
TOTAL	-	879

Source : CI-Energie, statistiques électriques 2017

Plusieurs autres projets prioritaires d'hydroélectricité sont prévus dans le PND (2016-2020). Il s'agit entre autres du projet concernant l'aménagement et l'exploitation du barrage hydroélectrique de Singrobo (44 MW), la construction et l'exploitation des barrages de Grigbo-Popoli (112 MW), de Boutoubré (157 MW) et de Louga (280 MW) sur le fleuve Sassandra et la construction et l'exploitation des barrages d'Aboisso, Daboitié, Tiassalé, Tayaboui, Gao, Koulikoro et Tiboto.

Bien que le nombre de centrales thermiques soit déjà important, les autorités continuent d'investir dans ce domaine ainsi que dans l'approvisionnement en Gaz Naturel Liquéfié (GNL). Ce désir d'investissement est exprimé dans le PND 2016-2020. Il s'agit de la construction et de l'exploitation des centrales thermiques à cycle combiné de Bassam et d'Abbata ou de Songon, de l'acquisition et l'exploitation d'un navire usine pour le stockage et la gazéification de gaz importé et de la construction du gazoduc Est, en vue d'acheminer le gaz naturel provenant du Ghana vers les centrales thermiques et les industries.

Tab. 1.2: Les différentes centrales thermiques en Côte d'Ivoire

CENTRALES THERMIQUES	Année de mise en service	Puissance installée (GW)
VRIDI TAG	1984	100
CIPREL 1	1995	105
CIPREL 2	1998	115
AZITO 1	1999	148
AZITO 2	2000	148
CIPREL 3	2009	115
AGGREKO 1	2010	74
AGGREKO 2	2012	37
CIPREL 4	2013	115
AGGREKO 3	2013	99
CIPREL TAV	2015	119
AZITO TAV	2015	145
TOTAL	-	1320

Source : CI-Energie, statistiques électriques 2017

La puissance installée du pays était de 2 199 MW à fin 2017 avec 55% de cette offre mise en œuvre par des IPP (Producteurs privés d'électricité) et 40% d'énergie hydroélectrique.

Le mix énergétique de la Côte d'Ivoire est toujours en faveur de l'énergie thermique, avec une puissance installée de 1320 GWh comme le montre le [Tab. 1.2](#).

Aussi, le programme de renforcement des capacités de production thermique se poursuit, en rapport avec la croissance de la demande. Les nouvelles centrales thermiques sont entre autres : Azito optimisation (30 MW), Azito 4 (253 MW) et Ciprel 5 (390 MW).

3.3.2 Le marché de l'électricité

- L'offre d'électricité

Le [Tab. 1.3](#) indique l'évolution de la production nette sur le réseau, en GWh. La production d'électricité est passée de 6905,85 GWh en 2012 à 9997,2 GWh en 2018 soit une progression de 515,22 GWh par an.

Cette production est essentiellement assurée par l'énergie thermique (70,37% en 2018) quand bien même les autorités essaient de rétablir l'équilibre du mix énergétique en augmentant la part des énergies renouvelables.

L'augmentation de la production hydraulique est passée de 1516,50 GWh en 2016 à 2962.76 GWh en 2018 consécutive à la mise en service du barrage de Soubré avec une production de 626 GWh en 2017 et 1317,5 GWh en 2018.

Tab. 1.3: Evolution de la production nette sur le réseau (en GWH)

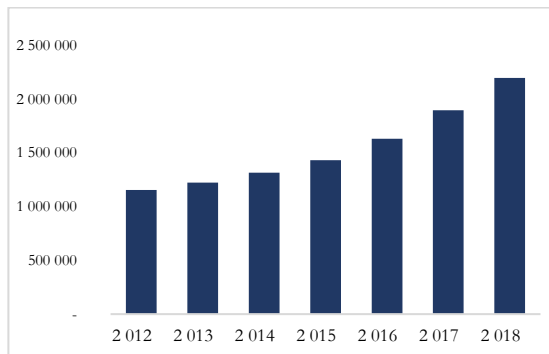
Rubriques	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Production hydraulique	1777,45	1593,86	1900,94	1340,19	1516,50	2030,23	2962,76
Part de la production hydraulique (%)	25,74	35,18	23,28	15,72	15,26	20,71	29,63
<i>dont CIE</i>	1777,45	1593,86	1900,94	1340,19	1516,50	1404,24	1645,26
<i>dont SOUBRE</i>	-	-	-	-	-	625,99	1317,5
Production thermique + SIR + AGGREKKO	5118,91	2924,63	6251,46	7177,68	8414,63	7765,90	7034,44
Part de la production thermique(%)	74,12	64,56	76,56	84,17	84,66	79,22	70,37
Centrales Isolées & Automatiques	9,49	11,74	13,20	10,08	7,68	7,33	7,4
Part centrales isolées & Automatiques (%)	0,14	0,26	0,16	0,12	0,08	0,07	0,07
Total	6905,85	4530,23	8165,60	8527,95	9938,81	9803,46	9997,2

Source : Auteur à partir des données de la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE, 2018)

- La demande d'électricité

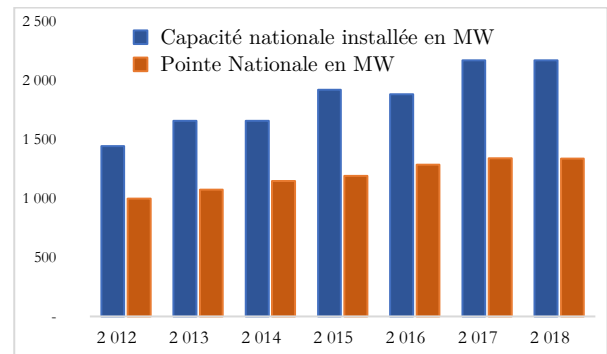
Le nombre des abonnés à l'électricité à haute et basse tension a quasiment doublé entre 2012 et 2018, passant de 1 154 067 à 2 196 725 abonnés sur la période. Au cours de l'année 2018, les abonnés de l'électricité à basse tension s'élèvent à 2 191 290. Ce nombre est en hausse de 16% par rapport à l'année 2017. S'agissant des abonnés haute tension, le nombre s'établit à 5 435 en 2018, en augmentation de 6% par rapport à 2017. La Fig. 1.4 indique l'évolution du nombre d'abonnés à l'énergie électrique de 2012 à 2018.

Fig. 1.4: Nombre d'abonnés à l'énergie électrique



Source : Auteur à partir des données de l'Anare-CI

Fig. 1.5: Évolution annuelle de la capacité installée et de la pointe de consommation brute



Source : Auteur à partir des données de CI-Energie

La Côte d'Ivoire produit plus d'électricité qu'elle n'en consomme comme l'indique la Fig. 1.5. En 2018, la pointe nationale de la consommation a atteint 1338 MW alors que la capacité installée était de 2172 MW, soit un excédent de 834 MW. Sur la période 2012 à 2018, la capacité installée a toujours excédé la demande nationale d'en moyenne 756,66 MW par an. Le surplus de production est exporté dans les pays de la sous-région ouest africaine.

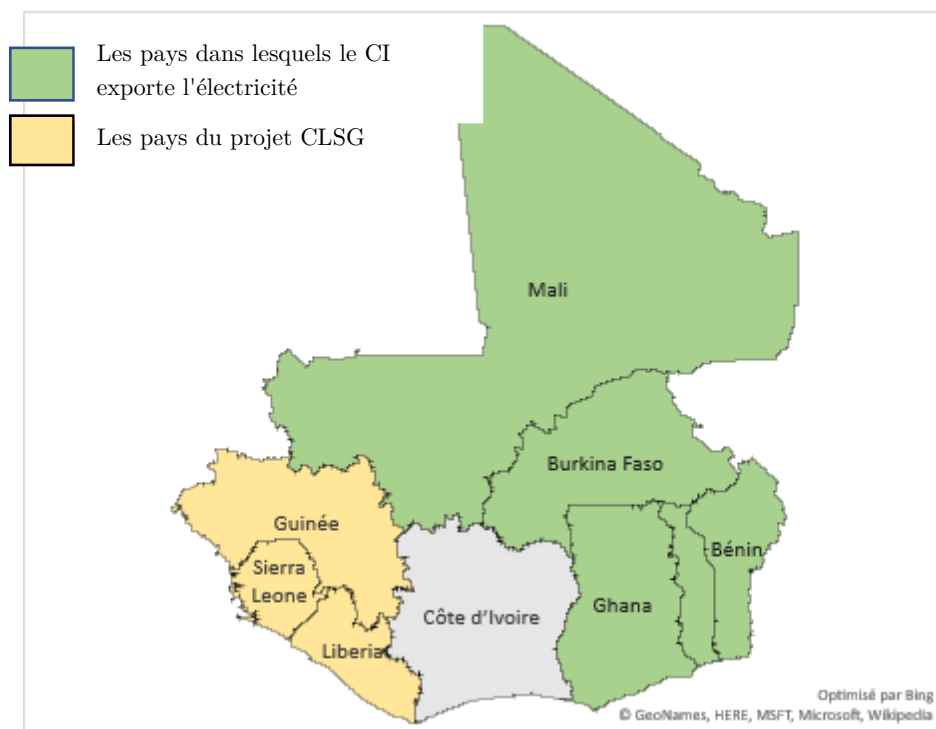
- L'échange d'électricité

Le recours aux producteurs indépendants d'électricité a permis à la Côte d'Ivoire de disposer non seulement d'une quantité suffisante d'énergie électrique en vue de faire face à l'accroissement de la demande nationale mais également de positionner le pays comme exportateur net d'électricité parmi les pays de la sous-région ouest africaine. Elle fournit ainsi de l'électricité au Ghana, au Burkina Faso, au Benin, au Togo et au Mali (CI-ENERGIES, 2013). Des projets d'interconnexion avec la Guinée, la Sierra Léone et le Libéria (CLSG) sont en cours de réalisation dans le cadre du West African Power Pool (WAPP), une initiative de la Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO) visant la libéralisation du marché de l'énergie en Afrique de l'ouest. A cet effet, la [Fig. 1.6](#) indique les pays bénéficiaires des exportations d'électricité ivoirienne.

En 2018, la Côte d'Ivoire a exporté 1078 GWh vers les pays de la sous-région. Cette quantité exportée est répartie entre le Burkina Faso (52%), le Ghana (5,8%), le Mali (41,2%), le Libéria (0,9%) et le Benin et le Togo (0%). Toutefois, les exportations sont en baisse de 12% par rapport à 2017 (1225 GWh), en raison de la suspension des exportations vers le Ghana, le Togo/Benin depuis le mois de juillet 2017, à leur demande ([CIE, 2018](#)).

Les échanges d'électricité dans la sous-région sont rendus possibles grâce au réseau interconnecté qui permet d'assurer la sécurité de l'approvisionnement dans les pays bénéficiant de l'interconnexion. En ce qui concerne l'énergie thermique, le réseau interconnecté entre la Côte d'Ivoire et le Mali a permis la baisse du coût de production de l'électricité de 86 à 45 FCFA/kWh en raison de l'économie d'échelle réalisée dans le secteur ([Vanie and Kouassi, 2012](#)).

Fig. 1.6: Exportation d'énergie électrique de la Côte d'Ivoire



Source : auteur à partir des données de la CIE

Le réseau interconnecté permet également aux pays de faire face à des aléas comme la sécheresse et les pannes des centrales. Par exemple, la Côte d'Ivoire a dû importer de l'électricité du Ghana lors de la grande sécheresse de 1983 et 1984 car sa capacité de production d'hydroélectricité s'était trouvée réduite mais également lors de la panne de la centrale thermique d'Azito en 2010.

Toutefois, la Côte d'Ivoire importe de l'énergie même si cette quantité est faible (14,5GWh en 2017). En effet, les importations d'énergie du Ghana servent essentiellement à alimenter la région de Bouna qui était jusqu'en 2014 alimenté par des centrales isolées (CIE, 2017).

3.3.3 Les indicateurs relatifs à l'accès à l'électricité

Le taux de couverture (le rapport entre le nombre de villages électrifiés et le nombre total de villages) est en nette progression, passant de 34% en 2012 à 58% en 2018 comme indiqué sur la Fig. 1.7. Cette amélioration du taux de couverture national est

consécutive à l'électrification de plusieurs localités dans le pays. La Fig. 1.8 indique l'évolution du nombre de villages électrifiés depuis 2012. Ce nombre est passé de 2881 en 2012 à 4940 en 2018, soit environ 345 villages électrifiés par an sur la période.

Fig. 1.7: Evolution des indicateurs d'accès à l'électricité

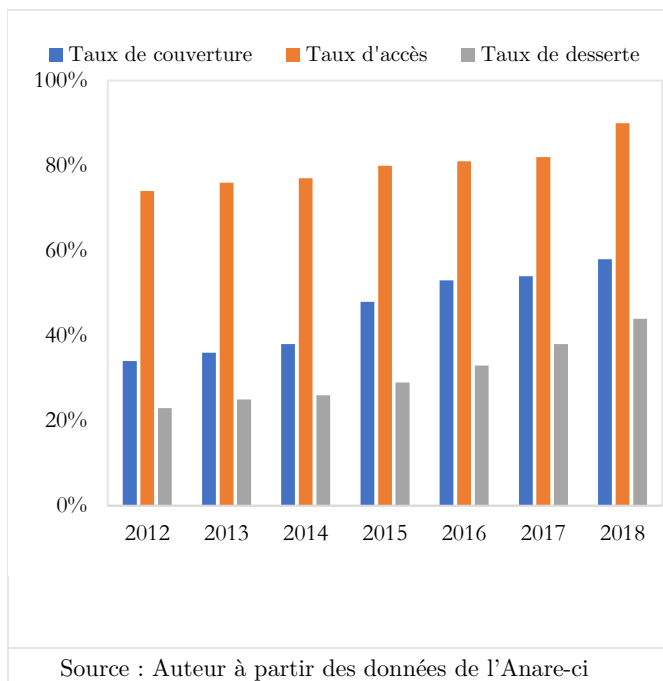
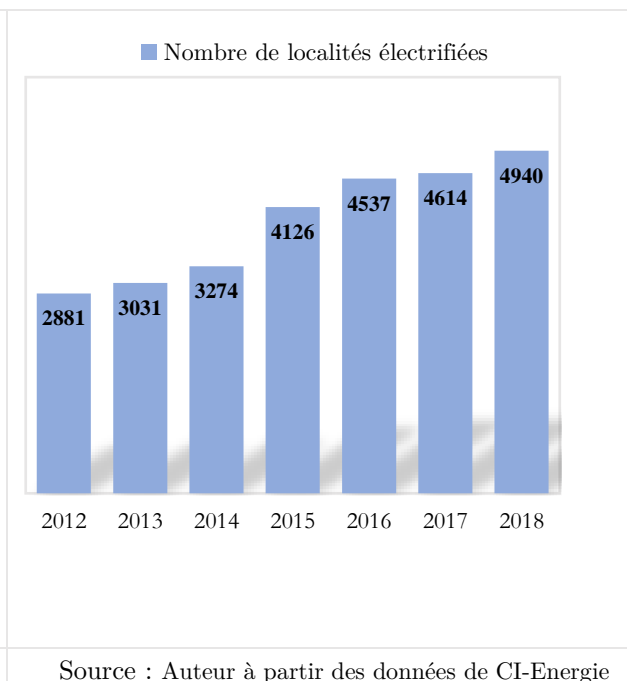


Fig. 1.8: Evolution du nombre de localités électrifiées



On note également un écart significatif entre le taux d'accès (nombre de personnes vivant dans les localités électrifiées) et le taux de desserte (nombre de personnes ayant effectivement l'électricité) en Côte d'Ivoire comme l'indique la Fig. 1.7. Par exemple, en 2018, 90 % des personnes vivaient dans des localités électrifiées mais seulement 44% avaient effectivement accès à l'électricité. En effet, comme discuté dans la section 2 de notre étude, la définition du taux d'accès à l'électricité correspond au taux de desserte selon la terminologie des autorités ivoiriennes (Anare, 2018).

L'écart entre ces deux taux pourrait s'expliquer par l'incapacité des ménages à faire face aux énormes dépenses de raccordement au réseau. Le coût du branchement des ménages au réseau électrique varie entre 103 000 et 200 000 FCFA (environ trois fois le SMIG en moyenne) selon que les installations intérieures existent ou non. A cela, s'ajoute le coût de contrôle de conformité des installations communément appelé

LBTP/SECUREL. Ces coûts initiaux d'abonnement restent encore élevés surtout pour les populations des zones péri-urbaines et rurales. Outre le paiement au comptant du branchement, l'absence de mécanisme de financement et la facturation bimestrielle incompatible aux cycles d'activités saisonnières des ménages ruraux constituent des freins à l'accès à l'électricité en Côte d'Ivoire.

Le Gouvernement Ivoirien, à travers le Ministère en charge d'énergie met en œuvre d'importants programmes en vue de booster l'électrification rurale et faciliter l'accès à l'électricité des populations, surtout les plus démunies.

3.4 Programmes dans le secteur ivoirien de l'électricité

Deux grands programmes ont été mis en œuvre par le Gouvernement en vue de lutter efficacement contre la pauvreté énergétique dans le pays. Il s'agit d'une part, du Programme National d'Electrification Rurale (PRONER) et d'autre part, du Programme d'Electricité Pour Tous (PEPT). Le financement des grands projets énergétiques en Côte d'Ivoire sera abordé dans la section 3.6.

3.4.1 Le Programme National d'Electrification Rurale (PRONER)

L'électrification rurale constitue l'un des axes majeurs de la politique économique et sociale du Gouvernement ivoirien. Il a pour objectif l'électrification totale de la Côte d'Ivoire à l'horizon 2025. C'est dans ce cadre que l'Etat met en œuvre le Programme National d'Electrification Rurale (PRONER) adopté en Conseil des Ministres le 02 juillet 2013.

Le PRONER est une politique d'électrification ambitieuse visant à électrifier tous les villages ayant plus de 500 habitants en 2020. La mise en œuvre de ce programme a permis d'atteindre des résultats satisfaisants. Le nombre de villages électrifiés est passé de 3032 en 2013 à 4940 en 2018 (voir [Tab. 1.4](#)), soit plus de 380 villages électrifiés en

moyenne par an sur la période. Au total, en 2018, 4940 villages sur les 8513 que comptent le pays étaient électrifiées, soit un taux de couverture de 58%.

Tab. 1.4: Evolution du taux de couverture nationale en électricité

Indicateur	2013	2018	Δ 2013-2018
Taux de couverture nationale ⁸ (%)	40%	58%	18%
Nombre de localités électrifiées	3 032	4940	1908

Source : rapport d'activités 2013 et 2018 de l'Anare-ci

Malgré ces évolutions favorables, on note une disparité au niveau du taux de couverture régionale comme l'indique la [Fig. 1.9](#). Certaines régions telles que les régions de San Pédro, du Gboklé, de la Nawa, de la Marahoué, du N'Zi, du Gbêké, de l'Iffou, du Bounkani et du Bafing ont un taux de couverture en-deça de la moyenne nationale.

Privilégier l'électrification des localités dans les régions qui ont un faible taux de couverture permettra de réduire les inégalités d'accès à l'électricité entre les différentes régions du pays. En effet, la politique d'électrification vise à réaliser des objectifs de développement en dotant les populations des différentes régions d'opportunités de création de richesses et d'emplois tout en améliorant les conditions de vie et de bien être dans toutes les régions.

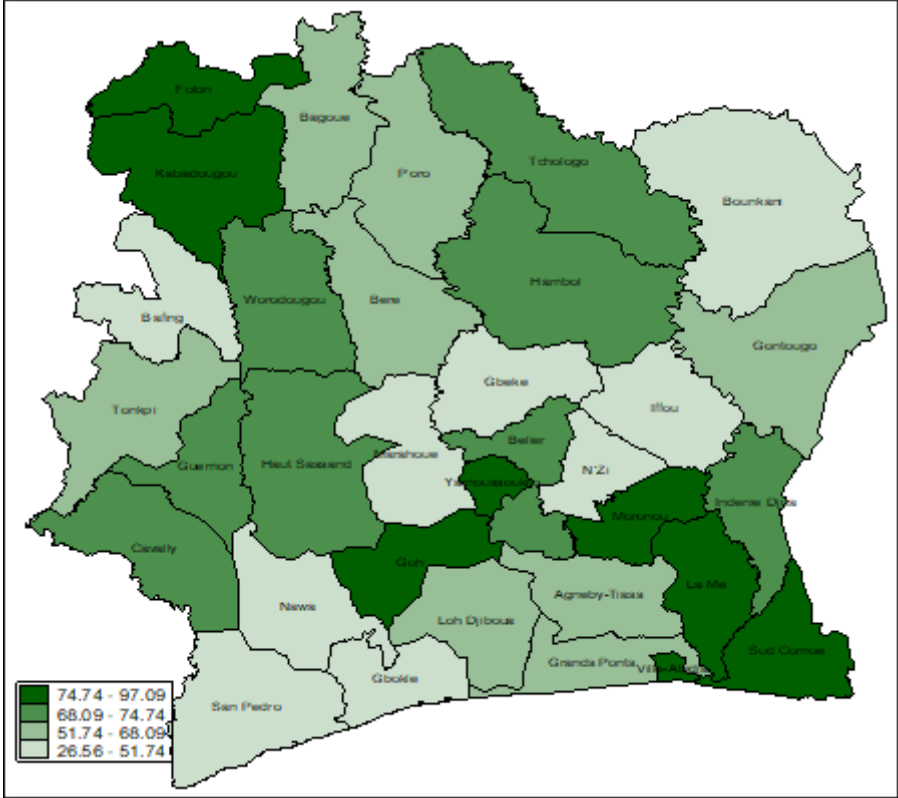
Une des grandes insuffisances du PRONER reste la non prise en compte de l'électrification des campements en raison des critères préalablement établis pour le choix des localités éligibles audit programme⁹. En effet, les campements sont des habitations ou groupe d'habitations isolées construites en général à côté d'une

⁸ Rapport entre le nombre de villages électrifiés et le nombre total de villages

⁹ Le nombre d'habitants de la localité, le statut administratif de la localité, l'existence d'un plan de lotissement approuvé par les populations et les autorités, l'existence de maisons adaptées et sécuritaires, la présence d'activités socio-économiques (petits commerces, infrastructures socio-éducatives et sanitaires, ...), l'accessibilité de la localité, la distance entre la localité et le réseau électrique existant.

exploitation agricole et qui dépendent toujours d'un village-noyau. Deux types de campements sont à distinguer : les campements saisonniers qui sont fréquentés une partie de l'année (en général pendant la récolte) ou une partie du jour (aux heures de travaux champêtres) et les campements permanents qui, eux, servent d'habitation habituelle à une population donnée. Le dernier Recensement Général de la Population et de l'Habitat (RGPH) 2014 indique l'existence de 81 221 campements en Côte d'Ivoire dont 2 449 ont plus de 500 habitants (RGPH, 2014).

Fig. 1.9: Taux de couverture régionale en 2018



Source : Auteur à partir des données de CI-Energie

La prise en compte des campements dans le PRONER permettra d'améliorer les conditions de vie des populations de ces localités et contribuera ainsi à l'atteinte de l'électrification totale du pays à l'horizon 2025.

En termes de financement, le PRONER bénéficie pour l'année 2020 d'un accompagnement de la Banque Mondiale (BM), de l'Agence Française de

Développement (AFD), de la Banque Africaine de Développement (BAD) et de Eximbank, d'un montant d'un peu plus de 40 milliards de FCFA (plus de 61 millions d'euros) comme indiqué dans le [Tab. 1.5](#) ci-dessous. Ce programme est également soutenu par l'Etat de Côte d'Ivoire à hauteur de 64 milliards de FCFA (près de 10 millions d'euros).

Tab. 1.5: Financement du PRONER (en millions de FCFA)

	Bailleurs	Nb total localités	Montant total	2019		2020	
				Nb localités	Montant	Nb localités	Montant
ACQUIS	BM	201	30 000	150	22 388	51	7 612
	AFD	200	15 743	165	12 988	35	2 755
	UE	150	10 325	50	3 442	100	6 883
	BAD PAEMIR ¹⁰	426	31 814	250	18 670	176	13 144
	BAD PRETD ¹¹	205	19 250	100	9 390	105	9 860
	BAD CLSG RELIQUAT	14	1 000	14	1 000		0
	EXIM BANK CHINE (*)	188	11 877	199	11 877		0
	TOTAL BAILLEURS	1 348	120 009	917	79 755	467	40 254
	SECTEUR ELECTRICITE	454	64 000			454	64 000
TOTAL	1 838	184 009	917	79 755	921	104 254	

Source : Programme Social du Gouvernement 2019-2020 ([PSGouv, 2020](#))

3.4.2 Le Programme d'Electricité Pour Tous (PEPT)

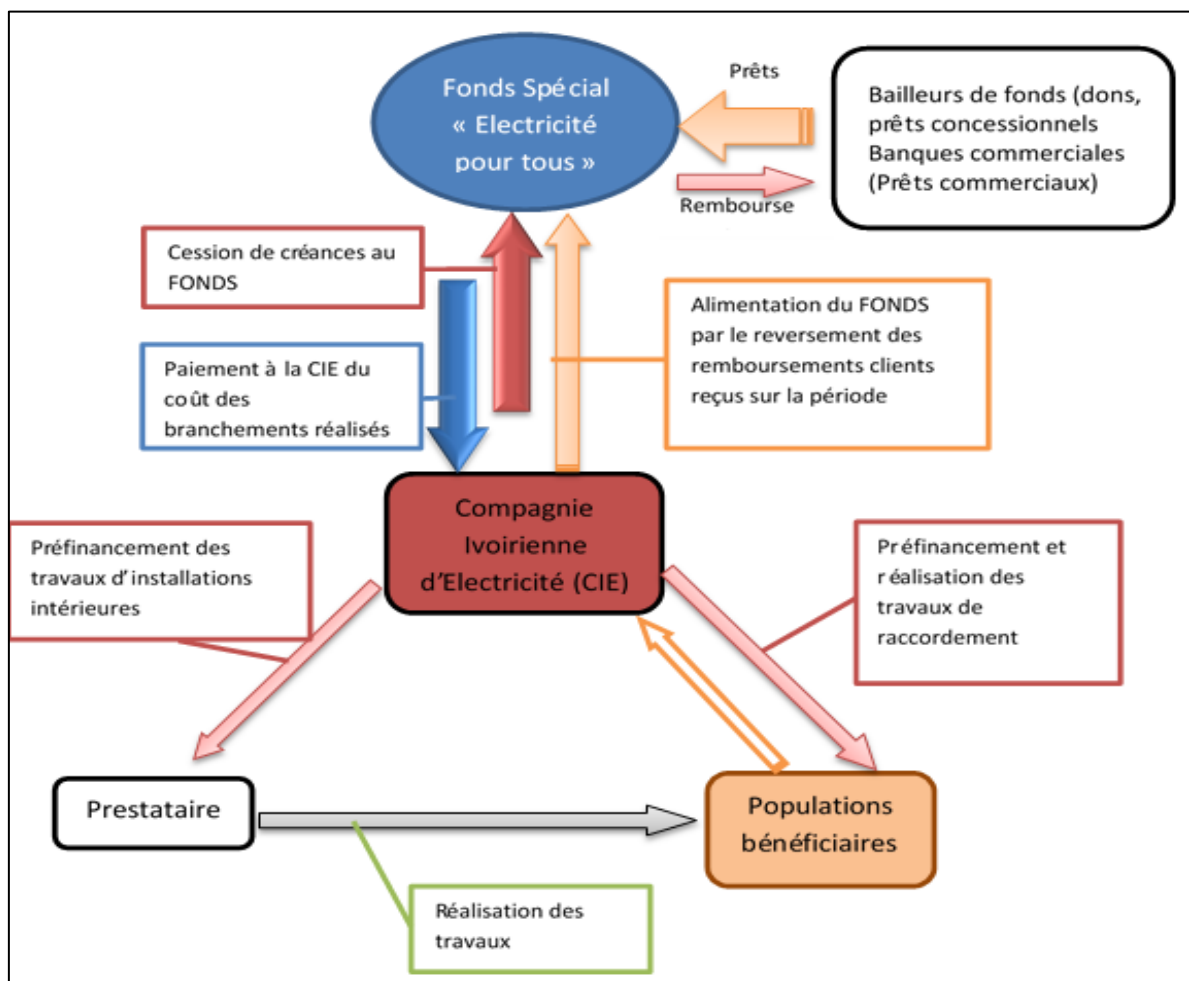
Ce programme vise à lever les obstacles qui entravent l'accès effectif des ménages à l'électricité (frais initiaux d'abonnement élevés, paiement au comptant du branchement, etc.). En effet, malgré les avancées notables en matière d'électrification rurale, seulement une faible proportion des ménages est raccordée au réseau électrique national (44% en 2018).

¹⁰ Projet d'Amélioration de l'Accès à l'Electricité en Milieu Rural (PAEMIR)

¹¹ Projet de Renforcement des Réseaux de Transport et de Distribution d'électricité (PRETD)

Adopté en Conseil des Ministres du 27 mai 2014, le PEPT permet aux ménages d'être raccordés moyennant le paiement de la somme de 1000 FCFA (1,52 €). La différence est payée par le Fonds National d'Electrification (FONER) en faveur du ménage demandeur qui le lui remboursera sur une période de dix ans sur ses factures d'achat d'énergie à raison de 2000 FCFA (3,05 €) par facture.

Fig. 1.10: Fonctionnement du PEPT



Source : Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE)

Ce programme vise également à réaliser le raccordement d'un million de clients d'ici 2020. Il envisage par conséquent, de doubler le nombre actuel d'abonnés domestiques à l'électricité qui est d'environ 1,1 million. La Fig. 1.10 ci-dessus décrit le fonctionnement dudit programme.

La mise en œuvre du PEPT a abouti à des résultats intéressants. En effet, le nombre d'abonnés est passé de 196 en 2014 à 359 508 en 2017, soit une croissance annuelle moyenne de 119 770 abonnés par an. Il faut cependant noter que plus des trois quarts de ces nouveaux abonnés résident dans le district d'Abidjan. Le rapport 2017 du PND 2016-2020 révèle que l'engagement de l'Etat à réduire les coûts d'accès aux services énergétiques est ralenti en raison d'un défaut de financement du FONER. Seule la Compagnie Ivoirienne d'Electricité a sur ces propres ressources commencé les opérations de branchements sociaux, selon les modalités du PEPT (CIE, 2017). Cette situation explique la faiblesse de la croissance du taux de desserte qui s'établit à 44% en 2018. Cette mesure permet aux ménages bénéficiaires d'avoir l'électricité à un coût inférieur de 20% aux tarifs normaux.

Le PEPT est conjointement financé par l'Etat de Côte d'Ivoire et certains partenaires au développement tels que la Banque Mondiale (BM), l'Union Européenne (UE) et l'Agence Française de Développement (AFD). En 2020, la contribution de ces derniers s'élevait à 17,252 milliards de F CFA (plus de 26 millions €) tandis que la part de l'Etat s'établissait à 200 millions de FCFA (environ 305 000 €) (voir le Tab. 1.6)

Tab. 1.6: Financement du PEPT (en millions de FCFA)

		Nb total abonnés	Montant total	2019		2020	
				Nb abonnés	Montant	Nb abonnés	Montant
Acquis	BM	94 011	14 103	47 006	7 052	47 006	7 052
	UE	62 529	9 380	31 264	4 690	31 264	4 690
	AFD	73 460	1 120	36 730	5 510	36 730	5 510
	Total bailleurs	230 000	34 503	115 000	17 252	115 000	17 252
	Secteur ELEC (*)		400	200 000	200	200 000	200
A recherché	A rechercher	170 000	25 100	81 333	12 000	88 667	13 100
	TOTAL	400	60003	196333	29 452	203667	30552

Source : Programme Social du Gouvernement 2019-2020 (PSGov, 2020)

Par ailleurs, dans le cadre du PSGouv en application depuis le 1er janvier 2019, l'Etat a procédé à la baisse du tarif social de l'électricité qui permet à 850 000 ménages soit 21% des ménages à revenu modeste de connaître une baisse de 20% de charge en matière d'électricité.

3.5 Les énergies renouvelables hors hydrauliques

La stratégie d'électrification rurale en Côte d'Ivoire repose en priorité sur l'extension du réseau national existant. Electrifier les zones rurales isolées et peu peuplées où les populations sont relativement plus pauvres à partir du réseau électrique national s'avère plus onéreux par rapport aux zones densément peuplées ([Banque Mondiale, 2018](#)). [Banal-Estañol et al. \(2017\)](#) montrent que le principal obstacle à l'électrification des zones rurales est le coût élevé de l'extension du réseau national aux régions faiblement peuplées. D'après ces auteurs, les ménages privés d'électricité en Amérique Latine sont des ménages pauvres qui vivent dans les zones très reculées pour qui les coûts de connexion sont élevés.

Les technologies hors réseau peuvent-être une alternative viable à l'électrification rurale ([Diallo and Moussa, 2019](#)). Elles favorisent un déploiement plus rapide que l'extension du réseau et déterminent un modèle de production décentralisée comparativement aux modèles de production centralisée. Les systèmes d'électrification hors réseau sont mieux adaptés pour électrifier les villages de moins de 500 habitants et les campements qui ne sont pas pris en compte par le Programme National d'Electrification Rurale (PRONER). Pour ces populations, l'électrification à partir de technologies de production pouvant être déployées de façon décentralisée et à petite échelle s'avère-telle profitable que l'exploitation du réseau. Ces technologies décentralisées sont rentables dans les endroits où les économies d'échelle ne favorisent pas l'extension du réseau à cause de la faiblesse de la demande et/ou de l'éloignement de ces localités ([Onyeji et al., 2017](#)).

En Côte d'Ivoire, 96 localités ont été retenues pour l'électrification rurale par mini-réseau hybrides Solaire PV-Diesel par la société CI-énergie, le diesel jouant le rôle de source secours. Deux critères ont été retenus pour sélectionner ces localités. Il s'agit premièrement des localités pour lesquelles les chutes de tension sont supérieures à 10% (70 localités) et celles ayant moins de 250 habitants et dont l'alimentation par des centrales isolées est plus rentable que le raccordement au réseau (26 localités) (PANER, 2016). Cependant, les systèmes décentralisés alimentés au diesel sont confrontés à d'énormes défis tels que le manque de main d'œuvre qualifiée et de fonds pour assurer la maintenance de ces équipements (Dornan and Shah, 2016). Les autorités chinoises ont réussi à surmonter cet obstacle par la mise en place d'un fonds dédié aux énergies renouvelables servant à financer les coûts de maintenance continus du système hors réseau. L'alimentation de ce fonds est assurée par le prélèvement d'un montant qui s'élevait à 1,9 cent Renminbi (RMB) par kilowattheure en 2016 (He and Victor, 2017). Il faut également souligner que la connexion au réseau électrique des populations rurales à partir de système décentralisé suggère des compromis majeurs entre la qualité de l'alimentation, le niveau d'approvisionnement et le coût. Ces compromis pourraient être réduits, dans une certaine mesure, avec l'amélioration continue de ces systèmes.

En Côte d'Ivoire, l'objectif de l'Etat est de porter la part de la population rurale desservie par des systèmes hors réseau à 2% en 2014, 3% en 2020 et à 2% en 2030. Cette part chute en 2030 en raison de la connexion progressive des mini réseaux au réseau national comme prévue par le Plan d'Action National d'Energies Renouvelables (PANER, 2016). Par ailleurs, la maturation des systèmes d'énergie renouvelable décentralisée pousse la Côte d'Ivoire à adopter ces technologies car le pays est doté d'immenses potentiels d'énergies renouvelables surtout en matière de petite hydroélectricité, de biomasse et d'énergie solaire (Koua et al., 2014). Les technologies renouvelables (les panneaux photovoltaïques, les micros générateurs, les centrales hydroélectriques et les éoliennes) demandent moins d'investissement initial que

l'extension du réseau national. En plus d'avoir des impacts environnementaux faibles, ces technologies réduisent la dépendance aux importations de combustibles fossiles tout en garantissant la sécurité de l'approvisionnement par la diversification des sources d'énergie (Banal-Estañol et al., 2017). Pour atteindre l'objectif de 4000 MW en 2020, les autorités prévoient la mise en service des ouvrages de production des énergies renouvelables suivants :

- Pour l'énergie solaire, il s'agit de la construction et de l'exploitation des nouvelles centrales solaires de Korhogo solaire (20 MW), du Poro solaire (50 MW), de la centrale solaire de Ferké (25 MW), de Daoukro (30 MW) et de Boundiali (37,5 MW).

- Pour les centrales à biomasse, le Groupe agro-industriel ivoirien SIFCA investit dans la construction d'une centrale à biomasse d'une capacité de 223 MW. Aussi, un accord a été signé avec l'entreprise BIOVEA pour la mise en œuvre d'une centrale à biomasse de 46 MW à base de palmier à huile. D'autres projets sont en cours de négociation, notamment la construction de la centrale à coton de Boundiali (20 MW) et de celle à cacao de Gagnoa (25 MW).

3.6 Financement du secteur de l'électricité

Les investissements en faveur du secteur électrique en Afrique Subsaharienne en général et en Côte d'Ivoire en particulier proviennent traditionnellement des Gouvernements ou des services publics, de l'aide publique au développement et des institutions de financement du développement. Au titre de l'exécution budgétaire, l'Etat de Côte d'Ivoire a consacré plus de 189 milliards de FCFA (288 millions €) à l'accès à l'électricité en 2018 contre près de 114 milliards de FCA (174 millions €) en 2017¹². L'Etat a également recours à l'aide internationale, aux producteurs

¹² <https://finances.gouv.ci/execution-budget>

indépendants dans le domaine de la production d'électricité et plus récemment aux Partenariats Public Privé (PPP). Ce dernier mode de financement des infrastructures énergétiques présente plusieurs avantages parmi lesquels le transfert de technologie et de l'innovation du secteur privé vers le secteur public mais également des grandes entreprises internationales vers les entreprises locales qui agissent souvent comme des sous-traitants. Les PPP constituent également d'importants viviers de création d'emplois. Ils contribuent à la réduction de la pauvreté et à la croissance économique des pays qui les accueillent. Toutefois, les pays font face à des obstacles qui risquent de compromettre la mise en œuvre de ces partenariats dont le plus important reste le manque de compétences techniques à même de gérer ces programmes. A cela s'ajoute les risques traditionnels d'investissement en Afrique qui sont entre autres les risques politiques, les incertitudes juridiques, la corruption, etc.

Depuis la fin de la crise post-électorale, les autorités ivoiriennes mettent tout en œuvre pour attirer les investissements dans le secteur. A cet égard, le pays a mis en œuvre, en 2014, un nouveau code d'électricité. Ce code accorde des avantages fiscaux aux producteurs d'énergies renouvelables et permet une plus grande flexibilité dans la fixation des tarifs des producteurs d'énergies renouvelables.

En effet, les bailleurs de fonds multilatéraux (l'UEMOA, l'UE, la CEDEAO et la Banque Mondiale) et bilatéraux (Chine et l'Inde) accompagnent la Côte d'Ivoire dans sa stratégie d'électrification à travers la mise en œuvre de plusieurs projets dans le secteur. Ces financements prennent la forme de dons et de prêts comme l'indique le Tab. 1.7.

Tab. 1.7: Projets et programmes d'énergie en Côte d'Ivoire

Bailleurs de fonds	Pays / Zone	Titre du Projet	Type d'assistance	Date du premier décaissement	Montant (Milliers d'euros)
BOAD	UEMOA	Projet de renforcement et de réhabilitation d'ouvrages de transport et de distribution d'énergie électrique de la société CI - ENERGIE en Côte d'Ivoire	Prêt	2015	13 000,0
BOAD	UEMOA	Programme de Renforcement du Secteur de l'Electricité en Côte d'Ivoire	Prêt	2012	38 000,0
BEI	UE	Projet d'Appui au secteur de l'énergie en Côte d'Ivoire (ENERGOS)	Prêt	2015	77 172,7
FED 11	UE	Projet d'Appui au secteur de l'énergie en Côte d'Ivoire (ENERGOS)	Don	2015	46 399,1
FED 9	UE	Electrification de 23 localités rurales érigées en chef-lieu de sous-préfectures	Don	2008	4 856,3
BIDC	CEDEAO	Projet d'interconnexion des réseaux électriques de la Côte d'Ivoire et du Mali	Prêt	-	18 240,0
Eximbank Chine	Chine	Réhabilitation du réseau électrique de Côte d'Ivoire	Prêt	2014	10 000,0
Eximbank Chine	Chine	Projet de réhabilitation et de développement du réseau électrique en Côte d'Ivoire	Prêt	-	445 508,5
Eximbank Chine	Chine	Projet d'aménagement Hydroélectrique de Soubré (Barrage de Soubré)	Prêt	2013	250 000,0
Gouvernement chinois	Chine	Projet de démonstration de l'énergie solaire	Don	2014	389,3
Eximbank Inde	Inde	Projet d'interconnexion des réseaux électriques de la Côte d'Ivoire et du Mali	Prêt	-	26 400,0
Banque mondiale/IDA	Multilatéral	Projet d'Urgence de Réhabilitation du Secteur de l'Electricité (PURE)	Don	2009	25 000,0
UEMOA	UEMOA	Etude de la valorisation énergétique de la cabosse de cacao en vue de la production d'électricité	Don	-	20,0

Source : Ministère du Plan et du Développement, 2018

Le Partenariat Public Privé (PPP) est un autre moyen de financement des projets énergétiques en Côte d'Ivoire. Un cadre juridique et institutionnel a même été mis en place par le Gouvernement depuis 2012 pour la réalisation de projets PPP. Plusieurs projets dans le secteur de l'énergie ont été signés et sont pour certains en phase d'exploitation et pour d'autres en phase d'investissement ou de construction comme indiqué dans le [Tab. 1.8](#).

Tab. 1.8: Projets en financement PPP en Côte d'Ivoire

Projets	Ministères	Opérateur privé	Date de signature	Coût en Milliards FCFA
Les projets signés en phase d'exploitation				
Réalisation et exploitation de la centrale thermique CIPREL IV (Phase B)	Pétrole et énergie	ERANOVE	20/12/2011	160
Construction de la centrale thermique à cycle combinée d'Azito (Phase 3)	Pétrole et énergie	AZITO ENERGIE	13/10/2011	100
Les Projets signés en phase d'investissement ou de construction				
Approvisionnement de la Côte d'Ivoire en Gaz Naturel Liquéfié (GNL)	Pétrole et énergie	CI-GNL	04/10/2016	110
Construction d'une centrale solaire photovoltaïque à Korhogo (25 MW)	Pétrole et énergie	KORHOGO SOLAIRE	17/11/2016	44
Construction et exploitation de centrales à charbon à San Pedro (2x700 MW)	Pétrole et énergie	S. ENERGIES	05/12/2016	847

Source : Comité National de Pilotage des Partenariats Publics Privés (CNP PPP)

4 L'accès à l'énergie moderne de cuisson

La Côte d'Ivoire, à l'instar de tous les pays du monde, souhaite fournir des combustibles modernes de cuisson comme le gaz butane et l'électricité à tous les citoyens. Les combustibles modernes comprennent divers combustibles liquides et gazeux ainsi que l'électricité. Ces combustibles sont considérés comme des combustibles propres car ils n'entraînent pas de pollution intérieure. Les objectifs poursuivis par

l'Etat à travers ces politiques sont la réduction de la part des combustibles ligneux (charbon de bois et bois de feu) pour la satisfaction des besoins de cuisson des ménages.

Au fil des ans, la Côte d'Ivoire a fait des efforts pour améliorer sa situation en matière de combustibles de cuisson, mais contrairement à l'accès à l'électricité qui a connu une croissance importante ces dernières décennies, l'accès au GPL a été plutôt modeste. L'enquête « niveau de vie des populations » révèle qu'en 2015, près de 76% des ménages ivoiriens utilisaient encore le charbon de bois et le bois de feu pour satisfaire leurs besoins de cuisson. Toutefois, les besoins de bois de feu augmentent avec la population et constituent une des causes principales du déboisement surtout dans les régions de savane ainsi qu'aux alentours des zones urbaines.

4.1 Les combustibles traditionnels : le bois de feu et le charbon de bois

La croissance de l'usage du bois de feu et du charbon de bois découle aussi bien de l'augmentation du nombre de la population urbaine que des phénomènes d'ascension sociale qui font naître des besoins énergétiques nouveaux conformément à la vie citadine. La Côte d'Ivoire, avec un taux de croissance démographique de 2,6 % et un taux d'urbanisation de 51,6% se caractérise par une forte demande énergétique de la part des ménages (RGPH, 2014). Le bois de feu est la principale source de combustible des ménages. En effet, l'Enquête sur le Niveau de vie des populations de 2015 révèle que 55.84% des ménages ivoiriens utilisent le bois de feu comme principale source de combustible et plus de 83% de ces ménages sont dans le milieu rural.

Par ailleurs, le charbon de bois, la deuxième source de combustible utilisée par les ménages avec un taux de 17,40%. Il est principalement utilisé dans les villes (30,63%) et moins dans les villages (4,11%). Cette situation s'explique par la facilité de stockage du charbon de bois par rapport au bois de feu mais également par le coût financier associé à l'acquisition de cette ressource. Seulement 17.35% des ménages utilisent le

gaz butane comme source de combustible et ces derniers se trouvent majoritairement dans le milieu urbain (32.96%) ([ENV, 2015](#)). La consommation de combustible ligneux (bois de feu et charbon de bois) participe avec l'agriculture, l'urbanisation et le développement des infrastructures à la déforestation et à la détérioration des conditions naturelles qui en résultent, notamment l'érosion des sols et l'affaiblissement des capacités de régénération de la biomasse sans oublier l'impact négatif de ces usages sur la santé des populations.

Face à la dégradation continue et avancée du couvert forestier ivoirien, qui est passé de 12 millions d'ha en 1960 à 3 millions d'ha en 2014, l'Etat ivoirien, à côté des politiques classiques de reboisement et de développement des parcs et réserves, met en œuvre une politique de butanisation ([PND 2016-2020](#)).

4.2 La politique de butanisation de la Côte d'Ivoire

Débutée en 1993, la politique de butanisation de la Côte d'Ivoire a pour objectifs d'améliorer l'accès des ménages aux services de cuisson modernes, de substituer progressivement le gaz butane au bois de feu et au charbon de bois afin de réduire l'impact de ces combustibles ligneux (bois de feu et charbon de bois) sur la déforestation. Cette politique de butanisation a été conduite par la société nationale d'opération pétrolière de la Côte d'Ivoire (Petroci) qui en a fait sa deuxième activité. Cette entreprise a réalisé un chiffre d'affaires de 23,55 milliards de FCFA (environ 36 millions €) en 2017 ([PETROCI, 2017](#)).

La politique de butanisation de la Côte d'Ivoire s'est accompagnée d'un accroissement de la capacité de stockage de GPL qui est passée de 19 095 TM en 2015 à 19 398 TM en 2016 ([DGH, 2017](#)). Les établissements ayant les infrastructures de stockage les plus importantes sont: la Petroci (6 300 TM), la Gestoci (4 000 TM), Saep (3 220 TM), Oryx gaz CI (2 655 TM) et la Sir (2 500 TM). Le transport du

GPL à usage domestique sur le territoire ivoirien se fait principalement par camions palettisés. En 2017, on dénombrait 437 camions de ce type dont 40,5% avaient plus de 20 ans (DGH, 2017). En vue de rendre accessible le gaz butane à toutes les populations, l'Etat ivoirien a mis en œuvre une subvention au prix du gaz butane conditionné à usage domestique qui se présente sous la forme d'emballages de 6 kilogrammes (B6) et 12,5 kilogrammes (B12).

La politique de butanisation a permis une vulgarisation du gaz butane dans les ménages. De 22 000 TM en 1994, la consommation de GPL s'est établie à 154 890 TM en 2012 pour atteindre 319 473 en 2017, soit une croissance moyenne de 15,6% entre 2012 et 2017 (DGH, 2018). Cette consommation porte essentiellement sur les emballages B6 et B12 avec respectivement 62,98% et 22,30% de la consommation globale due à la subvention accordée à ce type d'emballage (DGH, 2017). S'il est vrai que le gaz butane connaît un succès dans le milieu urbain ivoirien, il faut cependant reconnaître qu'il est utilisé comme combustible principal à côté du bois de feu et du charbon de bois qui sont quant à eux utilisés comme des alternatives courantes en cas d'indisponibilité du GPL ou pour cuisiner les plats énergivores.

5 Les obstacles à l'accès à l'énergie en Côte d'Ivoire

Comparé à la plupart des pays de l'UEMOA, le secteur de l'énergie ivoirien réussit à offrir des services énergétiques à ses citoyens. La Côte d'Ivoire et le Sénégal sont les deux pays les plus avancés en matière d'électrification dans la zone UEMOA avec des taux d'accès à l'électricité supérieurs à 60% au niveau national en 2018 (IEA and World Energy Outlook, 2019). Cependant beaucoup reste à faire, en particulier dans le domaine de l'électrification rurale où les taux d'accès demeurent encore faibles.

5.1 Dans le domaine de l'électricité

Onyeji et al. (2012) ont analysé les déterminants du faible taux d'électrification en Afrique subsaharienne malgré toutes les réformes mises en œuvre dans le secteur. Leurs résultats montrent que le niveau de pauvreté, le taux d'épargne intérieure brute, la corruption, la part de la population vivant dans les zones rurales et la densité démographique expliquent plus de 90 % de variation des niveaux d'accès à l'électricité dans ces pays. En effet, l'un des principaux obstacles à l'électrification des zones rurales est le coût élevé de l'extension du réseau électrique national à ces localités qui sont en général peu peuplées. Selon l'IEA (2011), plus de 85% des populations privées d'électricité vivent dans le milieu rural. Cette situation s'explique par (i) la faiblesse de la demande (ii) la trop forte dispersion des populations dans ces localités et (iii) la tendance de pertes élevées lors de la transmission de l'électricité sur de longues distances (Goldemberg, 2000). Onyeji et al. (2012) révèle que l'extension du réseau au monde rural peut engendrer des coûts énergétiques jusqu'à sept fois supérieur à la fourniture d'électricité en milieu urbain.

En effet, les problèmes d'approvisionnement en électricité des zones rurales appellent à des solutions plus innovantes comme la production d'électricité décentralisée car les moyens d'étendre les infrastructures énergétiques aux populations pauvres de ces zones sont économiquement peu efficaces aussi bien pour les prestataires publics que privés. L'expérience a montré que les problèmes énergétiques dans les pays en développement ne peuvent être résolus sans un financement local important (Brew-Hammond, 2010).

La Côte d'Ivoire est souvent confrontée à des problèmes de délestage quand bien même cette situation connaît une nette amélioration. De 40 heures et 02 minutes en 2014, le temps moyen de coupure est passé à 28 heures et 25 minutes en 2018 (Anare-CI, 2018). Cette situation affecte la fiabilité de l'approvisionnement en électricité des ménages et augmente également le coût des activités économiques.

Enfin le manque de ressources humaines qualifiées est l'un des obstacles à la réalisation du développement attendu du marché des énergies renouvelables.

5.2 Dans le domaine du GPL

Kojima (2013a) a mis en lumière les facteurs déterminants la consommation du gaz butane des ménages. Ces facteurs sont entre autres, le revenu du ménage, le prix, la disponibilité et la fiabilité de l'approvisionnement du GPL, le coût d'achat de la bouteille de gaz et de la gazinière, le prix des autres combustibles, la réglementation, la sensibilisation aux dommages causés par la fumée provenant des combustibles solides et aux préférences culturelles.

En Côte d'Ivoire, l'achat initial du brûleur, du support, de la bouteille (vendue ou consignée) et de la première recharge de gaz restent des dépenses importantes pour les ménages, surtout en milieu rural. Ce coût s'élève à plus de 40 000 FCFA (61 €) environ 70% du SMIG. Le détail de ces coûts est consigné dans le [Tab. 1.9](#).

Tab. 1.9 : Coût d'investissement initial de l'équipement avec GPL de 12 kg (en FCFA)

Composantes	Coût en FCFA	Poids relatifs
Prix de la consigne	19 800	48%
Cuisinière de table 02 feux en inox	8 075	20%
Détendeur de gaz & tuyau de raccordement	8 000	19%
Prix d'achat pour le gaz butane	5 200	13%
Total	41 075	100%

Source : Etude de marché personnel sur le GPL (Décembre 2018)

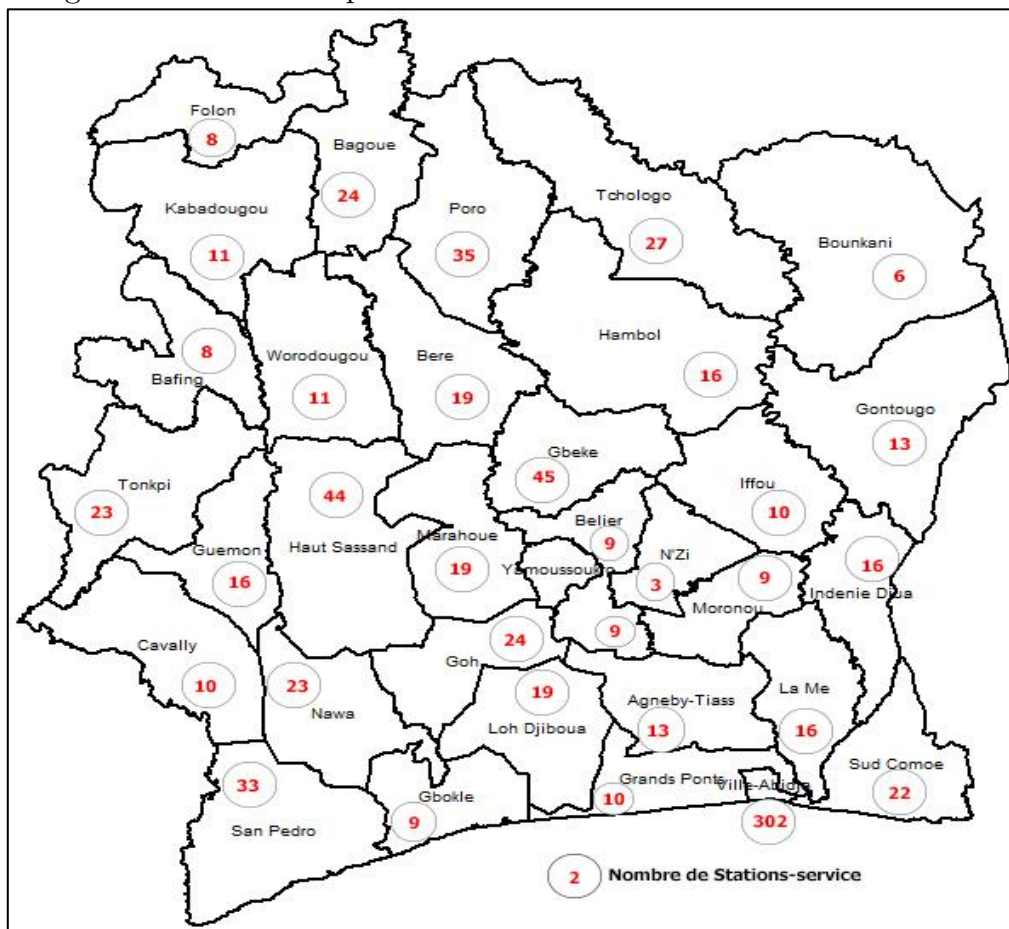
En outre, l'utilisation informelle et illégale du GPL par les véhicules commerciaux et les petites industries (restaurants) cherchant à tirer parti de la subvention accordée par l'Etat, entrave l'offre de GPL aux groupes ciblés. Ces véhicules et petites entreprises sus mentionnés appartiennent, en général, aux membres des groupes sociaux à revenu élevé ou intermédiaire qui utilisent le GPL subventionné pour satisfaire leurs propres intérêts. Par conséquent ces subventions, qui visaient à favoriser l'accès à l'énergie des ménages pauvres, ont tendance à aider de manière disproportionnée les

classes moyennes et supérieures qui ont une consommation et un accès plus élevée aux combustibles propres (Whitley and Burg van der, 2015).

L'indisponibilité du GPL est également un autre obstacle à sa vulgarisation. En effet, en Côte d'Ivoire, les consommateurs possèdent leurs bouteilles de gaz et doivent se rendre au point de vente le plus proche (stations-service ou revendeurs agréés) pour acheter le GPL. La distribution des produits pétroliers liquide et gazeux se fait principalement à travers un réseau de stations-service et de revendeurs. Cependant, il n'est pas rare de constater de longues files d'attente de consommateurs dans les stations-service, situation qui tend à réduire l'intérêt des populations pour l'utilisation du GPL et maintenir ainsi le taux d'accès à un niveau bas.

Le réseau de distribution ivoirien de produits pétroliers liquide et gazeux est riche de 864 stations-services inégalement réparties sur le territoire national comme l'indique la Fig. 1.11. En effet, le seul district d'Abidjan abrite 302 stations-service (environ 35%) contre seulement 3 dans le N'Zi, 6 dans le Bounkani et 8 dans le Bafing. La difficulté d'accès au GPL dans certaines régions du pays est en partie due à leur faible densité de population et à des problèmes liés au transport. En 2017, il y avait en moyenne une station pour 29 291 habitants en Côte d'Ivoire. Ce nombre varie en fonction des régions. Il faut également indiquer qu'une grande partie du gaz butane est distribuée par les revendeurs agréés mais très peu de données existent sur ces opérateurs.

Fig. 1.11 : Carte de répartition des stations-services en 2017



Note : les valeurs reportées sur la carte correspondent au nombre de stations-service en Activité dans chaque région de la Côte d'Ivoire en 2018.

Source : Auteur à partir de l'annuaire des statistiques des hydrocarbures, 2018

En plus de la faiblesse du nombre de stations-service dans la plupart des régions de l'intérieur du pays, l'accès limité au GPL s'explique par ailleurs par l'impossibilité de l'interchangeabilité entre les bouteilles de gaz. En effet, chaque vendeur (marketer) a l'obligation de faire la distinction (couleur de la bouteille) entre ses bouteilles et celles des autres. Un ménage disposant d'une bouteille de gaz d'un « Marketer » ne peut s'approvisionner que chez celui-ci entraînant ainsi une réduction de la disponibilité du GPL.

Enfin, les problèmes de sécurité liés à l'utilisation du GPL constituent également un frein à son adoption. En effet, de nombreux ménages ont peur des réchaud à gaz et des bouteilles de gaz dans leur domicile (Hollada et al., 2017). Des fuites dans les vannes

et les réservoirs défectueux peuvent occasionner des explosions. Les cylindres peuvent être dangereux si les dispositifs de sécurité ne sont pas régulièrement vérifiés (Gould and Urpelainen, 2018).

6 Recommandations de politiques énergétiques

Les politiques énergétiques ont pour principal objectif de garantir un accès aux services énergétiques de qualité, suffisants, fiables et à un coût abordable. Compte tenu de la place importante qu'occupe l'énergie dans le bien-être des populations, les recommandations de politiques énergétiques suivantes sont faites en vue d'améliorer le niveau d'accès des populations à l'énergie propre :

- Pour atteindre l'électricité pour tous en 2025, les autorités devront mettre un accent particulier sur le développement des énergies renouvelables à travers la mise en œuvre des projets initiés. A l'exception de l'hydroélectricité, l'état actuel de l'exploitation et de l'utilisation des ressources renouvelables dans le pays reste très faible et limité à des projets pilotes. Pour répondre aux besoins croissants en énergie de ses habitants, les autorités doivent déployer l'immense potentiel de ressources renouvelables dont dispose le pays grâce à des investissements importants dans la recherche et développement, la formation et la poursuite de la mise en place d'un environnement favorable aux investissements pour attirer d'avantage d'investisseurs dans le secteur des énergies renouvelables. La mise en place d'un guichet virtuel de raccordement à l'électricité en est une belle illustration¹³.

¹³ Adopté en Conseil des Ministres du 23 juillet 2015, le Guichet virtuel de raccordement à l'électricité est une réforme qui répond à la volonté de dématérialisation des activités administratives du Gouvernement en vue d'améliorer l'Environnement des Affaires en Côte d'Ivoire. Il s'agit de mettre en place un Portail Unique des Services à l'Investisseur qui captera la demande de raccordement du client et cette demande sera traitée en enlevant au client la responsabilité d'obtenir et de soumettre à la Compagnie Ivoirienne d'Electricité (CIE) les autorisations nécessaires (attestation de conformité SECUREL, autorisation de traversée de route AGEROUTE ou Mairie. Cette responsabilité reviendra aux services étatiques ou parapublics qui échangeront entre eux les informations nécessaires à l'instruction de la demande et à la satisfaction du client. Le Guichet prend en compte les documents numérisés et le paiement des services demandés nécessaire pour la gestion des clients.

▪ La transition vers les énergies de cuisson propres ne se fera pas du jour au lendemain. Le bois de feu et le charbon de bois resteront encore pour un moment les principales sources de combustible de cuisson en Côte d'Ivoire. Pour répondre aux besoins énergétiques de combustibles ligneux des villes ivoiriennes, des plantations de forêts périurbaines à courte rotation, comme le Cassia Siamea, vouées à la satisfaction des besoins énergétiques des citoyens pourraient être développées. Ces plantations devraient être uniquement dédiées à la production de bois de feu et de charbon de bois. Aussi une meilleure carbonisation du charbon de bois et la vulgarisation des foyers améliorés sont de bonnes solutions provisoires.

▪ Les coûts initiaux d'acquisition d'un dispositif de GPL restent élevés pour les ménages, surtout ceux en milieu rural. Pour faire face à cette situation, un kit de démarrage du GPL composé d'une bouteille de gaz, d'une cuisinière, d'un détendeur et d'un tuyau de raccordement pourrait être proposé aux ménages grâce à un prêt de 41 075 FCFA par l'Etat ou une institution financière remboursable sur 24 mois. Un tel modèle a été expérimenté avec succès au Cameroun ([Bruce et al., 2018](#)). Les remboursements pourraient se faire via le Mobile Money afin d'éviter les coûts de transport et de personnels.

▪ On peut imaginer qu'une subvention plus élevée au GPL, destinée uniquement aux pauvres, pourrait être plus efficace dans la transition vers des technologies propres de cuisson. Les autorités en charge de l'énergie domestique pourraient mettre en œuvre une subvention ciblant spécifiquement les ménages les plus pauvres. Cette mesure pourrait s'accompagner de la réduction du nombre de personnes recevant la subvention du GPL ([Troncoso and Soares da Silva, 2017](#)). Le défi majeur de cette politique est de veiller à ce que la subvention atteigne effectivement les bénéficiaires.

Certains pays ont utilisé des cartes électroniques spéciales au bénéfice des populations cibles et d'autres comme le Brésil et la République Dominicaine ont procédé par des transferts en espèce dans le cadre de programmes de réduction de la pauvreté (comme les filets sociaux productifs en Côte d'Ivoire).

▪ Finalement, la mise en place d'un comité interministériel chargé de l'énergie domestique pourrait être envisagée. Ce comité aurait en charge la réglementation du sous-secteur de l'énergie domestique en raison de sa nature transversale. Les attributions de ce comité comprendraient également les domaines d'activité tels que l'approvisionnement, les normes, la sécurité, la tarification, la distribution et le commerce de détail du GPL.

7 Conclusion

La Côte d'Ivoire a fait d'énormes progrès dans le domaine de l'électrification en raison de la volonté affichée des autorités de faire du pays la plaque tournante dans les échanges d'énergie (hub énergétique) de la sous-région ouest africaine. Pour atteindre cet objectif, deux grands programmes d'électrification sont en cours de mise en œuvre. Il s'agit d'une part du PRONER qui vise à électrifier toutes les localités de plus de 500 personnes en 2020 et de toutes les localités en 2025 et d'autre part du PEPT qui, quant à lui, vise à lever tous les obstacles liés au coût du raccordement au réseau électrique national, qui entravent l'accès effectif des ménages à l'électricité. Par ailleurs, le Gouvernement a procédé à la réduction du tarif social de l'électricité en faveur des ménages à revenu modeste, dans le cadre du PS Gouv, en vue d'accélérer la mise en œuvre du PEPT.

Des progrès remarquables ont été enregistré dans le secteur de l'électricité avec la mise en œuvre de ces différents programmes. Le taux d'accès des ménages à l'électricité

est passé de 74% en 2012 à 90% en 2018 tandis que le taux de desserte est passé de 23 à 44% sur la même période. L'accès au GPL comme principal combustible utilisé pour la cuisson dans les ménages est également passé de moins de 2 % en 1989 à 18 % en 2010 puis à 23% en 2014.

Malgré les performances réalisées, beaucoup reste à faire pour atteindre l'électrification de toutes les localités à l'horizon 2025 et la satisfaction de la demande des ménages au GPL estimée à 1 200 000 TM à l'horizon 2030 ([SEE4ALL, 2016](#)). Il s'agit entre autres de la faible qualité de l'électricité fournie en raison de la vétusté du réseau électrique, de la prise en compte des campements dans le PRONER et la disponibilité du GPL sur l'ensemble du territoire national.

Bibliographie

- AGECC, 2010. Advisory Group on Energy and Climate Change - Energy for a Sustainable Future. New York.
- ANARE, 2015. Autorité national de régulation du secteur de l'électricité - Rapport d'activité 2015. Côte d'Ivoire.
- Anare-CI, 2018. Rapport d'activité 2018. Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Electricité de Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire.
- Bacache-Beauvallet, M., Perrot, A., 2017. Régulation économique : quels secteurs réguler et comment ? Notes Cons. Danalyse Econ. n° 44, 1–12.
- Banal-Estañol, A., Calzada, J., Jordana, J., 2017. How to achieve full electrification: Lessons from Latin America. *Energy Policy* 108, 55–69.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.036>
- Brew-Hammond, A., 2010. Energy access in Africa: Challenges ahead. *Energy Policy, Greater China Energy: Special Section with regular papers* 38, 2291–2301.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.016>
- Bruce, N., de Cuevas, R.A., Cooper, J., Enonchong, B., Ronzi, S., Puzzolo, E., MBatchou, B., Pope, D., 2018. The Government-led initiative for LPG scale-up in Cameroon: Programme development and initial evaluation. *Energy Sustain. Dev., Scaling Up Clean Fuel Cooking Programs* 46, 103–110.
<https://doi.org/10.1016/j.esd.2018.05.010>
- CIE, 2018. Rapport annuel.
- CIE, 2017. Bulletin annuel de statistiques.
- CNUCED, 2017. Rapport 2017 sur les pays les moins avancés. Conférence des Nations Unies pour le Commerce et le Développement, New York et Genève.
- DGH, 2018. Annuaire des statistiques des hydrocarbures en Côte d'Ivoire. Direction Générale des Hydrocarbures, Côte d'Ivoire.
- DGH, 2017. Annuaire des statistiques des hydrocarbures en Côte d'Ivoire. Direction Générale des Hydrocarbures, Côte d'Ivoire.
- Diallo, A., Moussa, R.K., 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>
- Dornan, M., Shah, K.U., 2016. Energy policy, aid, and the development of renewable energy resources in Small Island Developing States.
- ENV, 2015. Enquête Niveau de Vie des populations. Institut National de la Statistique (INS), Côte d'Ivoire.
- Forum économique mondial, 2016. Rapport mondial sur la compétitivité 2015-2016: le classement des pays africains.
- Girod, J., 1994. L'énergie en Afrique: la situation énergétique de 34 pays de l'Afrique subsaharienne et du Nord. KARTHALA Editions.

- Goldemberg, J., 2000. World energy assessment: energy and the challenge of sustainability: overview. UNDP, New York, U.S.
- Gould, C.F., Urpelainen, J., 2018. LPG as a clean cooking fuel: Adoption, use, and impact in rural India. *Energy Policy* 122, 395–408.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.042>
- He, G., Victor, D.G., 2017. Experiences and lessons from China’s success in providing electricity for all. *Resour. Conserv. Recycl.* 122, 335–338.
<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.03.011>
- Hollada, J., Williams, K.N., Miele, C.H., Danz, D., Harvey, S.A., Checkley, W., 2017. Perceptions of improved biomass and liquefied petroleum gas stoves in Puno, Peru: Implications for promoting sustained and exclusive adoption of clean cooking technologies. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 14, 182.
<https://doi.org/10.3390/ijerph14020182>
- IEA, 2011. World Energy Outlook OECD/IEA, Paris, France (2011).
- IEA, World Energy Outlook, 2019. SDG7: Data and Projections, Access to affordable, reliable, sustainable and modern energy for all.
- Kojima, M., 2013a. The role of liquefied petroleum gas in reducing energy poverty. World Bank (2013).
- Koua, B.K., Koffi, P.M.E., Gbaha, P., Touré, S., 2014. Present status and overview of potential of renewable energy in Cote d’Ivoire. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 41, 907–914. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.09.010>
- Meleu, M., 2002. Participation du secteur privé à la fourniture des infrastructures en Côte d’Ivoire : Revue et recommandation. *Econ. Res. Pap.*, African Development Bank.
- N’Gbo, A., 2009. Le service universel dans la fourniture d’eau et d’électricité en Côte d’Ivoire. *Polit. Econ. Dév.*, Cellule d’Analyse de Politiques Economiques du CIRES.
- Onyeji, I., Bazilian, M., Nussbaumer, P., 2012. Contextualizing electricity access in sub-Saharan Africa. *Energy Sustain. Dev.* 16, 520–527.
<https://doi.org/10.1016/j.esd.2012.08.007>
- Onyeji, I., Brazilian, M., Moss, T., 2017. The Digital Transformation and Disruptive Technologies: Challenges and Solutions for the Electricity Sector in African Markets (No. 105). Center for Global Development (CGD), Washington, D.C.
- Pachauri, S., Brew-Hammond, Barnes, D.F., Bouille, D., Gitonga, S., Modi, V., Prasad, G., Rath, A., Zerriff, H., 2012. Energy Access for Development. Global energy assessment – toward a sustainable future. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria.
- PETROCI, 2017. Rapport annuel.
- PND, 2016. Plan National de Développement 2016-2020 - Ministère du Plan et Développement.

- Practical action, 2014. Measurements and Definitions - Practical Action Policy and Practice.
- PSGouv, 2020. Bilan 2019 du Programme Social du Gouvernement 2019-2020. Cabinet du Premier Ministre, Côte d'Ivoire.
- Ranjit, L.R., O'Sullivan, K., 2002. A Source book for Poverty Reduction Strategies vol. 2. The World Bank, Washington, DC.
- RGPH, 2014. Recensement Général de la Population et de l'Habitat. Institut National de la Statistique (INS), Côte d'Ivoire.
- SEE4ALL, 2016. Agendas de l'initiative de l'Energie Durable pour Tous (SE4ALL) Côte d'Ivoire. Période [2015-2020/2030].
- Smith, K.R., Balakrishnan, Butler, C.D., Chafe, Z.A., Fairlie, I., Kinney, P., Kjellstrom, T., Mauzerall, D.L., McKone, T.E., McMichael, A.J., Schneider, M., Wilkinson, P., 2012. Chapter 4 - Energy and Health. In Global Energy Assessment - Toward a Sustainable Future, Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, pp. 255-324.
- Tenenbaum, B., Greacen, C., Siyambalapitiya, T., Knuckles, J., 2014. From the Bottom Up: How Small Power Plants and Mini-grids Can Deliver Electrification and Renewable Energy in Africa. Directions in Development World Bank, Washington DC (2014).
- Traoré, A., 2013. La production privée d'électricité : le modèle ivoirien. Secteur Privé & Développement.
- Troncoso, K., Soares da Silva, A., 2017. LPG fuel subsidies in Latin America and the use of solid fuels to cook. Energy Policy 107, 188–196.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.04.046>
- Vanie, B.T., Kouassi, L.P., 2012. Développement des interconnexions des réseaux électriques: Atouts, Bilan des Echanges et Perspectives de la Côte d'Ivoire.
- Whitley, S., Burg van der, L., 2015. Fossil Fuel Subsidy Reform: From Rhetoric to Reality New Climate Economy, London and Washington, DC (2015)
 (Available at) <<http://newclimateeconomy.report/misc/working-papers>> .
- WHO, 2014. Burden of disease from household air pollution for 2012. WHO, Geneva. World Health Organ.

Chapter 2

MEASURING ENERGY POVERTY IN CÔTE D'IVOIRE

Abstract

This study sheds light on two comprehensive issues related to energy poverty. First, it examines the incidence and the extent of energy poverty in Côte d'Ivoire. The 2015 Living Standards Measurement Survey (LSMS) is used to compute the multidimensional energy poverty index (MEPI). Second, it analyses the determinants of energy poverty. The results show that energy poverty affects almost 66% of the Ivorian population. Our analysis also reveals that the socioeconomic characteristics of the head of household, the place of residence, women's bargaining power, and household composition are the main determinants of energy poverty in Côte d'Ivoire. Finally, we found convincing evidence of a U-shaped relationship between energy poverty and household size. The main implication of this study is that the Ivorian government must provide more support to improve people's access to energy; it must also target appropriate measures to improve household wealth, education, and access to funding.

Keywords: Multidimensional Energy Poverty Index (MEPI), Deprivation, logistic model, Côte d'Ivoire.

Codes JEL: Q4; I3: D1; C5; C1

1 Introduction

The United Nations identified universal access to affordable, reliable, sustainable, and modern energy as a priority for the period 2015–2030. This seventh Sustainable Development Goal (SDG) is one of the main challenges for Africa, particularly Saharan Africa. The sub-Saharan region of Africa (SSA) faces a chronic energy deficit as about 600 million people do not have access to electricity (Sy et al., 2019). Those who are connected do not necessarily have access to reliable and affordable electricity. Furthermore, in 2019, around 900 million people lacked access to clean cooking facilities (Africa Energy Outlook, 2019). The statistics from World Energy Outlook (2018) indicate that the SSA region has the greatest concentrated levels of energy poverty. The concept of energy poverty in developing countries refers to the problem of inadequate access to modern types of energy such as electricity and liquified petroleum gas (LPG).

Energy poverty constitutes a major obstacle to development in SSA. It has negative consequences for health, the economy, and through greenhouse gas emissions, the climate. Specifically, energy poverty increases poverty, infant mortality, and illiteracy, and it decreases life expectancy (IEA, 2002; Pereira et al., 2011). Meanwhile, the lack of access to clean cooking facilities exposes SSA households, especially women and children who spend more time in the kitchen than men, to indoor air pollution (IEA, 2016). Although access to energy, especially for low-income groups, has attracted interest among international organizations, this issue has received little attention at the national level in developing countries (Practical Action, 2014).

Like most developing countries, Côte d'Ivoire is facing an energy poverty issue. The Ivorian authorities intend to make Côte d'Ivoire the regional energy hub and enable the country to have reliable, acceptable-quality, and evenly distributed energy

throughout the national territory. To achieve its goal, the Ivorian government has placed energy at the heart of its policy (as indicated in [Chapter 1](#)).

Côte d'Ivoire has significant energy potential, especially in terms of its energy supply in the renewable energy sector. This sector includes solar and wind, hydraulic, biomass, and biogas energy ([Koua et al., 2014](#)). However, many households in the country do not have access to electricity and instead use traditional biomass fuel to meet their cooking needs. In 2018, the national electricity coverage rate was 58% of households. Of these households, only 44% had effective access to electricity¹⁴([Anare-CI, 2018](#)). Several reasons can be given for this situation, including old production equipment, the scarcity of financial resources, and the high cost of an electricity subscription.

The relationship between energy consumption and economic growth in SSA countries has been widely explored at the macroeconomic level ([Akinlo, 2008](#); [Esso, 2010](#); [Esso and Keho, 2016](#); [Wolde-Rufael, 2009](#)). However, there has been little attention to energy poverty at the microeconomic level. Although research on the issue in European countries is advanced ([Belaïd, 2018](#); [Boardman, 1991](#); [Hills, 2012](#); [Thomson et al., 2017](#)), it remains limited in SSA. Recent studies on energy poverty in this part of Africa have focused on Malawi ([Tchereni et al., 2013](#)), South Africa ([Ismail and Khembo, 2015](#)), Ethiopia ([Bekele et al., 2015](#)), and Nigeria ([Ogwumike and Ozughalu, 2015](#)). These studies share the contention that the magnitude of energy poverty is very high in the region and that governments must promptly address this issue.

The usual indicators of fuel poverty in developed countries, such as the energy effort ratio or the Hills indicators ([Li et al., 2014](#)), seem inadequate for identifying the energy poor in the SSA context because of the importance of noncommercial energy issue. In

¹⁴ Number of villages electrified / total number of villages

developing countries, most households' energy use, especially in rural areas, comes from noncommercial sources (Pachauri, 2002). For example, most households in rural Côte d'Ivoire use firewood collected from forests to meet their energy needs. This situation cannot be captured by a monetary indicator. Following Nussbaumer et al. (2012), in this paper, we use the multidimensional energy poverty index (MEPI) to capture deprivation of access to modern energy services. Accordingly, the contribution of this paper is twofold. First, the paper provides strong empirical evidence of the incidence and the extent of energy poverty in Côte d'Ivoire through the calculation of the MEPI. Second, this paper analyses the determinants of energy poverty in Côte d'Ivoire. The findings of this study can be used by policymakers to adopt targeted policies aimed at alleviating energy poverty. To the best of our knowledge, this study is the first to evaluate and identify the determinants of Côte d'Ivoire's energy poverty based on the MEPI.

The remainder of the paper is structured as follows. Section 2 gives a brief overview of the relevant literature. Section 3 explains the study methodology. The data and related statistics are presented in Section 4. Section 5 presents and discusses the results. Section 6 concludes with a summary and some policy recommendations.

2 Literature review

The definition of energy poverty is important insofar as it makes it possible to properly formulate policies and implement strategies to combat this form of poverty and to monitor its evolution over time. There is no universal definition or measure of this concept. Our objective is not to challenge the existing measures of energy poverty. Rather, it is to provide a MEPI that can adequately identify those who suffer from energy poverty in developing countries, particularly in Côte d'Ivoire. Although fuel poverty and energy poverty are both focused on energy consumption in the residential sector, the two topics must not be confused. Energy poverty addresses basic issues of

energy access in developing countries, whereas fuel poverty focuses on issues of affordability in developed countries (Li et al., 2014).

The concept of fuel poverty in developed countries was first proposed by Lewis (1982), who stressed that the insufficient use of energy may affect people's living standards. The first quantified definition of fuel poverty was given by Boardman (1991). Known as the 10% measure, this definition is used to demarcate households whose fuel expenses for all energy services exceed 10% of the household income. Based on this simple indicator, the United Kingdom (UK) became the first country to establish a legally mandated target for fuel poverty eradication. Several other regions and countries in the European Union have invested in the study of fuel poverty by following the British model. Among those that stand out are France (Legendre and Ricci, 2015), southern Europe (Scarpellini et al., 2015), New Zealand (O'Sullivan et al., 2011), and Greece (Papada and Kaliampakos, 2016). More recently, Hills (2012) proposed an alternative measurement framework of fuel poverty called the low-income high costs (LIHC) indicator, noting that the 10% measure is limited by its failure to exclude high-income households. The LIHC indicator focuses directly on the overlap between high costs and low income. Finally, Charlier and Legendre (2019) proposed a multidimensional approach to the relationship between monetary poverty, residential energy efficiency, and heating restriction to better identify those who suffer from fuel poverty.

The concept of energy poverty is also debated in the literature. Some scholars do not make any distinction between energy poverty and fuel poverty (Buzar, 2007; Okushima, 2016; Papada and Kaliampakos, 2016), while others (Birol, 2007; Kaygusuz, 2012; Khandker et al., 2012; Nussbaumer et al., 2012; Sesan, 2012) underscore the importance of distinguishing between these two concepts. According to the latter group, energy poverty addresses basic issues of domestic energy deprivation at both the

accessibility and affordability levels in developing countries, whereas fuel poverty involves mainly affordability issues in developed countries (Li et al., 2014; Sadath and Acharya, 2017). However, all recognize the need to establish an energy poverty line that can be used to separate people experiencing energy poverty from those who are not. The energy poverty line is the minimum quantity of energy required to satisfy basic energy needs. The 10% measure cannot be applied to developing countries as the energy poverty threshold, especially in rural areas in SSA where a high proportion of households cook with firewood (56.83% in Côte d'Ivoire) and use torches, kerosene lamps, and firewood as sources of lighting. Indeed, energy poverty is necessarily influenced by several factors such as regional differences in climate, different socioeconomic characteristics (e.g., cost of living), and cultural factors (Charlier and Legendre, 2019). The main issue with these non-commercial energies resides in the evaluation of their cost. Noncommercial energies are not subject to monetary transactions on the market. Their cost could be estimated by the work time lost because of firewood collection or by the fall in labor productivity caused by indoor pollution that affects household health status.

Households using noncommercial energies spend a very small proportion of their income on meeting their energy needs. Accordingly, based on the 10% measure of income, one would consider these households as non-energy poor when in fact they are. We take into account the specificities of developing countries by defining energy poverty as a lack of access to reliable, sustainable, and modern energy services at an affordable cost (AGECC, 2010; IEA, UNDP, and UNIDO, 2010; Practical Action, 2014; Sher et al., 2014a). The United Nation Development Program (UNDP) explicitly defined energy poverty as the “inability to cook with modern cooking fuels and the lack of a bare minimum of electric lighting to read or for other household and productive activities at sunset”. According to Pereira et al. (2011), energy-poor households cannot meet their basic energy needs. The researchers estimate a minimum threshold of energy

consumption. We ultimately borrow the definition of [Reddy \(2000\)](#). This definition indicates that energy poverty is “the absence of sufficient choice in accessing adequate, affordable, reliable, high-quality, safe, and environmentally friendly energy services to support economic and human development”.

[Tab. 2.1](#) presents relevant empirical studies available on the subject in SSA. Two approaches are mainly used to measure energy poverty: expenditure and the MEPI.

[Nussbaumer et al. \(2012\)](#) underlined the multidimensional nature of energy poverty and the need to capture the link between access to energy services and human development. They proposed a new composite index called the MEPI. The MEPI focuses on energy services deprivation as opposed to energy service access. This index is essentially used to measure energy poverty mostly in developing countries ([Edoumiekumo et al., 2013](#); [Nussbaumer et al., 2012](#); [Ogwumike and Ozughalu, 2015](#); [Sher et al., 2014a](#)). Its methodology is derived from the literature on the multidimensional poverty measure from the Oxford Poverty Human Initiative (OPHI), which was in turn inspired by [Sen’s \(2000\)](#) capability and deprivations approach. According to this approach, poverty or underdevelopment is conceptualized as a lack of capability to achieve crucial and valued functionings such as being in good health, engaging in education or paid work, and maintaining meaningful relationships. In the same vein, energy is considered to be an essential prerequisite for achieving valued capacities ([Day et al., 2016](#)). Sen's capability approach inspired the development of famous indexes such as the Human Development Index (HDI) and the Multidimensional Poverty Index (MPI) ([Berenger and Vérez, 2019](#))

[Ogwumike and Ozughalu \(2015\)](#) estimated and analyzed the incidence and determinants of energy poverty in Nigeria based on a simple MEPI that they constructed. Using the Nigeria Living Standard Survey data set of 2004, they showed that energy poverty is pervasive in the country: It afflicts more than 75% of the

population. The determinants of energy poverty in Nigeria include household size; education level, gender, and age of the household head; general poverty; region of residence; and proportion of working members in the household. Efforts should be made to adequately tackle the problem of energy poverty in Nigeria. Tackling energy poverty in developing countries would put those countries on the path to rapid and sustainable development, as without sufficient energy, it is impossible for individuals to engage effectively in education, work, social life, and communication (Day et al., 2016).

The MEPI focuses exclusively on households' energy needs to measure energy poverty. Several variables are considered in the MEPI construction: dimensions, the weight of the various dimensions, the deprivation cut-off, and the energy poverty line. The choice of these variables “can be challenging and is an arbitrary and value-driven process” (Nussbaumer et al., 2012). These variables change according to the context of the study. Bekele et al. (2015) used the same dimensions that Nussbaumer et al. (2012) used to analyze energy poverty in Addis Ababa, the Ethiopian capital. However, some scholars have adapted the MEPI approach by using other dimensions (e.g., access to modern cooking fuel, indoor pollution, access to electricity, ownership of energy appliances, use of energy appliances) to capture energy poverty in SSA (Apere and Karimo, 2014; Bekele et al., 2015; Edoumiekumo et al., 2013; Ogwumike and Ozughalu, 2015; Sadath and Acharya, 2017). More recently, Tait (2017) developed a new methodology to measure energy poverty in South Africa based on four dimensions: fuel use, affordability, safety, and reliability. Our review of the dimensions of the MEPI (Tab. 2.1) shows a broad consensus on two key dimensions: namely, lighting (electricity access) and cooking (clean cooking fuel).

Empirical studies on the determinants of energy poverty in West Africa are relatively scant and have focused largely on Nigeria (Ogwumike and Ozughalu, 2015; Ozughalu and Ogwumike, 2018). After dichotomizing the dependent variable (the energy poverty

index) using the expenditure or the MEPI approach, each of these studies estimated the determinants of energy poverty using the logit model. These studies agree on several determinants of energy poverty, including the age of household head; the education level of household head; the size of household; the sex of household head; the total household expenditure; and the household head's marital status (Bekele et al., 2015; Ismail and Khembo, 2015; Ogwumike and Ozughalu, 2015; Tchereni et al., 2013). However, no study has considered the easing of household financial constraints (access to credit, receipt of remittances) and the situation of people living in precarious neighbourhoods as determining factors of energy poverty; thus, they are included in this study. Precarious neighbourhoods are defined as areas that are marginalized due to the absence or insufficiency of basic social infrastructure and the poverty of the populations who live there. Located in urban areas, precarious neighbourhoods feature housing that is built with recycled materials such as wood, sheet metal, and earth (banco). Because of their characteristics, these neighbourhoods are likely to constitute nests of energy poverty.

Tab. 2.1: Review of studies on the measure of energy poverty in Sub-Saharan Africa

AUTHORS & TITLE	COUNTRIES & DATA	DIMENSION	INDEX / INDICATORS	RESULTS
<p>Nussbaumer et al. (2012) Measuring energy poverty: Focusing on what matters</p>	<p>Several African countries. Demographic and Health Surveys (DHS) from selected African countries</p>	<p>Deprivation of access to modern energy services</p>	<p>MEPI based on five dimensions: cooking (modern cooking fuel (0.2), indoor pollution (0.2)), lighting (0.2), services provided by means household appliances (0.13) entertainment/education (0.13) and communication (0.13). This index captures the incidence and intensity of energy poverty.</p>	<p>The authors ranked African countries according to MEPI from sensitive energy poverty (MEPI>0.9; e.g. Ethiopia) to modest energy poverty (MEPI<0.6; Angola, Egypt, Morocco, Namibia, Senegal).</p>
<p>Tchereni et al. (2013) Economic Analysis of Energy Poverty in South Lunzu, Malawi</p>	<p>Malawi, South Lunzu Survey of 319 heads of households and their spouses</p>	<p>Expenditure approach</p>	<p>Energy expenditure. A household is energy poor if 10 % or more of its expenditure is on energy facilities.</p>	<p>The result showed that over 90 % of the households sampled were energy poor</p>

AUTHORS & TITLE	COUNTRIES & DATA	DIMENSION	INDEX / INDICATORS	RESULTS
<p>Edoumiekumo et al. (2013)</p> <p>Multidimensional Energy Poverty in the South-South Geopolitical zone of Nigeria</p>	<p>Nigeria</p> <p>National Living Standard Survey (NLSS) 2009-10</p>	<p>Deprivation of access to modern energy services</p>	<p>MEPI based on three major dimensions of energy deprivation: access to modern cooking fuel (0.2), indoor pollution (0.4) and access to main electricity from the generator (0.4). The study adopted the multidimensional energy poverty line of 0.5.</p>	<p>According to the study, 83.2% of the inhabitants are energy poor and are deprived of 90.3% of the weighted indicators at the zonal level in Nigeria</p>
<p>Apere and Karimo (2014)</p> <p>Multidimensional Energy Poverty in Nigeria: A National and Zonal Level Analysis</p>	<p>Nigeria</p> <p>The 2009-10 National Living Standard Survey data.</p>	<p>Deprivation of access to modern energy services</p>	<p>MEPI: the study constructed a MEPI using three major indicators of deprivation: lighting (household is deprived of light if it sources of light is not main electricity/generator and this indicator are weighted by (0.3)), modern cooking fuel (deprived if main cooking fuel is not electricity, cooking gas/oil or kerosene (0.4)), and fresh indoor air (deprived if cooking on a stove or open fire (0.3)). The multidimensional energy poverty line of 0.5 was adopted.</p>	<p>The results showed that 95 per cent of Nigerian households suffered from energy poverty at the national level and are deprived of 74 % of the weighted indicators.</p>

AUTHORS & TITLE	COUNTRIES & DATA	DIMENSION	INDEX / INDICATORS	RESULTS
<p>Ismail and Khembo (2015)</p> <p>Determinants of energy poverty in South Africa</p>	<p>South Africa</p> <p>National Income Dynamics Survey (NIDS, 2012)</p>	<p>Expenditure approach</p>	<p>The study used the expenditure approach to calculate the energy poverty for each of the individuals in the household. Are considered being energy-poor households who spend more than 10% of their income on energy sources.</p>	<p>The result showed the 25.3 % of South African households are energy poor against 74.7 % who are energy well-off.</p>
<p>Bekele et al. (2015)</p> <p>Energy poverty in Addis Ababa City, Ethiopia</p>	<p>Ethiopia Cross-sectional data from 466 households in 2012/13</p>	<p>Deprivation of access to modern energy services</p>	<p>MEPI based on five dimensions: energy for cooking activities (0.25), indoor air pollution (0.15), access to electricity (0.3), owing to energy appliances (0.15) and using energy appliances (0.15). Household is identified to be energy poor if he has exceeded a pre-defined threshold of 0.3</p>	<p>The result showed that 57.9% of Addis Ababa suffer from multidimensional energy poverty</p>

AUTHORS & TITLE	COUNTRIES & DATA	DIMENSION	INDEX / INDICATORS	RESULTS
<p>Ogwumike and Ozughalu, (2015)</p> <p>Analysis of energy poverty and its implications for sustainable development in Nigeria</p>	<p>Nigeria</p> <p>LSSD of 2004</p>	<p>Deprivation of access to modern energy services</p>	<p>MEPI based on three dimensions: cooking (0.4), indoor pollution (0.3) and lighting (0.3). The household that is deprived in two of the three dimensions is considered as being in energy poverty.</p>	<ul style="list-style-type: none"> • The results of the study showed that almost 72 % of Nigerian household's lack access to modern energy for cooking; over 98 % generate indoor pollution and over 54 % lack access to main electricity. • The results also showed that 75 % of Nigerian households are energy poor according to the MEPI headcount ratio.
<p>Tait (2017)</p> <p>Towards a multidimensional framework for measuring household energy access: Application to South Africa</p>	<p>South Africa</p> <p>Data collected in household surveys in two low-income urban communities in Cape Town, South Africa called Manenberg and Masilunge.</p>	<p>Access to modern energy services</p>	<p>Tait has developed a new methodology to measure energy poverty in the South African context. The paper presents a framework of four indicators to conceptualise and measure household energy access. The indicator is focused on 4 dimensions: fuel use, affordability, safety, and reliability. This article seeks to construct an indicator that is flexible to adapt to the context, purpose, and audience.</p>	<p>The results suggest that South African energy policy for poor households needs to target multiple objectives including affordability, safety, and reliability; and that these must apply to all fuels that are in use – not just electricity.</p>

3 Methodology

3.1 MEPI calculation methodology

The methodology of this study is inspired by [Nussbaumer et al. \(2012\)](#), [Sher et al. \(2014\)](#), and [Ogwumike and Ozughalu \(2015\)](#). This approach consists of constructing a MEPI. The MEPI captures a set of energy deprivation dimensions that may affect households. While recognizing that it is difficult to identify all the dimensions of energy poverty, in this study, we construct the MEPI using three broad dimensions: cooking, lighting, and asset ownership.

Households are deprived in the cooking dimension if they do not have access to LPG or electricity as cooking fuel. The cooking indicator takes 1 if a household is deprived and 0 otherwise. Indeed, one of the basic needs of households is cooking, and this need cannot be met without access to energy. Energy is needed to prepare meals. Also, it has been proven that household members, especially women and children, spend a large part of their time collecting cooking fuels. Moreover, indoor pollution caused by incomplete combustion represents a significant threat to household health. Following [Ogwumike and Ozughalu \(2015\)](#) and [Nussbaumer et al. \(2012\)](#), we attribute a significant weight of 0.4 to the cooking dimension of our indicator.

Deprivation in lighting refers to a situation in which a household has no access to electricity or a solar power system as a lighting source. In the asset's ownership dimension, a household is considered deprived if it has no more than three of the following five pieces of equipment: television, mobile phone, computer, refrigerator, and fan. This latter dimension of our MEPI captures the possession of entertainment or education appliances (television and computer) and telecommunication appliances (mobile phone), as well as household appliances (freezer and fan) used for domestic activities. These indicators are coded as 1 if the household is deprived and 0 otherwise.

Lighting and asset ownership are the most basic energy needs after cooking, and each has 0.3 as its weight. This flexibility of the MEPI allows scholars to capture all the dimensions of the energy poverty phenomenon and to adapt the index to local contexts.

The dimensions and indicators, as well as the associated weights, variables, and deprivation cut-offs, are shown in Tab. 2.2. The MEPI is the weighted sum of the individual components. A higher combined value for the deprivation scores indicates the prevalence of a higher level of energy poverty. A household is considered multidimensionally energy poor if the combination of its deprivations exceeds a predefined threshold.

Tab. 2.2: Details of MEPI construction

Dimensions	Indicators	Variables	Weight	The household is deprived if...
Cooking fuel	Access to the modern energy source for cooking	Type of energy source used for cooking	0.4	Household uses any energy source beside electricity or LPG (Liquefied Petroleum Gas).
Lighting	Access to modern source for lighting	Type of energy use for lighting	0.3	Household uses any energy source beside electricity or solar system.
Assets ownership	Access to energy equipment for refrigeration, education, and communication	Possession of energy equipment: television, Mobile phone, computer, refrigerator, and fan	0.3	Has no more than three of the five goods

Source: author’s computation

The mathematical model for constructing the MEPI can be summarized as follows. Let n denote the sample size (the number of households) and d represent the number of dimensions or variables of the MEPI. Then $Z = [z_{ij}]$ represents the $n \times d$ matrix of achievements for households across variables. Each row vector $z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{id})$

represents household i 's achievements in terms of the different variables and each column vector $z_j = (z_{1j}, z_{2j}, \dots, z_{nj})$ gives the distribution of achievements in variable j across the household. Each variable is weighted by p_j with $\sum_{j=1}^d p_j = 1$. To identify all households deprived in each of the chosen variables or indicators, we define v_j as the deprivation cut-off in variable j . Let $m = [m_{ij}]$ denote the deprivation matrix whose typical element m_{ij} is defined by $m_{ij} = p_j$ when $z_{ij} < v_j$ and as $m_{ij} = 0$ when $z_{ij} \geq v_j$. Column vector a_i represents the i th entry of deprivation and is defined as the sum of weighted deprivations suffered by household i : $a_i = \sum_{j=1}^d m_{ij}$. We then identify the households that are multidimensionally energy poor by defining the cut-off $s > 0$ and applying it across a column vector. A household is considered energy poor if weighted deprivation count a_i exceeds or equals s .

Following [Ogwumike and Ozughalu \(2015\)](#), we set s , our multidimensional energy line, at 0.6. This means that any household whose MEPI is greater than or equal to 0.6 is considered to be energy poor. This also implies that a household is energy poor if deprived in at least two out of the three identified dimensions of the MEPI.

Our MEPI is measured by the headcount ratio defined by $H = q/n$, where q is the number of households that are energy poor.

Since the weight set is arbitrary, it is necessary to analyse the sensitivity of the MEPI to the weights. To test the sensitivity of the MEPI to the arbitrary nature of the weights assigned to the dimensions used, we follow [Sadath and Acharya \(2017\)](#) and use the rank-sum method. First, we rank list the MEPI dimensions in the following order: cooking fuel, lighting, and asset ownership; we then apply the rank-sum formula to generate the weights

$$W_i = \frac{K - r_i + 1}{\sum_{j=1}^K K - r_j + 1}$$

where K represents the total number of dimensions ($K = 3$), and r_i is the rank of the i th dimension.

3.2 Econometric Methodology

After quantifying the level of energy poverty and measuring its magnitude throughout the country, we look for the determinants of energy poverty using logistic regression. The probability of a household being energy-poor is analysed based on its demographic and socioeconomic characteristics. The dichotomous outcome variable (MEPI) takes the value of 1 if the household is energy poor and 0 otherwise. The probability of being energy-poor is related to a series of potential predictor variables via an equation that takes the form

$$\text{MEPI} = \text{Log} [p / (1 - p)] = \beta_0 + X_i \beta \sum_k \beta_k X_{ik} + \varepsilon_i$$

where $p / (1 - p)$ is the odds in favour of being energy-poor, β_0 is the intercept and β_k is a set of coefficients, X_{ik} is the set of explanatory variables (see [Tab. 2.3](#)), and ε_i is the error term.

Tab. 2.3: Explanatory variables and expected signs

Variables	Description	Variable type
hhsex	Household's head gender	Dummy (Female=1, Male=0)
Hhsize	Household Size	Continuous
hysize ²	Household Size square	Continuous
Pcexp	Natural logarithm of per capita expenditure	Continuous
headage	Age of household head	Continuous
primary_educ	Household head completed primary school	Dummy (Yes=1, No=0)
secondary_educ	Household head completed secondary school	Dummy (Yes=1, No=0)
tertiary_educ	Household head completed tertiary school	Dummy (Yes=1, No=0)
couple	Household's head living in couple	Dummy (Yes=1, No=0)
poverty	Household head is poor	Dummy (Yes=1, No=0)
urban	Household head is living in urban area	Dummy (Yes=1, No=0)
precariousneig	Household head is living in precarious neighbourhoods	Dummy (Yes=1, No=0)
nbchildren	Number of children under 15 in the household	Continuous
nbelderly	Number of elders above 60 in the household	Continuous
remittances	Household head received remittances.	Dummy (Yes=1, No=0)
creditaccess	Household head has access to credit	Dummy (Yes=1, No=0)
propfem	Proportion of females in the household	Continuous
propworkers	Proportion of working members in the household	Continuous

4 Data and descriptive statistics

4.1 Data

Our econometric analysis relies on the Côte d'Ivoire Living Standards Measurement Survey (CI-LSMS). These survey data were collected between 23 January and 25 March 2015 by the National Statistics Office of Côte d'Ivoire. The CI-LSMS is a representative survey of 12,899 households, stratified by region and by residence area (urban or rural). At the first level, the overall number of enumeration blocks is 1,075. At the second level, the households are randomly selected (12 households per enumeration block).

The 2015 CI-LSMS contains the usual Living Standards Measurement Survey information on household structure, income, expenditures, labour market characteristics, assets, and agricultural production. The survey provides information on:

- access to electricity and clean cooking facilities;
- housing characteristics (type of roof, type of energy for cooking and living area);
- sociodemographic characteristics of a household (number of children under 15, number of adults older than 60, number of employed household members) and sociodemographic characteristics of a household head (gender, age, marital status, education level, employment status); and
- household consumption (household consumption per capita).

Tab. 2.11 in the appendix presents the variables used and gives some descriptive statistics for the samples.

4.2 Descriptive statistics

Tab. 2.4 displays the main sources of energy for cooking in Côte d'Ivoire. The most widely used cooking fuel across Côte d'Ivoire is firewood (55.84%), especially in rural areas (84.36%). The second-most used cooking fuel among Ivorian households is charcoal (17.40%). In contrast to firewood, charcoal is mainly used in urban areas (30.63%). Charcoal has the advantage of being able to be purchased on a day-to-day basis. As such, household purchasing can be adapted to the low- and daily-income conditions of workers in the informal sector in urban areas, which accounts for more than 90% of employment in Côte d'Ivoire (Institut National de la Statistique [INS], 2015). It should be noted that these cooking fuels (firewood and charcoal) have many

adverse effects on the environment and the health of populations, especially for women and children. Only a fraction of the Ivorian households use gas (17.35%), and most of these households are located in urban areas (32.96%).

Tab. 2.4: Main sources of energy used by Ivorian households for cooking (% of households)

	Rural	Urban	Total CI
Charcoal	4.11	30.63	17.40
Firewood purchased	2.33	7.16	4.75
Firewood picked up	82.03	20.26	51.09
Gas	1.68	32.96	17.35
Electricity	1.82	1.70	1.76
Oil	0.21	0.07	0.14
Not applicable	7.82	7.22	7.52
Total	100	100	100

Source: Authors' calculation using 2015 LSMS data.

Access to LPG is still limited to a fraction of the population. The main constraint explaining the weak access to this cleaner fuel type is the very high original cost of hearths with LPG and kerosene (Ouedraogo, 2006). Although the LPG distribution sector is booming, gas stations remain heavily concentrated in the southern part of the country.

Tab. 2.5 provides information about the main sources of lighting in Côte d'Ivoire. Electricity is accessed by almost two out of three households (58.30%). In urban areas, the proportion of households with access to electricity is higher (85.21%) than it is in rural areas (31.28%). Torchlight is the second-most common source of lighting in Côte d'Ivoire (33.36%). A high proportion of households in rural areas use a torch as the main source of lighting (55.78%). It should be noted that households, mainly in rural areas, have also begun to use solar panels (3.87%) for lighting.

Tab. 2.5: Main lighting fuels of Ivorian households (% of households)

	Rural	Urban	Total CI
Electricity	31.28	85.21	58.30
Generator	0.56	0.26	0.41
Solar panel	6.76	1.00	3.87
Lamp (petroleum, gas - oil)	4.07	1.60	2.83
Firewood	0.32	0.08	0.20
Torch	55.78	11.02	33.36
Others	1.24	0.83	1.03
Total	100	100	100

Source: Authors' calculation using 2015 LSMS data.

In developing countries, the lack of financial resources to buy or own electric appliances can impede improvements in the well-being of the poor. We include a third dimension, asset ownership, to account for the cooling of food (ownership of a fridge), of the home (ownership of a fan), and access to information and communication technologies (ICT; television, mobile phone, computer).

Tab. 2.6: Asset ownership deprivation

	Rural	Urban	Total
Mobile phone	17.92	07.97	25.89
Television	47.06	22.00	69.06
Freezer	54.49	39.40	93.89
Fan	50.35	23.15	73.50
Computer	54.92	42.00	96.92

Source: Authors' calculation using 2015 LSMS data.

Tab. 2.6 indicates the asset ownership deprivation of Ivorian households. Cooling is an essential energy service for the preservation of foodstuffs and medicines and for the maintenance of a liveable temperature in dwellings in hot countries like Côte d'Ivoire ([Practical Action, 2014](#)).

In Côte d'Ivoire, 93.89% of the population does not have access to a freezer, and 73.5% does not have access to a fan. ICT enables households to access information and

entertainment (programs and movies on television) and to communicate, but also to receive money transfers. This dimension informs the affordability of appliances because there is no point in having electricity or modern fuels if the potential users do not have the financial means to pay for the fuel or to invest in the appliances to deliver the desired service (Nussbaumer et al., 2012). It should be noted that the level of deprivation of mobile phones is relatively low (25.89%), while those of televisions (69.06%) and computers (96.92%) are high. All these asset ownership deprivations are more acute in rural areas.

5 Results and discussions

In this section, the MEPI calculation results and the sensitivity tests of this index are presented. We then highlight the determinants of people living in energy poverty using econometric analysis.

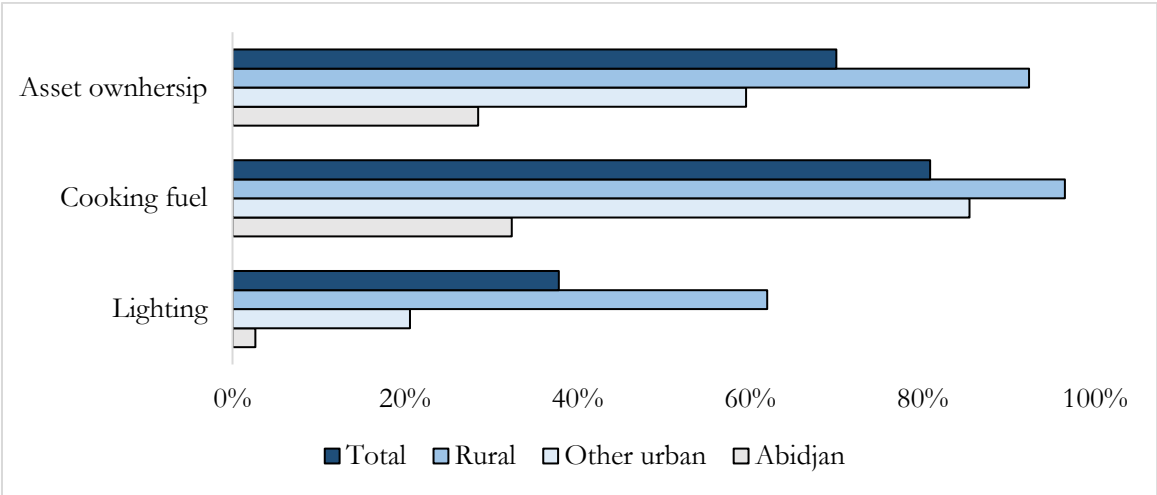
5.1 MEPI

Fig. 2.1 shows the deprivation rate for each of the different dimensions of the MEPI by area. The level of a household's deprivations is different depending on whether the household is located in a city or a rural area of Côte d'Ivoire. Ivorian households are most deprived in the cooking dimension. The percentage of households that lack access to modern energy sources for cooking is 35.02% in Abidjan, 85.77% in other urban areas, and 87.30% in rural areas. Concerning the electricity dimension, only 2.53% of Ivorian households lack access to modern sources of lighting in Abidjan compared with 64.02% in rural areas. The percentage of households that are deprived in the asset ownership dimension is 78.27%, of which 93.86% are located in rural areas.

These statistics show that in terms of policy responses, some areas of the country need greater attention paid to accessing modern energy sources for cooking and others require more action related to asset ownership or accessing electricity from modern

sources. Still, all MEPI dimensions are relevant and require attention. Fig. 2.4 in the appendix presents the regional representation of each dimension (electricity, cooking fuel, and asset ownership) of the MEPI.

Fig. 2.1: Extent of deprivation to access to modern energy sources for lighting, cooking, and asset ownership



Source: Author’s calculation using ENV 2015 data.

Tab. 2.7 presents the regional energy poverty scores in Côte d’Ivoire. A score of 0 means that the household is not deprived in any of the dimensions of energy poverty, while a score of 1 indicates that the household is, on the contrary, deprived in all dimensions of energy poverty. The latter situation has been characterized by Ozughalu and Ogwumike (2018) as extreme energy poverty. The regions that are least affected by energy poverty are the autonomous district of Abidjan (51.25%), the Grands Ponts region (25.85%), and the autonomous district of Yamoussoukro (17.34%). This situation is understandable because the first region is the economic capital of Côte d’Ivoire, the second is a neighbouring region of the economic capital, and the third is the political capital of the country. Extreme energy poverty is also present, with high rates in several regions in Côte d’Ivoire, including the Bounkani region (83.98%), the Hambol region (69.03%), the Bere region (68.69%), the Cavally region (64.41%), the

Tonkpi (63.70%), the Gbokle region (63.52%), the Guemon region (61.61%), and the Iffou region (60.21%).

Tab. 2.7: Region-wise MEPI scores (%)

Regions	Score MEPI					
	0	0.3	0.4	0.6	0.7	1
Abidjan	51.25	12.72	18.15	0.65	15.20	2.03
Haut-sassandra	2.93	2.11	11.73	8.61	32.94	41.68
Poro	2.67	0.33	19.69	0.03	26.73	50.55
Gbeke	4.86	0.85	37.74	0.00	29.59	26.97
Indenie-djuablin	5.25	2.29	24.23	0.00	34.83	33.39
Tonkpi	2.35	1.57	9.37	0.19	22.81	63.70
Yamoussoukro	17.34	0.21	36.11	0.00	27.03	19.30
Gontougo	2.49	4.74	10.66	0.35	22.00	59.76
San-pedro	7.05	3.69	11.31	1.09	24.41	52.45
Kabadougou	1.89	1.09	8.93	0.00	32.00	56.08
N'zi	1.78	0.86	13.55	0.00	29.36	54.45
Marahoue	1.49	1.46	11.24	0.51	33.77	51.51
Sud-comoe	11.61	3.97	27.34	0.82	42.27	13.99
Worodougou	0.00	0.00	6.25	0.00	40.87	52.88
Loh-djiboua	5.27	3.12	12.08	0.81	35.93	42.79
Agneby-tiassa	4.17	4.20	20.52	0.07	49.39	21.65
Goh	6.45	5.91	16.60	4.29	36.20	30.56
Cavally	1.74	0.47	9.07	0.00	24.31	64.41
Bafing	1.05	1.58	12.66	0.46	28.54	55.72
Bagoue	0.19	0.00	20.77	0.00	34.52	44.51
Belier	2.44	0.43	14.28	0.69	36.62	45.54
Bere	0.25	0.08	3.79	0.00	27.20	68.69
Bounkani	0.31	0.00	1.25	0.00	14.46	83.98
Folon	0.00	0.16	7.96	0.00	47.70	44.18
Gbokle	2.15	0.30	6.98	0.15	26.89	63.52
Grands-ponts	25.85	2.08	6.71	0.21	37.28	27.88
Guemon	1.69	0.47	9.40	0.00	26.84	61.61
Hambol	0.27	1.51	10.24	1.20	17.75	69.03
Iffou	1.31	0.00	11.63	0.13	26.72	60.21
La me	4.51	2.17	14.78	0.00	52.34	26.20
Nawa	3.16	5.53	20.31	0.26	27.00	43.74
Tchologo	0.57	0.00	16.11	0.23	33.65	49.45
Morono	3.11	0.07	17.45	0.00	46.38	32.98
Total	13.82	4.26	16.06	1.03	28.15	36.68

Score = 0: Not deprived in any of the dimensions of MEPI. Score = 0.3 or 0.4: deprived in one dimension of MEPI; Score = 0.6 or 0.7: deprived in two dimensions of MEPI and Score = 1: Deprived in all the MEPI dimensions.

Source: Author's calculations using CILSS 2015

As depicted in [Tab. 2.8](#), almost 66% (65.86%) of Ivorian households are energy poor compared with 75% of households in Nigeria, 90% in Malawi, and 57.9% in Addis Ababa ([Bekele et al., 2015](#); [Ogwumike and Ozughalu, 2015](#); [Tchereni et al., 2013](#)). This situation is amplified in rural areas in Côte d'Ivoire where more than nine out of ten (91.36%) households are energy poor. The midwestern, northeastern, and western parts of the country record energy poverty rates of more than 80%.

Tab. 2.8: Energy poverty incidence: national, by zone, and by sector

Areas	MEPI headcount ratio (%)
National	65.86
Zone	
Abidjan	15.59
Center (Yamoussoukro)	74.93
Central-East (Abengourou)	68.22
North-Central (Bouaké)	65.89
Midwest (Daloa)	80.60
North (Korhogo)	79.47
Northeast (Bondoukou)	86.89
North-West (Odienné)	91.94
West (Man)	87.77
South excluding Abidjan (Abidjan)	67.57
South-West (San Pedro)	77.02
Sector	
Other urban	55.64
Urban	40.47
Rural	91.36

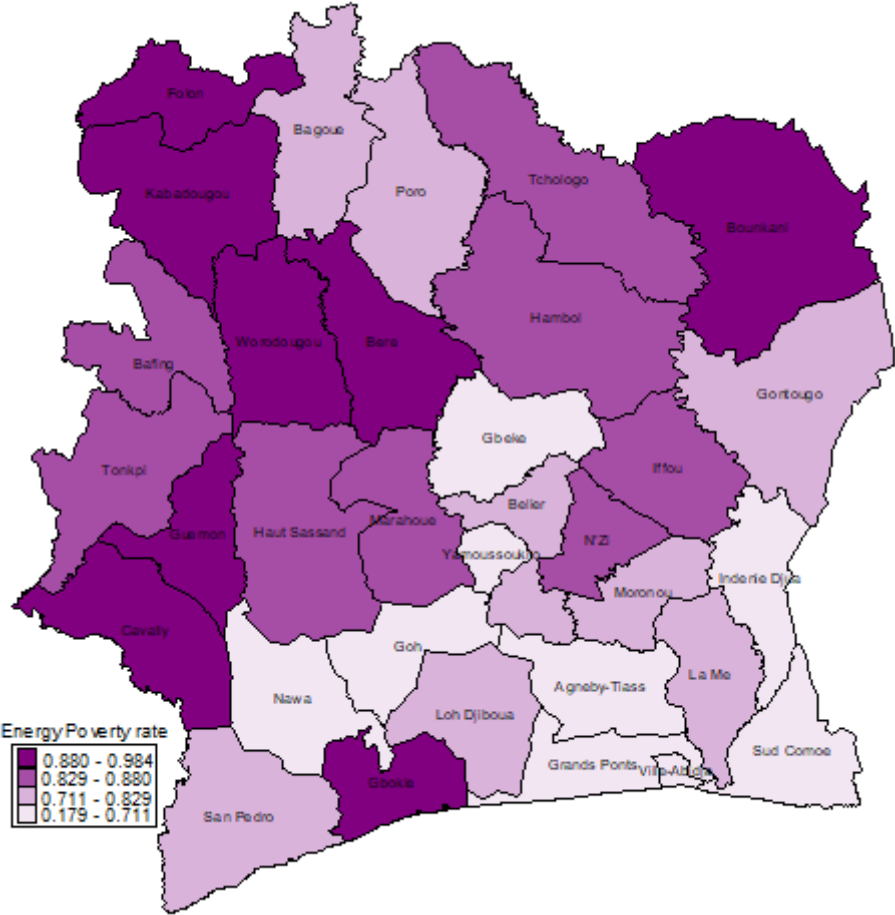
Source: Authors' calculation

Fig. 2.2 represents the mapping of energy poverty across the regions of Côte d'Ivoire. As indicated, energy poverty is less severe in the regions located in the south of the country, except for the Gbokle region. This region is a small rural region comprised of two municipalities, Sassandra and Fresco. The electrification rate in this region in 2016 was 28%, with only 31 of the 111 localities electrified ([CI-ENERGIES. 2016](#)). In the north of the country, only the regions of Poro and Bagoue are less energy poor. Indeed, these two regions benefited from huge governmental investments after the post-

electoral crisis that the country experienced in 2010. Moreover, the agricultural raw materials produced in these regions (e.g., cashew nuts, cotton) have increased in value over the past decade, thereby reducing the poverty level in these localities and consequently the energy poverty level of Côte d'Ivoire as a whole.

In total, the level of energy poverty in Côte d'Ivoire varies from 21.02% in the autonomous district of Abidjan to 96.67% in the Bounkani region.

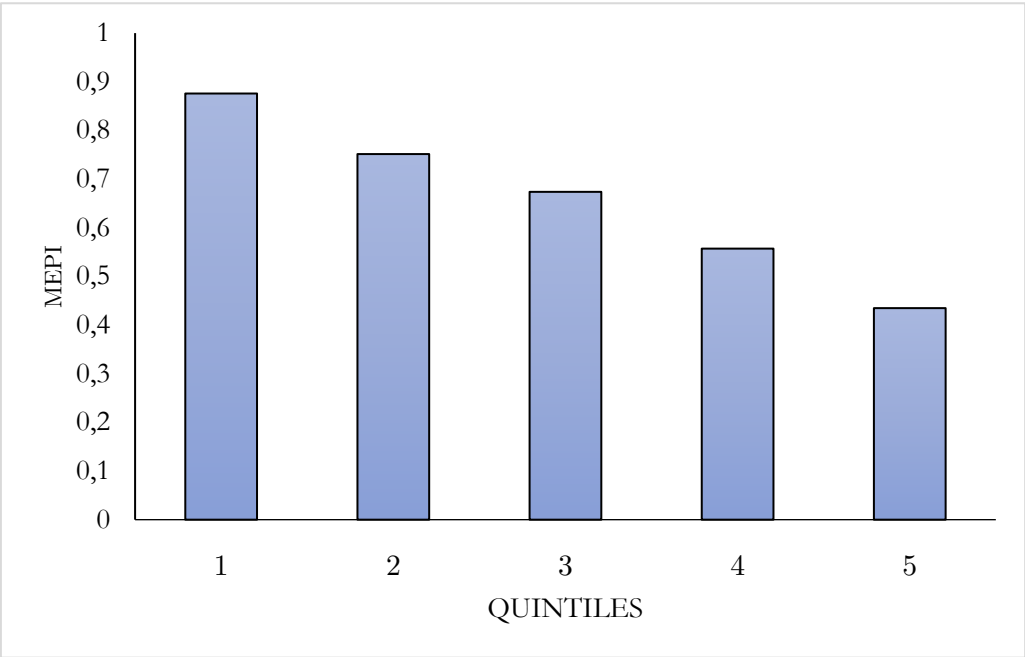
Fig. 2.2: MEPI by region



Source: Author's computation using 2015 CI-LSMS

Fig. 2.3 shows the relationship between energy poverty and income by quintile. It can be observed that energy poverty decreases gradually as incomes increase. High-income households that are facing energy poverty are located mostly in rural areas. Côte d'Ivoire is an agricultural country, and wealthy planters who live in villages are not yet connected to the national grid.

Fig. 2.3: Energy poverty by quintile



Source: Authors' calculation using 2015 LSMS data.

5.2 Sensitivity analysis of the MEPI

The MEPI dimension ranked first is assigned the weight of 50%; second, 33%; and third, 17%. We use the two-ordered scheme Rank Sum 2 and Rank Sum 3. Table 4 summarizes the three scenarios (see [Tab. 2.9](#)).

Tab. 2.9: Sensitivity analysis of MEPI weights

	Baseline Weight	Rank Sum 1	Rank Sum 2	Rank Sum 3
Cooking fuels	0.4	0.5	0.33	0.33
Lighting	0.3	0.33	0.5	0.17
Assets Ownership	0.3	0.17	0.17	0.5

Source: Author computation

The first sensitivity test reveals that the MEPI from the baseline weight and the two others from the rank-sum weight method are very close. The tetrachoric correlation coefficients among the three indexes are very high, ranging from 0.96 for the highest to 0.84 for the lowest.

Secondly, we change the threshold from 0.6 (indicating a household is deprived in two dimensions) to 0.3 (indicating a household is deprived in one dimension). The objective of this sensitivity test is to assess the effects of the MEPI threshold change on the rank of a region. The results indicate that changes in the incidence of energy poverty cut-offs do not lead to significant changes in region classification in Côte d'Ivoire (see [Fig. 2.6](#) in the appendix). A key observation is that the values of the MEPI headcount ratio begin to decrease when the cut-off decreases from 1 to 0.6 and 0.3.

5.3 Determinants of the MEPI

Tab. 2.10 presents the results of the model in this study: namely, the logistic regression model of the determinants of energy poverty in Côte d'Ivoire. In the logistic regression model estimation, we pay less attention to the coefficients than we do to their signs. We are interested in the signs of the coefficients because they allow us to determine the nature of the relationship between a given explanatory variable and the probability of being energy poor. Various adjustment tests allow us to validate our results. Our model has a prediction rate of 81.14% for the probability of being

energetically poor. The surface below the ROC curve is 87.39%, which confirms the goodness of fit of the model used. ROC is a graphical tool that represents the accuracy of diagnostic tests or other evaluation modalities used to discriminate between two states (in this case, energy-poor and energy non-poor).

The results of the logistic regression are shown in Tab. 2.10. This table indicates that most of the marginal effects are statistically significant at the 1% level and have the expected signs.

The results attest to the negative and significant relationship between energy poverty and each of the following factors: the household head's general poverty status, education level of household head, living in a couple (whether married or in a committed partnership), residing in an urban area, receipt of remittances, and the proportion of women in the household. On the other hand, household general poverty, residing in a precarious neighbourhood, and the number of children under 15 in the household are each positively associated with energy poverty.

We find that household heads who are living as part of a couple (whether married or in a committed partnership) have a lower probability of being energy-poor than household heads who are not. This result is consistent with those of authors such as [Ismail and Khembo \(2015\)](#). This result can be explained by the fact that married couples and committed partners combine their incomes and share the expenses of the household, including energy expenditures.

Tab. 2.10: Coefficients and marginal effects of the determinants of energy poverty

VARIABLES	Coefficients	Marginal effects (ME)	Robust Std Error of ME
Household head characteristics			
Household's head gender	-0.1590	-0.0190	0.0126
Age of household head	0.0021	0.0002	0.0004
Household's head living in a couple	-0.6670***	-0.0799***	0.0168
Education			
Head with completed primary education	-0.4810***	-0.0577***	0.0113
Head with completed secondary education	-0.7970***	-0.0955***	0.0132
Head with tertiary education	-2.0540***	-0.2460***	0.0328
Household characteristics			
Household Size	-0.4440***	-0.0533***	0.0085
Household Size squared	0.0108***	0.0013***	0.0005
Number of children under 15 in the household	0.1240**	0.0148**	0.0069
Number of elders above 60 in the household	0.1050	0.0125	0.0124
proportion of working members in the household	-0.2610	-0.0313	0.0267
Income and financial resources			
Household general poverty status	0.3890***	0.0466***	0.0098
Household receives remittances	-0.2380*	-0.0285*	0.0148
Household has access to credit	-0.0828	-0.0099	0.0161
Locational characteristics			
Living in urban area	-2.6340***	-0.3160***	0.0276
Living in precarious neighbourhoods	1.9800***	0.2370***	0.0289
Proxy for women's bargaining power			
Proportion of females in the household	-0.528***	-0.0633***	0.0176
Constant	7.0370***		
Observations	12.797	12.797	

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

And Clustered Standard Errors (33 regions).

Our results also show a negative association between the education level of the household head and energy poverty. Especially when compared to household-head illiteracy (the base category), household-head primary, secondary, and high education

levels have a significant and negative effect on energy poverty status. This is expected since higher education levels are associated with higher income levels, and as high schools, colleges, and universities are in big cities, people settle in these cities after studying there. This situation increases their probability of access to electricity and LPG and therefore reduces their probability of energy poverty. This is also a reality for primary schools, which are generally located in big villages. Educated household heads have a lower probability of being energy poor. The higher the level of education, the lower the probability of being energy poor.

On the effect of household size on energy poverty, we identify a significant and nonlinear relationship between these two variables. More specifically, we show strong evidence of a U-shaped relationship between energy poverty and household size. This indicates that the probability of being energy-poor decreases when household size increases to a certain threshold or beyond.

Furthermore, we show a positive and significant relationship between the number of children under 15 in a household and energy poverty, suggesting that households with many children may be more susceptible to energy poverty. An additional child under 15 in the household increases the probability of being energy-poor by 1.48 percentage points.

Turning our attention to household financial resources, we show that the general poverty status of the household head is a factor that positively influences the likelihood of being energy poor. There is a positive and significant relationship between income poverty and energy poverty. A household that is classified as poor has a 4.66 percentage point increase in the probability of being energy-poor compared to a household that is not classified as poor. The reason behind these results is that poor households are unable to connect to the electricity grid and afford electric equipment. The results also confirm our expectation regarding the relationship between remittances and energy

poverty. Receiving remittances decreases the probability of being energy-poor by 2.85 percentage points.

Geographical factors have also been found to affect energy poverty status. Our results indicate that urban households' probability of being energy-poor is 31.6 percentage points lower than that of rural households. The reason for such a relationship between the geographic location of residence and energy poverty status is largely due to accessibility. Urban populations have easier access to infrastructure (LPG and electricity) than those in rural areas. This is consistent with [Ogwumike and Ozughalu \(2015\)](#), who found that residing in urban areas reduces the odds in favour of being energy poor in Nigeria. Another interesting result concerns the linkage between precarious neighbourhoods and energy poverty. Living in a precarious environment increases the probability of being energy-poor by 23.7 percentage points. This result can be explained by noting that precarious neighbourhoods constitute urban pockets of poverty wherein households are deprived of access to basic infrastructure.

Finally, we examine the effect of women's bargaining power on energy poverty. Following [Ozughalu and Ogwumike \(2018\)](#), we use the proportion of women in a household as a proxy for women's bargaining power. Our results indicate that women's bargaining power is negatively related to energy poverty. In other words, when the proportion of women in a household increases by 1%, the probability of being energy-poor decreases by 6.33 percentage points. This result brings to light the importance of women's bargaining power in the fight against energy poverty. Women may have sources of income separate from those of men. They can target essential household expenses, such as the purchase of modern cooking fuels for food or the education of children. This finding contradicts that of [Ozughalu and Ogwumike \(2018\)](#), who found a positive relationship between the proportion of women in a household and extreme energy poverty in Nigeria.

6 Conclusion and policy implications

This paper assessed the incidence and the extent of energy poverty in Côte d'Ivoire. Using a logistic model, it analysed the variables that are likely to significantly affect energy poverty in the country. The results indicate that 65.86% of Ivorian households are energy poor. When we decomposed these results across areas, we found that energy poverty is more pervasive in rural areas (91.36%).

The Ivorian government has already implemented some policies to combat energy poverty. These policies include the standardization of the price of LPG throughout the national territory beginning in 2013. This standardization took place in response to an anarchic fixing price practiced by resellers that led to high prices for this fuel. The price standardizing policy increased the consumption of LPG between 2013 and 2014 from 178,056 TM to 205,888 TM (PND, 2016). In terms of electrification and electricity access, the government has assiduously implemented two flagship initiatives, the National Rural Electrification Program (Programme National Electrification Rurale [PRONER¹⁵]) and the Electricity for all Programme (Programme Électricité Pour Tous [PEPT¹⁶]). Although these initiatives have yielded some results, much remains to be done to improve households' wellbeing.

We can draw the following policy conclusion from the results of our study. To reduce energy poverty, the Ivorian government and development actors should focus on policies directly affecting energy poverty according to the three dimensions of the MEPI. These dimensions are access to modern fuel sources for cooking and lighting, access to ownership appliances (direct actions), and the transiting of policies through

¹⁵ PRONER is a rural electrification program whose objective is to electrify all localities with at least 500 inhabitants by the end of 2016 and all localities regardless of size by 2020.

¹⁶ PEPT is grid connection facilitation program that has introduced social tariffs, including a CFA 1,000 (€1.50) connection payment, with the remainder of the CFA 150,500 (€225) connection cost spread out over the next 10 years.

the determinants of energy poverty (indirect actions). The indirect policies should concern the promotion of education (education for all and adult literacy) and the implementation of poverty reduction policies. However, the limitation of this study is its lack of longitudinal data, which prevented us from capturing the temporal dimension of energy poverty. Therefore, future studies should consider this aspect to achieve a better understanding of the dynamics and spatial heterogeneities of energy poverty.

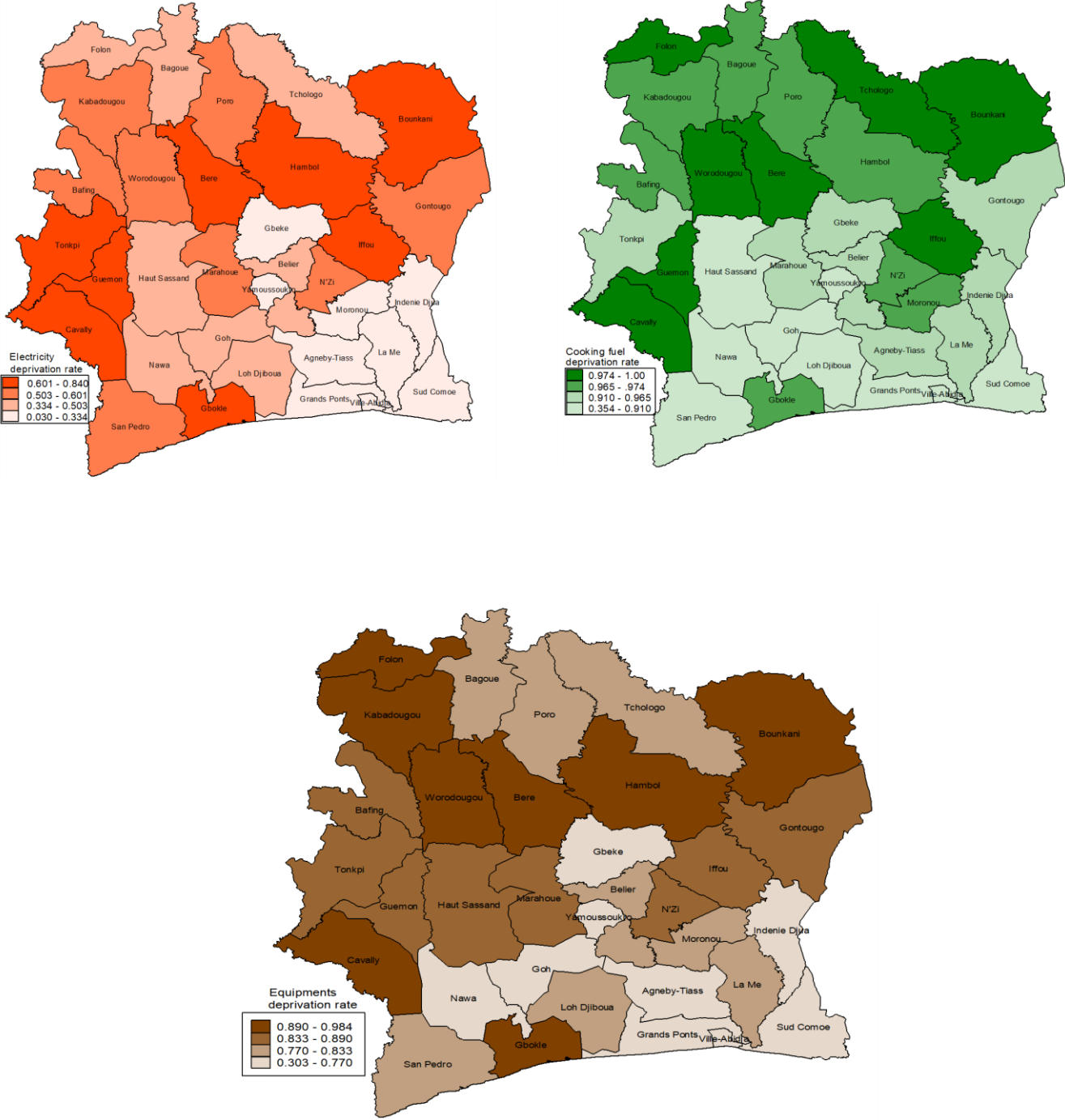
Appendix

Tab. 2.11: Summary statistics

Variable	Description	obs.	Mean	Std. Dev.	Min/Max
MEPI	Multidimensional Energy Poverty Index headcount ratio	12.899	0.6586	0.4742	0/1
Hhsex	Household's head gender (1=female, 0=male)	12.899	0.1871	0.3900	0/1
Hhsize	Household Size	12.899	5.1371	2.9829	1/36
hhsizex ²	Household Size square	12.899	35.2870	53.6240	1/1296
Pcexp	Natural logarithm of per capita expenditure	12.899	1.4181	0.5312	0.039/4.683
Headage	Age of household head	12.899	42.8423	13.6762	12/120
primary_educ	Head with completed primary education (1= yes, 0=no)	12.797	0.1734	0.3786	0/1
secondary_educ	Head with completed secondary education (1= yes, 0=no)	12.797	0.2120	0.4087	0/1
tertiary_educ	Head with high education (1= yes, 0=no)	12.797	0.0519	0.2218	0/1
Couple	Household's head living in couple (1=yes, 0=otherwise)	12.899	0.7982	0.4014	0/1
Poverty	Household general poverty status (1= yes, 0=no)	12.899	0.4634	0.4987	0/1
Urban	Living in urban area (1=yes, 0=no)	12.899	0.5010	0.5000	0/1
precariousneig	Living in precarious neighborhoods (1=yes, 0=otherwise)	12.899	0.0560	0.2299	0/1
nbchildren	Number of children under 15 in the household	12.899	2.3947	2.0225	0/17
nbelderly	Number of elders above 60 in the household	12.899	0.3247	0.7126	0/9
remittances	Household receives remittances (1= yes, 0=no)	12.899	0.0951	0.2933	0/1
creditaccess	Household has access to credit (1= yes, 0=no)	12.899	1.8605	0.3464	0/1
propfem	Proportion of females in the household	12.899	0.4923	0.2383	0/1
propworkers	the proportion of working members in the household	12.899	0.3828	0.2893	0/1

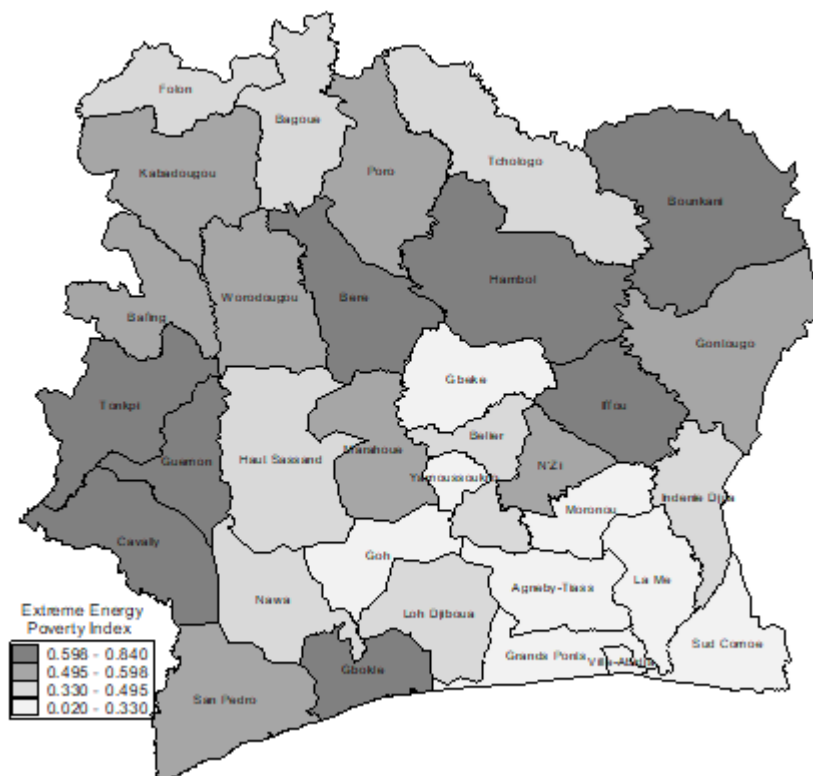
Source: Author's calculation using data from 2015 LSMS

Fig. 2.4: Spatial deprivation of the different dimensions of MEPI (electricity, cooking fuel and asset ownership)



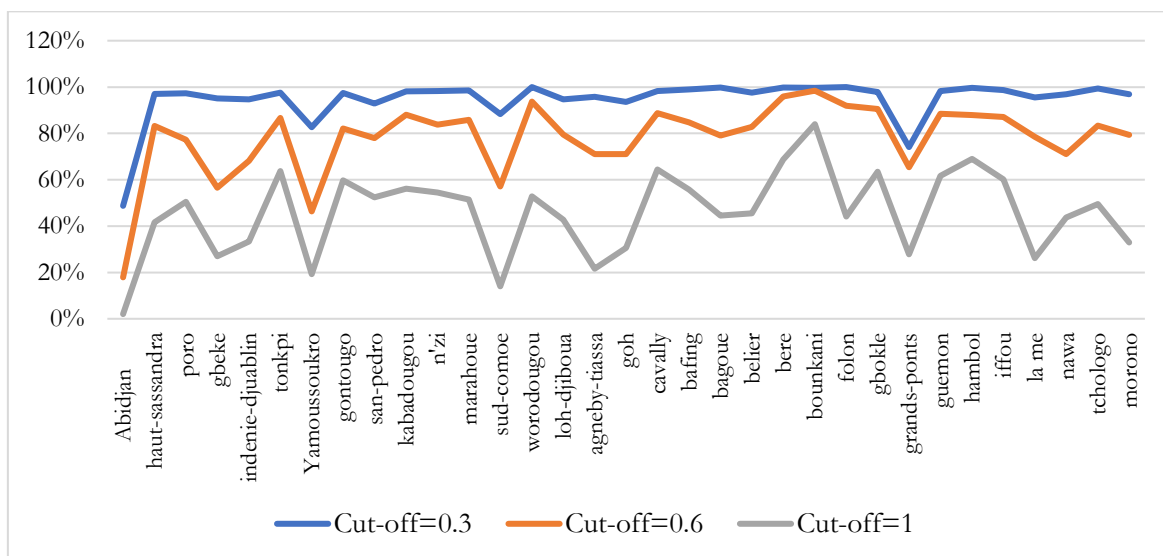
Source: Author's calculation using 2015 CI-LSMS

Fig. 2.5: Extreme Energy Poverty by region



Source: Author's calculations using 2015 CI-LSMS

Fig. 2.6: Cut-off change



Source: Author's calculations using 2015 CI-LSMS

Tab. 2.12: Relevant studies on the determinants of energy poverty in Sub-Saharan Africa

AUTHORS	COUNTRIES & DATA	METHODOLOGY	RESULTS
<p>Tchereni et al. (2013) Economic Analysis of Energy Poverty in South Lunzu, Malawi.</p>	<p>Malawi, South Lunzu Survey of 319 heads of households and their spouses</p>	<p>Focusing on the ten % measure, the study constructs a binary dependent variable and uses logistic regression to estimate the model. DV: energy poverty (dummy); IV: transport expenditure, food expenditure, education expenditure, education expenditure, household size, household head education, sex, housing size, marital status.</p>	<p>The study founds a positive and significant relationship between energy poverty and transport expenditure. household size. There was a positive relationship between energy poverty gender and education, but these relationships were not significant. The study also founded a negative and significant relationship between food expenditure, expenditure on education and energy poverty. The relationship between energy poverty and the size of the dwelling was negative and insignificant.</p>
<p>Ismail and Khembo (2015) Determinants of energy poverty in South Africa</p>	<p>South Africa the National Income Dynamics Survey (NIDS. 2012)</p>	<p>Focus expenditure approach, where a household is energy poor if 10 % or more of its income is on energy. The study constructs a binary dependent variable and employs the logistic regression to estimate the model. DV: energy poverty (Dummy); IV: Individual characteristics (gender, race, Educational attainment). Household characteristics (electrified location, household size, number of people in the household), demographic characteristics (province of the household).</p>	<p>The study founded that there is a positive and statically significant relationship between energy poverty and transport expenditure, schooling expenditure, gender, and household size. All provinces have a positive relationship with energy poverty and African people are more energy poor than white and Asian/Indian people. The results also showed that here is a negative and significant relationship between energy poverty and food expenditure, level of education, marital status, and dwelling size.</p>

AUTHORS	COUNTRIES & DATA	METHODOLOGY	RESULTS
<p>Ogwumike and Ozughalu (2015)</p> <p>Analysis of energy poverty and its implications for sustainable development in Nigeria</p>	<p>Nigeria</p> <p>LSSD of 2004</p>	<p>To estimate the determinants of energy poverty, the study employs the binary logit model. DV¹⁷ is the energy poverty headcount ratio, a binary variable (1 if the household is energy poor and 0 otherwise).</p> <p>The IV¹⁸ are: household size, age of household head (in years), sex of household head educational level of household head, North is living in Northern Nigeria Urban is living in urban area, a ratio of food expenditure to total expenditure (in %age), household general poverty status; the proportion of working, a natural logarithm of per capita expenditure in regionally deflated prices, a proportion of household members that are between 0 and 15 years, and a proportion of household members that are more than 60 years old.</p>	<p>There is a negative and significant relationship between sex of household head, residing in an urban area, the proportion of working members of households and energy poverty. On the other hand, there is a positive and significant relationship between household size, age of household head, living in Northern Nigeria, the ratio of food expenditure and general poverty and energy poverty. Finally, household income, the proportion of children in the household and the proportion of old have not significant effect on energy poverty in Nigeria.</p>

¹⁷ Dependent Variable

¹⁸ Independent Variables

<p>Bekele et al. (2015)</p> <p>Energy poverty in Addis Ababa City, Ethiopia</p>	<p>Ethiopia</p> <p>Cross-sectional data from 466 households in 2012/13</p>	<p>The study used the logistic regression model to estimate the determinants of energy poverty.</p> <p>DV: Energy poverty</p> <p>IV: Age, Marital status, Family size, head of household education level (primary and secondary), own house, own refrigeration, own electric meter, total energy expenditure and total expenditure</p>	<p>Family size, household head education level at the post-secondary level, owning a refrigerator, owning electric meter, total energy expenditure and household income are founded to be the determinants of multidimensional energy poverty in Addis Ababa. There is a positive and significant relationship between energy poverty and family size, household total energy expenditure and total expenditure.</p> <p>There is a negative and significant relationship between energy poverty and household head's education level at post-secondary, owning a refrigerator, owning the electric meter</p>
--	---	--	--

References

- Africa Energy Outlook, 2019. Africa Energy Outlook 2019 (No. World Energy Outlook special report). IEA.
- AGECC, 2010. Advisory Group on Energy and Climate Change - Energy for a Sustainable Future. New York.
- Akinlo, A.E., 2008. Energy consumption and economic growth: Evidence from 11 Sub-Saharan African countries. *Energy Econ.* 30, 2391–2400.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.01.008>
- Anare-CI, 2018. Rapport d'activité 2018. Autorité Nationale de Régulation du Secteur de l'Électricité de Côte d'Ivoire, Côte d'Ivoire.
- Apere, T.O., Karimo, T.M., 2014. Multidimensional energy Poverty in Nigeria: A National and Zonal Level Analysis.
- Bekele, G., Negatu, W., Eshete, G., 2015. Energy Poverty in Addis Ababa City, Ethiopia. *J. Econ. Sustain. Dev.* 6.
- Belaïd, F., 2018. Exposure and risk to fuel poverty in France: Examining the extent of the fuel precariousness and its salient determinants. *Energy Policy* 114, 189–200. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.12.005>
- Berenger, V., Vérez, J.-C., 2019. Pauvreté multidimensionnelle et accès à la santé maternelle au Maroc. *Mondes En Dev.* n° 187, 51–70.
- Birol, F., 2007. Energy Economics: A Place for Energy Poverty in the Agenda?
- Boardman, B., 1991. Fuel Poverty: from cold homes to affordable warmth.
- Buzar, S., 2007. The 'hidden' geographies of energy poverty in post-socialism: Between institutions and households. *Geoforum* 38, 224–240.
<https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.02.007>
- Charlier, D., Legendre, B., 2019. A Multidimensional Approach to Measuring Fuel Poverty. *Energy J.* 40. <https://doi.org/10.5547/01956574.40.2.bleg>
- Charlier, D., Risch, A., Salmon, C., 2015. Les indicateurs de la précarité énergétique en France. *Rev. Française Econ.* Volume XXX, 187–230.
- CI-ENERGIES, 2016. Statistiques régionales - Bilan électrification rurale de 2011-2016.
- Day, R., Walker, G., Simcock, N., 2016. Conceptualising energy use and energy poverty using a capabilities framework. *Energy Policy* 93, 255–264.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.019>
- Edoumiekumo, S.G., Tombofa, S.S., Karimo, T.M., 2013. Multidimensional Energy Poverty in the South-South Geopolitical Zone of Nigeria 4.
- Esso, L.J., 2010. Threshold cointegration and causality relationship between energy use and growth in seven African countries. *Energy Econ.* 32, 1383–1391.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.003>

- Esso, L.J., Keho, Y., 2016. Energy consumption, economic growth and carbon emissions: Cointegration and causality evidence from selected African countries. *Energy* 114, 492–497. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2016.08.010>
- Hills, J., 2012. Getting the measure of fuel poverty: final report of the Fuel Poverty Review. CASereport (72). Centre for Analysis of Social Exclusion, London School of Economics and Political Science, London, UK.
- IEA, 2016. World Energy Outlook 2016 - Chapter 2: Energy Access.
- IEA, 2002. World Energy Outlook 2002 OECD/IEA, Paris, France.
- IEA, UNDP, and UNIDO, 2010. Energy Poverty: How to make modern energy access universal.
- Ismail, Z., Khembo, P., 2015. Determinants of energy poverty in South Africa. *J. Energy South. Afr.* 26, 66–78.
- Kaygusuz, K., 2012. Energy for sustainable development: A case of developing countries. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16, 1116–1126. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.11.013>
- Khandker, S.R., Barnes, D.F., Samad, H.A., 2012. Are the energy poor also income poor? Evidence from India. *Energy Policy* 47, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.028>
- Koua, B.K., Koffi, P.M.E., Gbaha, P., Touré, S., 2014. Present status and overview of potential of renewable energy in Cote d'Ivoire. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 41, 907–914. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.09.010>
- Legendre, B., Ricci, O., 2015. Measuring fuel poverty in France: Which households are the most fuel vulnerable? *Energy Econ.* 49, 620–628. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.01.022>
- Lewis, P., 1982. Fuel Poverty Can be Stopped., National Right to Fuel Campaign. Braford.
- Li, K., Lloyd, B., Liang, X.-J., Wei, Y.-M., 2014. Energy poor or fuel poor: What are the differences? *Energy Policy* 68, 476–481. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.11.012>
- Nussbaumer, Modi, V., Bazilian, M., 2012. Measuring energy poverty: Focusing on what matters. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 16. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2011.07.150>
- Ogwumike, F.O., Ozughalu, U.M., 2015. Analysis of energy poverty and its implications for sustainable development in Nigeria. *Environ. Dev. Econ.* 21, 273–290. <https://doi.org/10.1017/S1355770X15000236>
- Okushima, S., 2016. Measuring energy poverty in Japan, 2004–2013. *Energy Policy* 98, 557–564. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.09.005>
- O'Sullivan, K.C., Howden-Chapman, P.L., Fougere, G., 2011. Making the connection: The relationship between fuel poverty, electricity disconnection, and prepayment metering. *Energy Policy, Special Section on Offshore wind power*

- planning, economics and environment 39, 733–741.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.10.046>
- Ouedraogo, B., 2006. Household energy preferences for cooking in urban Ouagadougou, Burkina Faso. *Energy Policy* 34, 3787–3795.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.09.006>
- Ozughalu, U.M., Ogwumike, F.O., 2018. Extreme Energy Poverty Incidence and Determinants in Nigeria: A Multidimensional Approach. *Soc. Indic. Res.*
<https://doi.org/10.1007/s11205-018-1954-8>
- Pachauri, S., 2002. An energy analysis of household consumption in India (Doctoral Thesis). ETH Zurich. <https://doi.org/10.3929/ethz-a-004453462>
- Papada, L., Kaliampakos, D., 2016. Measuring energy poverty in Greece. *Energy Policy* 94, 157–165. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.04.004>
- Pereira, M., Vasconcelos Freitas, M.A., da Silva, N.F., 2011. The challenge of energy poverty: Brazilian case study. *Energy Policy* 39, 167–175.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.025>
- PND, 2016. Plan National de Développement 2016-2020 - Ministère du Plan et Développement.
- Practical Action, 2014. Perspectives énergétiques des populations pauvres 2014.
- Reddy, A.K.N., 2000. Energy and Social Issues. In Goldemberg, J. (Ed.), *World Energy Assessment: Energy and the Challenge of Sustainability*. New York: UNDP.
- Sadath, A.C., Acharya, R.H., 2017. Assessing the extent and intensity of energy poverty using Multidimensional Energy Poverty Index: Empirical evidence from households in India. *Energy Policy* 102, 540–548.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.056>
- Scarpellini, S., Rivera-Torres, P., Suárez-Perales, I., Aranda-Usón, A., 2015. Analysis of energy poverty intensity from the perspective of the regional administration: Empirical evidence from households in southern Europe. *Energy Policy* 86, 729–738. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2015.08.009>
- Sen, A., 2000. *development as freedom*. Oxf. Univ. Press.
- Sesan, T., 2012. Navigating the limitations of energy poverty: Lessons from the promotion of improved cooking technologies in Kenya. *Energy Policy* 47, 202–210. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.04.058>
- Sher, F., Abbas, A., Awan, R.U., 2014a. An Investigation of Multidimensional Energy Poverty in Pakistan: A Province Level Analysis. *Int. J. Energy Econ. Policy* 4, 65–75.
- Sher, F., Abbas, A., Awan, R.U., 2014b. An Investigation of Multidimensional Energy Poverty in Pakistan: A Province Level Analysis. *Int. J. Energy Econ. Policy* 4, 65–75.

- Sy, A.N.R., Simbanegavi, W., Ndung'u, N., 2019. Africa's Energy Renewal: The Twin Challenges of Energy Deficit and Climate Change. *J. Afr. Econ.* 28, i4–i15. <https://doi.org/10.1093/jae/ejz022>
- Tait, L., 2017. Towards a multidimensional framework for measuring household energy access: Application to South Africa. *Energy Sustain. Dev.* 38, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2017.01.007>
- Tchereni, H.M.B., Grobler, W., Dunga, H., 2013. Economic Analysis of Energy Poverty in South Lunzu, Malawi. *J. Econ. Sustain. Dev.* 4.
- Thomson, H., Bouzarovski, S., Snell, C., 2017. Rethinking the measurement of energy poverty in Europe: A critical analysis of indicators and data. *Indoor Built Environ.* 1420326X17699260. <https://doi.org/10.1177/1420326X17699260>
- Wolde-Rufael, Y., 2009. Energy consumption and economic growth: The experience of African countries revisited. *Energy Econ.* 31, 217–224. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.11.005>
- World Energy Outlook, 2018. International Energy Agency Electricity Access Database.

Chapter 3

DETERMINANTS OF HOUSEHOLD COOKING FUEL CHOICE: EVIDENCE FROM CÔTE D'IVOIRE

Abstract

This study investigates the determinants of household cooking fuel choice in Côte d'Ivoire. The 2015 Living Standards Measurement Survey (LSMS) is analysed using a multinomial logistic (MNL) regression model. Empirical results indicate that an older household head, a household head with a partner, and a household that is far from the sub-prefecture negatively affect the choice of liquefied petroleum gas (LPG) as the main cooking fuel over firewood in Côte d'Ivoire. Conversely, living in an urban area, living in a modern house, a female-headed household, a highly educated household head, higher household wealth, access to electricity, and the ownership of a gas stove have a positive effect on the adoption of LPG as the main cooking fuel. We also find a non-linear relationship between household adoption of clean cooking fuel and household size. We propose an LPG penetration strategy in households as part of the policy framework to promote the use of modern fuels in the country. To motivate households to use clean cooking fuel, policymakers could strengthen poverty reduction policies, increase the provision of education, and make LPG available throughout the country.

Keywords: Cooking fuels, Multinomial logit analysis, Côte d'Ivoire

Codes JEL: D12, J42, Q42

1 Introduction

Universal access to affordable, reliable, and modern energy services is one of the Sustainable Development Goals (SDGs) that the United Nations hopes to achieve by 2030. Even though progress has been noted in terms of access to electricity, the use of solid biomass as a cooking fuel remains prevalent in developing economies. In many developing countries and sub-Saharan African (SSA) countries specifically, access to modern energy services remains a key developmental challenge despite the availability of renewable and non-renewable resources. In SSA, for instance, in 2018, more than 905 million people did not have access to clean cooking facilities (WEO, 2019). They used mainly biomass (firewood and agricultural residue) to meet their cooking needs (IEA, 2014). In SSA countries, cooking tasks are generally done by women. Women and children are more exposed to indoor pollution than men because they spend many hours near the cooking fire (Ifegbesan et al., 2016). Exposure to indoor air pollution (IAP) has huge implications for household health. Globally, an estimated 4.3 million deaths have been attributed to household air pollution (HAP) caused by the inefficient burning of solid fuels (WHO, 2014). HAP causes acute respiratory diseases, chronic obstructive pulmonary diseases, low birth weight, lung cancer, and vision problems. (WHO, 2007). In addition to its health consequences, the use of solid fuels as a source of energy for cooking is detrimental to forests and the quality of the environment. The harvesting of firewood in places where the forest is not managed sustainably leads to forest degradation, loss of habitat, and loss of biodiversity. In terms of climate impact, the incomplete combustion of firewood releases greenhouse gases and black carbon into the atmosphere, thus contributing to global warming. The reduction of pollutant emissions through the introduction of clean cooking fuels would not only improve the health of people who cook with traditional fuels, but also contribute to the mitigation of climate change. Most West African countries have purposely designed energy transition policies aiming at incentivizing households to use cleaner cooking fuels. One

solution is to switch from biomass fuels to clean fuels such as liquified petroleum gas (LPG) and electricity.

Following [Karimu et al. \(2016\)](#), in this study, we classify fuels into four categories: traditional fuels (firewood), transition fuels (charcoal), modern fuels (LPG), and other types of fuel. This classification is inspired by the energy ladder hypothesis. LPG and electricity are considered superior fuels because they are more efficient and sustainable than traditional fuels ([Joshi and Bohara, 2017](#)). Moreover, unlike transitional fuels, LPG and electricity are smokeless and do not produce any household emissions.

In Côte d'Ivoire, the promotion of LPG use by the government started in 1993. The objective of this butanization policy was to improve households' access to modern cooking services. It also aimed at gradually replacing firewood and charcoal with LPG. However, after a decade of implementation, this policy has not yielded a maximum impact in reducing dependence on biomass. We observe that such a transition depends crucially on the adoption of modern cooking fuels by households.

This study aims to identify the key determinants of the transition of Ivorian households from solid fuels to modern fuels for cooking. Specifically, the paper analyses the factors affecting the adoption of LPG as the main cooking fuel in Côte d'Ivoire. Due to recent concerns about the negative externalities of prioritizing the use of traditional fuels over the environment and health, the issue of the household energy transition in developing countries is attracting increasing scholarly interest ([Muller and Yan, 2018a](#)).

In addition to likely generating significant health, economic, and social benefits, LPG can be easily liquified under moderate pressure, which facilitates its storage and transportation in bottles. Derived from petroleum or natural gas, LPG is a gaseous fuel that burns very cleanly. It is also cost-effective because a high proportion of its energy

content is converted into heat (Puzzolo et al., 2013). Finally, LPG offers the largest reduction in indoor air pollution if used to power most household energy tasks. These various advantages make LPG the best clean cooking fuel for developing countries (Gould and Urpelainen, 2018).

The importance of energy in promoting sustainable development is shown in its inclusion in the SDGs adopted by the United Nations in 2015. The SDGs succeeded in the Millennium Development Goals (MDGs). Household transition to clean energy is part of achieving these international goals.

The structure of this paper is as follows. A review of relevant literature is presented in Section 2. Section 3 presents the data and variables used. Section 4 presents the status of cooking fuel. Section 5 describes the methodology and empirical strategy of the paper. The discussion and analysis of the results from the paper are presented in Section 6. Section 7 concludes with a summary and policy implications derived from the findings of the study.

2 Literature review

Tab. 3.1 shows that several studies on the fuel types used and determinants of the choice of cooking fuels have been conducted in SSA countries such as Ghana, Burkina Faso, Kenya, Nigeria, and Ethiopia (Alem et al., 2016; Baiyegunhi and Hassan, 2014a; Karimu, 2015; Karimu et al., 2016; Mensah and Adu, 2015; Ouedraogo, 2006; Pundo and Fraser, 2006a). However, a review of the available literature showed that no recent studies analysing the determinants of cooking fuels in Côte d'Ivoire exist.

Household energy demand has attracted considerable attention in the literature. Scholars have focused mainly on the determinants of fuel choice and the health and environmental effects of traditional biomass use. The literature on households' energy transition is focused on two stylized facts: namely, the energy ladder and the energy

stacking hypotheses. The hypothesis of the energy ladder is used to depict a process by which households, as their incomes rise, move away from traditional fuels (e.g., biomass), first adopting intermediate fuels (e.g., kerosene, coal, charcoal) and then adopting modern fuels (e.g., LPG and electricity) (Heltberg, 2005). Criticisms of the energy ladder hypothesis are related to its relative simplicity. Indeed, the hypothesis indicates that a move up to modern fuels implies a complete move away from traditional fuels. This hypothesis is not robust because inter-fuels substitution is prevalent among households in developing countries (Akpalu et al., 2011; Heltberg, 2004). A growing body of empirical studies supports the energy stacking hypothesis and shows that energy transition does not occur as a series of discrete transitions from one fuel to another. Multiple fuel use is common at the household level (Heltberg, 2004; Leach, 1992; van der Kroon et al., 2013; Choumert-Nkolo et al. 2019). These authors argue that energy stacking is a common practice in developing countries. Indeed, energy stacking reflects the fact that households choose a combination of lower and upper fuels. This practice is implemented to guard against the risks of price fluctuation and because of several constraints regarding the number of modern cooking fuels. The practice also constitutes a form of insurance for households. Several econometric studies have analysed the factors that influence households' transition to the use of clean fuels. Tab. 3.1 presents an overview of cooking fuel choice studies situated in SSA.

Numerous studies have highlighted households' economic conditions as the major driver of fuel choice. Most of these studies indicate that income is the key variable influencing fuel choice. Ouedraogo (2006) showed that in the case of urban Ouagadougou (Burkina Faso), higher incomes induce households to choose natural gas over kerosene. Baiyegunhi and Hassan (2014) found similar results in rural Nigeria. They showed that as income increases, households tend to move from fuelwood to kerosene, natural gas, and electricity. In the same vein, Mensah and Adu (2015) showed that high-income households have a higher probability of choosing LPG as

their main cooking fuel than low-income households, and vice versa. All these studies seem to confirm the energy ladder hypothesis, which stipulates that with an increase in income, households tend to move up from traditional fuels to modern fuels.

In the literature, household location is cited as a driver of the adoption of modern fuels for cooking. Studies have shown that urban location is a consistently important factor in the LPG selection process for cooking in Ghana ([Karimu et al., 2016](#); [Mensah and Adu, 2015](#)). This choice of modern fuels by urban households can be largely explained by accessibility and the infrastructure of buildings.

A large body of previous studies has considered household characteristics as the main determinants of the choice of cooking fuel in SSA. These characteristics include age, gender, education, household size, marital status, and religion, among others. However, it should be noted that no consensus on the effects of certain variables in households' energy preferences emerges in the literature.

Almost all studies suggest that education is a key determinant of the household transition to clean cooking fuels in the African context ([Baiyegunhi and Hassan, 2014a](#); [Karimu, 2015](#); [Pundo and Fraser, 2006a](#)). However, there is also no consensus on the influence of variables such as age, gender, and household size.

Three different positions exist in the literature about the influence of age on the choice of fuels. The first group of authors finds that age is associated with traditional fuels ([Baiyegunhi and Hassan, 2014a](#); [Gebreegziabher et al., 2012](#)). According to these authors, the preference of the elderly for traditional fuels is explained by the fact that older people are more likely than young people to perpetuate traditional habits related to fuels ([Muller and Yan, 2018a](#)). The second group, in contrast, shows that age is positively associated with a preference for modern fuels ([Guta, 2012](#)). According to these latter authors, this result can be explained by a lifecycle effect wherein young

people face resource constraints resort to traditional fuels, while elderly people can afford cleaner fuels more easily. Finally, the third group finds no connection between age and fuel use (Ejigie, 2007).

Another debated factor in the literature is gender. Female-headed households are more likely to prefer modern fuels to traditional fuels (Farsi et al., 2007; Rahut et al., 2016). A possible explanation for this is that in developing countries and especially in Africa, women are responsible for cooking and consequently the collection of firewood. They, therefore, have a major interest in choosing cleaner and more convenient energy sources (Rahut et al., 2016). However, some scholars observe that the relationship between gender and household cooking fuel preference is not significant (Ejigie, 2007; Ouedraogo, 2006).

Household size also plays a significant role in cooking fuel choices. Using Ouagadougou data, Ouedraogo (2006) found that households with more members prefer traditional fuels to modern fuels. The opposite trend was found by Baiyegunhi and Hassan (2014b). Using data from Giwa LGA Kaduna State (Nigeria), they showed that larger households are more likely than smaller households to choose modern fuels.

All these findings regarding the role of household characteristics in cooking fuel choice merit further investigation to identify the mechanisms at work.

Edwards and Langpap (2005) found that certain domestic constraints such as initial start-up costs and access to credit can play an important role in the household decision to switch from firewood to LPG. Mekonnen and Köhlin (2008) reached similar conclusions and recommended that a subsidy for the purchase of stoves could be an effective way for the government to encourage reduced firewood consumption and thus curb deforestation.

Accessibility of cooking fuels contribute to explaining household fuel choice in Africa. Many measures of accessibility of modern fuels have been used in the literature. Access to electricity, the availability of tap water inside the house, and distance to the nearest town or market have all been used as proxies for accessibility ([Heltberg, 2004](#); [Karimu, 2015](#)).

Several policy recommendations for the transition of households to clean cooking fuels have been identified in the literature. These policies suggest that emphasis should be placed on the intensification of poverty reduction strategies, the increase of education and awareness regarding the effects of overdependence on biomass on human health and the environment, the guarantee of a reliable supply of LPG, and the policy dichotomy between rural and urban dwellers ([Karimu, 2015](#); [Karimu et al., 2016](#); [Mensah and Adu, 2015](#); [Pandey and Chaubal, 2011](#)).

Tab. 3.1: Overview of cooking fuels choice studies in Sub-Saharan Africa

Authors & Year of publication	Countries	Data	Econometric techniques	Key results of the project
Ouedraogo (2006)	Burkina Faso (Urban Ouagadougou)	Survey on household expenditure in Ouagadougou	Multinomial logit model DV ¹⁹ : Cooking fuel preferences (LPG, Charcoal, Firewood, Kerosene, and other fuel)	Wood-energy remains the preferred fuel of most urban households in the country. The analyses show that the inertia of household cooking energy preferences is due to poverty factors such as low income, poor household access to electricity for primary and secondary energy, low house standard, household size, high frequency of cooking certain meals using firewood as cooking energy.
Pundo and Fraser (2006)	Kenya	Data from the Kisumu Household Survey	Multinomial logit model DV: Household cooking fuel choice (firewood, charcoal, and kerosene)	level of education of wife, the level of education of husband, type of food mostly cooked, whether or not the household owns the dwelling unit, and whether or not the dwelling unit is traditional or modern type are important factors that determine household cooking fuel choice.
Baiyegunhi and Hassan (2014)	Nigeria	Cross-sectional data collected in 2010/2011 through personal interview of 120 households.	Multinomial logit model DV: household fuel choice (fuelwood, kerosene, natural gas, and electricity).	Household age, educational attainment, household size, income, type of dwelling unit, the duration of food cooked, and price of fuelwood are factors influencing household's choice of cooking fuel.

¹⁹ Dependent variable

Authors & Year of publication	Countries	Data	Econometric techniques	Key results of the project
Mensah and Adu (2015)	Ghana	The fifth and sixth rounds of the Ghana Living Standards Survey (GLSS V and VI) conducted within 2005/06 and 2012/13	Multinomial Probit model DV: households' choice of cooking fuel (fuelwood, charcoal, LPG, and other solid fuels)	This study reveals a transition of Ghanaian households from firewood to LPG. Also, factors such as price, reliability of LPG supply, income and other household attributes are important factors that influence the choice of a given type of energy by households for cooking
Karimu (2015)	Ghana	The fifth round of the Ghana living standards survey (GLSS 5, 2005/06)	Multinomial Probit model DV: Choice of cooking fuels (fuelwood, charcoal, and LPG).	The results showed that the factors influencing the choice of main energy sources are education, income, living in urban areas, and access to infrastructure. In addition to population factors and urbanization, household fuel choices are influenced by the availability of different energy sources.
Karimu et al. (2016)	Ghana	Two Ghana living standards surveys (GLSS 5, 2005/06 & GLSS 6, 2012/13)	Probit Flexible semi-parametric specification DV: adopting LPG as the main cooking fuel (1=LPG and 0=Other fuels).	They show that factors such as income, education level, access to urban infrastructure and the geographical location of households are the main determinants of LPG choice as the main source of cooking.
Alem et al. (2016)	Ethiopia	Three rounds of the Ethiopian Urban Socioeconomic Survey (EUSS) - a panel data set collected in 2000, 2004, and 2009.	Random effects multinomial logit model DV: Household fuel choice (clean fuel, mixed fuel, and biomass fuel).	Economic status, price of alternative energy sources and education are important determinants of fuel choice in urban Ethiopia.

3 Data and variables

In this section, we give details about the source of the data used in this analysis (3.1). We then provide definitions of the variables used (3.2).

3.1 Data

The data used in this study were collected as part of the Living Standards Measurement Study of Côte d'Ivoire (CI-LSMS), also known as the Survey on Household Living Standards, a study that is conducted by the National Institute of Statistics (INS). This is a multi-stage stratified household survey that is representative of the whole country. It provides the latest national data collected by the INS on various aspects of households' activities. Data from ENV 2015 were collected from 23 January to 25 March 2015. The CI-LSMS provides a rich set of data points on living standards, sociodemographic and housing characteristics, and migration. The sample design consists of a multi-stage stratified random sampling. After stratification by region and following urban and rural areas, enumeration blocks are randomly selected in each stratum at the first level. The overall number of enumeration blocks is 1,075. At the second level, households are randomly selected (12 households per enumeration block). Overall, 12,899 households were interviewed.

The survey provides information on the source of energy for cooking (a categorical outcome whose values are firewood, oil, charcoal, LPG, and electricity). The questionnaire also provides sociodemographic information on the head of household (age, gender, marital status, education level, employment status) and on the household itself (number of children and senior citizens, number of employed family members, household size).

3.2 Variables

Tab. 3.2 provides the definition and descriptive statistics regarding the economic and demographic variables that affect the choice of fuel for cooking.

Tab. 3.2: Variables used and hypothesis for describing the adoption of LPG

Variable's Name	Description	Mean	Std. Dev.	Min	Max	Expected sign
Urban HH	Area of the household's head residence (1=Urban, 0=Rural)	0.50	0.50	0	1	+
Sheet metal and concrete roof	Roof type (1 = Sheet Metal/concrete, 0 = grass or other low quality)	0.80	0.39	0	1	+
HH Head age	Age of household head	42.84	13.66	12	120	-
Female Head	Household head gender (0= male, 1= female)	0.18	0.39	0	1	-
HH head years of schooling	The educational level of household head (years)	4.17	5.59	0	18	+
Illiterate	Illiterate household head	0.56	0.53	0	1	-
Primary	Household head with completed primary education	0.17	0.49	0	1	+
Secondary	Household head with completed secondary education	0.21	0.37	0	1	+
Tertiary	Household head with completed tertiary education	0.52	0.40	0	1	+
Log per capita expenditure	Logarithm per capita expenditures	1.41	0.22	0.03	4.68	+
Poor HH	Household poverty status (1=poor, 0=not poor)	0.46	0.49	0	1	-
HH living in a couple	Household's head lives with partner (1=yes, 0=otherwise)	0.79	0.40	0	1	+
Access to electricity	Access to electricity (1=yes, 0=no)	0.62	0.48	0	1	+
HH Size	Number of family members	5.13	2.98	1	36	-/+
Distance to SP	Distance to sub-prefecture (in kilometers)	6.70	11.70	0	178	-
Gas stove possession	Household has a gas stove	0.10	0.30	0	1	+

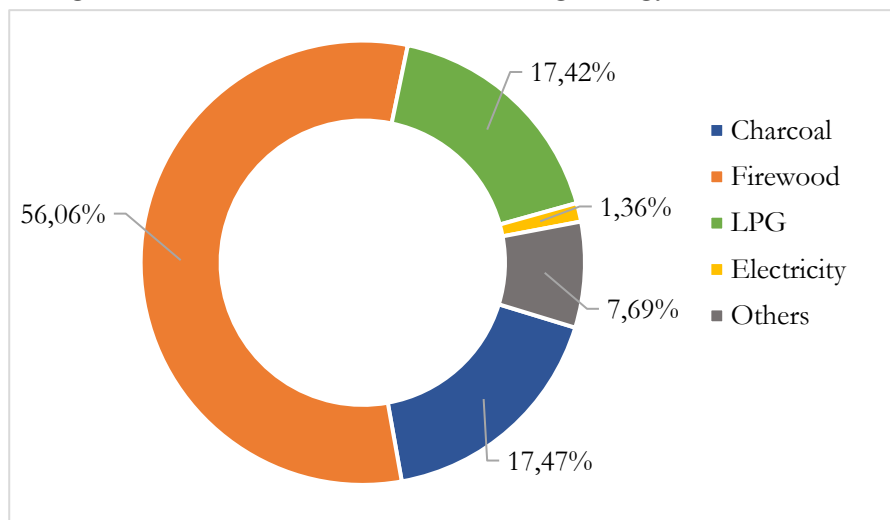
4 Status of cooking fuel in Côte d'Ivoire

In this section, we present the main cooking energy sources used by households in Côte d'Ivoire (4.1). We also highlight the relationship between cooking fuel choice, gender, and location (4.2); cooking fuel choice and income (4.3); cooking fuel choice and education (4.4); and cooking fuel choice and electricity access (4.5).

4.1 Main cooking energy sources

The distribution of households by main fuel choice is presented in Fig. 3.1. The domestic fuels used are charcoal, firewood, LPG, electricity, and other types of fuel. This final category includes petroleum and other non-listed fuels. Firewood is the main cooking source, with 56.06% of households, followed by charcoal with 17.47%. LPG is used by only 17.42% of households. Despite the butanization policy that was implemented by the Ivorian government in 1993, firewood remains the main fuel for cooking. There are two basic reasons for the continued dependence of households on firewood. First, households do not have sufficient resources to afford cleaner and more efficient fuel and appliances. Second, there is a lack of availability of clean cooking fuels, especially in rural areas.

Fig. 3.1: Distribution of main cooking energy sources



Source: Authors' calculation using data from 2015 CI-LSMS

4.2 Cooking fuel choice, gender, and location.

Tab. 3.3 shows that female-headed households prefer modern and transitional cooking fuels (charcoal and LPG) to traditional fuels (firewood). We find significant differences between male-headed and female-headed households when we perform a test of differences in means on the choice of the main cooking fuel. The choice of modern and transitional fuels by female-headed households is explained by the fact that women are responsible for collecting firewood. They are therefore the household members most affected by IAP emanating from dirty fuels (Muller and Yan, 2018b). In terms of electricity, this difference is not significant due to the small proportion (2.15%) of households using this source for cooking. Using electricity as the main cooking fuel is often too expensive even for those households connected to electricity supplies (Puzzolo et al., 2013).

Tab. 3.3: Gender and place of living difference in main cooking fuel choice

	Household head gender			Place of living		
	Male	Female	Difference	Urban	Rural	difference
Charcoal	0.1614 (0.0052)	0.2318 (0.0133)	-0.0703*** (0.0143)	0.3064 (0.0088)	0.0414 (0.0032)	0.2650 *** (0.0094)
Firewood	0.5767 (0.0071)	0.4909 (0.0148)	0.0858*** (0.0164)	0.2734 (0.0078)	0.8500 (0.0057)	-0.5756*** (0.0097)
LPG	0.1673 (0.0063)	0.2041 (0.0136)	-0.0368** (0.0150)	0.3297 (0.0099)	0.0169 (0.0024)	0.3128*** (0.0101)
Electricity	0.0129 (0.0014)	0.0162 (0.0031)	-0.0032 (0.0034)	0.0164 (0.0019)	0.0106 (0.0017)	0.0057*** (0.0026)
Other	0.0815 (0.0034)	0.0568 (0.0063)	0.0246*** (0.0071)	0.0729 (0.0044)	0.0809 (0.0041)	-0.0079 (0.0060)
Number of obs.	10320	2530	-	5778	7072	-

Note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, Standard errors in parentheses. Total number of observations 12 850.

Source: Authors' calculation using data from 2015 CI-LSMS

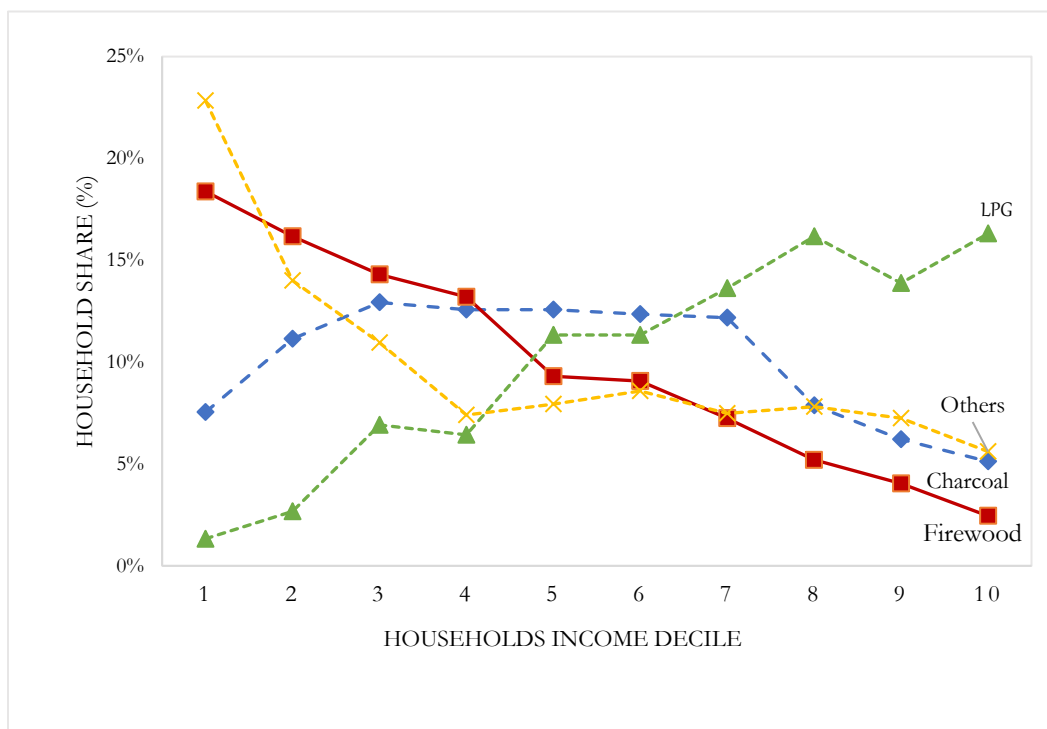
Tab. 3.3 shows a clear urban-rural difference in the household energy practice. In rural areas, 85% of households rely on firewood compared with 27.34% in urban areas.

LPG and charcoal are predominantly used by urban dwellers with 32.97% and 30.64%, respectively, compared with 4.14% and 1.69% in rural areas. Biomass fuels (firewood and charcoal) are still used by more than half (57.98%) of urban dwellers. Unlike rural households, whose members collect these fuels on their own, urban households need to purchase them. This fuel market could help drive progress toward clean cooking fuels like LPG (Puzzolo et al., 2013).

4.3 Cooking fuel choice and income.

Fig. 3.2 illustrates the distribution of household income and type of cooking fuel used. In this study, household expenditure is used as a proxy for income. We show that households tend to move away from firewood and towards LPG as their income rises. Regarding charcoal, we note that the use of this fuel evolves in the form of an upside-down U: The first income decile records a utilization rate of about 7.54%, which increases to 12.57% at fifth decile and then falls to about 5.12% at the highest decile. This may be partially explained by the fact that charcoal is a commercial good. Households do not have sufficient financial means to obtain this fuel at the low deciles, but the use of this fuel increases with income up to a certain level and then decreases in favour of cleaner fuels like LPG. On average, households whose members cook with LPG have the highest income (CFA 892,117.50; i.e., 3.11 times the median income), while those who cook with firewood have the lowest (CFA 397,175.00; i.e., 1.38 times the median income). As income increases, the category consisting of other fuels (petroleum and other non-listed fuels) decreases.

Fig. 3.2: Relationship between income and type of cooking fuel



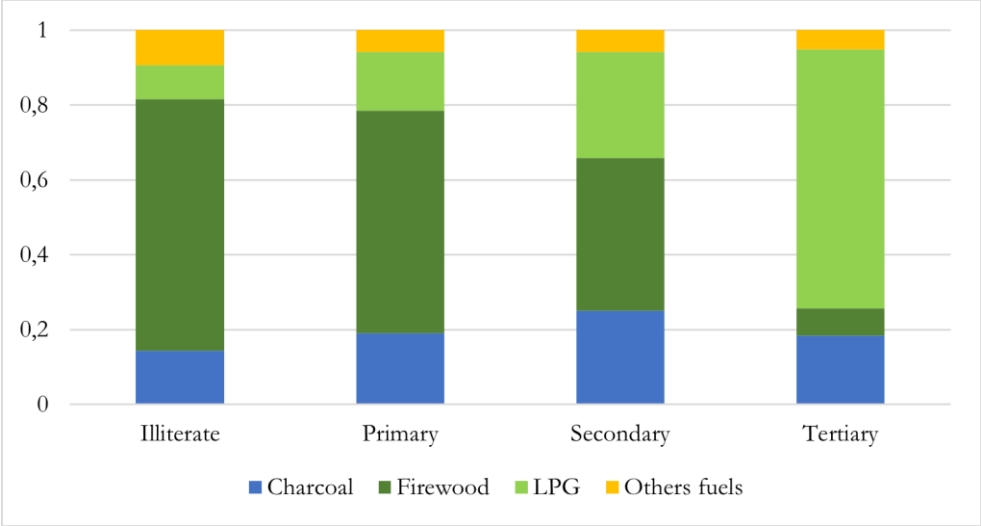
Source: Authors' calculation using data from 2015 CI-LSMS

4.4 Cooking fuel choice and education.

Fig. 3.3 presents the relationship between education level and the type of cooking fuel used by households in urban areas. There are four education levels: illiterate, primary, secondary, and tertiary education. The use of LPG increases with the level of education of the household head. The adoption rate of LPG as the main cooking fuel is 9.17% for illiterate household heads, and it is almost 70% for heads of household with a tertiary level of education. Conversely, the use of firewood decreases when the education level increases. We can conclude that higher education is associated with a higher probability of using LPG. A possible explanation for this association is that a high education level leads to higher household incomes and improves households'

knowledge of the harmful effects of dirty fuels. This finding calls for an intensification of educational policies in the country.

Fig. 3.3: Relationship between educational level and types of cooking fuel



Source: Authors’ calculation using data from 2015 CI-LSMS

4.5 Cooking fuel choice and electricity access.

Tab. 3.4 provides a comparison between access to electricity and cooking fuel by area. The difference in mean between households that have access to electricity and those who do not have access is statistically significant for almost all the cooking fuels. The data analysis also reveals that only 2.15% of connected households use electricity for cooking. Many urban households without access to electricity use firewood as their main cooking fuel (73.07%) and only a small proportion of them use LPG (2.65%). Conversely, urban households with access to electricity use LPG as their main cooking fuel (37.37%). In rural areas, firewood remains the main cooking fuel, both for households with access to electricity (86.69%) and for those that are deprived (82.34%). Nationally, the use of firewood remains predominant both for households with access to electricity (84.21%) and for those that are deprived (39.40%). This implies that the transition toward clean cooking fuels will not happen in the short term, especially

among poorer households. Biomass will remain the most accessible fuel in Côte d'Ivoire because clean cooking fuels are very limited in rural areas and many households in urban areas are unable to pay for such fuels (Puzzolo et al., 2013). This result could also be explained by household culinary habits. For example, Pundo and Fraser (2006) observed that Kenyan households prefer firewood to charcoal and kerosene when food requires lengthy cooking. The taste of the cooked meal could be another explanation for the continued use of firewood. As such, Ouedraogo (2006) indicated that regular consumption of tô increases the likelihood of using firewood in Ouagadougou.

Tab. 3.4: Comparison between access to electricity and type of cooking fuel by area

	Urban			Rural			Total		
	has electricity			has electricity			has electricity		
	no	yes	difference	no	yes	difference	no	yes	difference
Charcoal	0.1562 (0.0166)	0.3299 (0.0098)	-0.1736*** (0.0193)	0.0253 (0.0031)	0.0667 (0.0066)	-0.0413*** (0.0073)	0.0492 (0.0041)	0.2489 0.0073	-0.1996*** 0.0084
Firewood	0.7307 (0.0191)	0.2032 (0.0076)	0.5275*** (0.0206)	0.8669 (0.0069)	0.8234 (0.0097)	0.0435*** (0.0120)	0.8421 (0.0067)	0.3940 (0.0081)	0.4480*** (0.0105)
LPG	0.0265 0.0077	0.3770 0.0109	-0.3505*** 0.0134	0.0137 (0.0032)	0.0219 (0.0033)	-0.0082* (0.0046)	0.0160 0.0030	0.2677 0.0083	-0.2516*** 0.0089
Electricity	0.0000 (0.0000)	0.0189 (0.0022)	-0.0189*** (0.0022)	0.0000 (0.0000)	0.0274 0.0043	-0.0274*** 0.0043	0.0000 (0.0000)	0.0215 0.0020	-0.0215*** 0.0020
Other	0.0864 (0.0103)	0.0708 (0.0049)	0.0156 (0.0114)	0.0939 (0.0056)	0.0604 (0.0056)	0.0334*** (0.0079)	0.0926 0.0050	0.0676 0.0038	0.0249*** 0.0062
Number of obs	1100	4678	-	4512	2560	-	5612	7238	-

Note: *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1, Standard errors in parentheses. Total number of observations: 12 850

Source: Authors' calculation using data from 2015 CI-LSMS

5 Empirical method

This study uses a multinomial logit (MNL) model to estimate the factors that influence households' choice of fuel in Côte d'Ivoire. Using the common consumption objective, the MNL model describes the behaviour of individuals when they are faced with a diversity of goods. Households choose a fuel type to maximize their utility (McFadden, 1973; Pundo and Fraser, 2006b). Households choose a fuel type to maximize their utility. Household cooking fuel choice is a multi-discrete variable. This empirical methodology has been used by several scholars (Baiyegunhi and Hassan, 2014b; Hou et al., 2018; Ouedraogo, 2006; Paudel et al., 2018). The model can be expressed as

$$p_{ij} = \frac{\exp(x'_i \beta_j)}{\sum_{j=0}^m \exp(x'_i \beta_j)} \quad j=1, \dots, m$$

where:

p_{ij} is the probability of choosing either charcoal or LPG with firewood as the reference cooking fuel category, and

- β_j is a vector of the estimated parameters.

6 Estimation results

Having presented and discussed the determinants of cooking fuel choice in Côte d'Ivoire (6.1), we test the robustness of our results (6.2).

6.1 Determinants of households cooking fuel choice in Côte d'Ivoire

In this section, we analyse the factors that influence the main cooking fuel choice in Côte d'Ivoire. To achieve this objective, an MNL is run for each of the four main types of household cooking fuel (charcoal, firewood, LPG, and other types of fuel), with

firewood as the base category. The variance inflation factor (VIF) is used to test for multicollinearity. The VIF for each of the variables included in the model is found to be less than 10 (see [Tab. 3.](#) in the appendix), indicating the absence of multicollinearity. The estimated coefficients are presented in [Tab. 3.8](#) in the appendix. The estimated marginal effects from the MNL model are presented in [Tab. 3.5](#). As we will see, in Côte d'Ivoire, the marginal effects show that the age of the household head, household head's relationship status, and the distance to the nearest sub-prefecture have a negative and significant influence on the probability of choosing LPG as the main cooking fuel. Conversely, living in an urban area, roof type (sheet metal, concrete), female household head, education level of household head, income (logarithm of per capita expenditure), access to electricity, and the ownership of a gas stove have a positive effect on the adoption of LPG as the main cooking fuel.

Households located in urban areas are more likely than rural households to choose LPG and charcoal as the main cooking fuels. At the same time, urban households have a 29.36 percentage point reduced probability of using firewood. The reason for this positive urban effect is largely explained not only by accessibility but also by the infrastructure of urban buildings ([Mensah and Adu, 2015](#)). Moreover, the opportunity cost of using firewood in urban areas is very high due to a lack of available inexpensive firewood and a lack of space to cook with such fuel ([Karimu, 2015](#)).

The estimated coefficient of the household head's age is negative and statistically significant for the probability that a household chooses charcoal and LPG relative to firewood ([Tab. 3.8](#)). This implies that older household heads are more likely than younger household heads to choose firewood as the main cooking fuel. The marginal effect suggests that a one-year increase in the household head's age increases the adoption probability of firewood by 0.22 percentage points while decreasing the adoption probability of charcoal and LPG by 0.11 and 0.03 percentage points,

respectively (Tab. 3.5). This finding is consistent with the findings of Edwards and Langpap (2005), who showed a positive and significant association between the household head's age and wood consumption in Guatemala.

Gender also plays an important role in households' cooking fuel choice. Female household heads prefer modern (LPG) and transitional fuels (charcoal) over traditional fuel (firewood) (Farsi et al., 2007; Rahut et al., 2016). This can be explained by the fact that women are more directly affected by IAP than men because women are often responsible for household cooking, especially in developing countries (Muller and Yan, 2018b). Corroborating the findings of the previous study (Hou et al., 2018; Pandey and Chaubal, 2011; Paudel et al., 2018), we observe that households in urban areas more often prefer LPG as the main cooking fuel compared to households in rural areas.

There is no consensus in the literature on the relationship between household size and household fuel transition. Some scholars have indicated that larger households prefer dirty fuels to cleaner fuels (Ouedraogo, 2006; Pandey and Chaubal, 2011). Other scholars have found that larger households are more likely to choose clean fuels (Baiyegunhi and Hassan, 2014b; Gupta and Köhlin, 2006). Still, other scholars have found an insignificant association between household size and cooking fuel choice. Our study contributes to the literature by indicating that there is a non-linear relationship between household adoption of cooking fuel and household size. The estimated marginal effect of the variable household size is significant at the 5% level and is found to have a positive sign for charcoal and LPG and a negative sign for firewood. Furthermore, the square of the household size variable is also found to be significant and negative for charcoal and LPG. The result of household size and the square of household size confirm the existence of an inverted U-shaped curve for the adoption of LPG and charcoal. We find the turning point for both fuels in terms of household size to be 8 members. Households with fewer than 8 members tend to use transitional fuel

(charcoal) and modern fuel (LPG) as their main cooking fuels. A possible explanation is that household size is often larger in poorer households that cannot afford LPG or charcoal (Muller and Yan, 2018b). In the Ivorian public sector, the maximum number of children eligible for the child allowance is six. Thus, the maximum size of a family in Côte d'Ivoire is eight, which matches our result: that is, two parents plus six children. Family members beyond this number do not receive the family allowance, which results in a reduction in household income and therefore a reduction in the use of fuels such as LPG and charcoal.

The estimated coefficient for household-head education level is positive and statistically significant for the probability of a household's choice of charcoal and LPG as their main cooking fuels relative to firewood (Tab. 3.8). The marginal effect suggests that a unit increase in the years of education completed by the household head increases the adoption probability of LPG and charcoal by 0.21 and 0.65 percentage points, respectively, and decreases the adoption probability of firewood by 0.86 percentage points. An increased level of education also increases household income. We can note that the preference for cleaner cooking fuels increases with the level of education of the household head. This can be explained by the fact that educated households are more likely to understand the benefits of using cleaner energy in terms of health and the opportunity costs of collecting firewood (Rahut et al., 2016).

The variable distance to sub-prefecture (measured in kilometres) is positively associated with a household's choice of firewood and negatively associated with the choice of LPG. A possible explanation for this trend is the issue of accessibility of modern fuels. Households that are farther away from the sub-prefecture are more likely to use firewood, probably because these households have less access to LPG.

Household wealth, as measured by household per capita expenditure, is confirmed to be of crucial importance for cooking fuel choice in Côte d'Ivoire. Higher per capita

expenditure is associated with a higher probability of adopting LPG and charcoal as the main cooking fuels by 4.64 and 5.34 percentage points, respectively, and a decreased probability of adopting firewood by 3.94 percentage points. This result is consistent with those of most studies. Most studies have found that income is the main determinant of the transition from traditional to modern fuels, as indicated by energy ladder theory (Gupta and Köhlin, 2006; Lay et al., 2013; Muller and Yan, 2018a). Moreover, we use roof material as another proxy for household wealth and living conditions (Muller and Yan, 2018b). The result shows that households living in modern houses (those with roofs made out of sheet metal or concrete) are more likely to use LPG and charcoal than those living in traditional houses (those with straw roofs or other low-quality roofs).

Tab. 3.5: Marginal effects for the choice of charcoal, firewood, LPG, and Other fuels

Variables	Charcoal	Firewood	LPG	Other
Location				
Urban HH	0.1977*** (0.0091)	-0.2936*** (0.0117)	0.0489*** (0.0049)	0.0470*** (0.0074)
Housing type				
Sheet metal and concrete roof	0.0840*** (0.0115)	-0.1163*** (0.0135)	0.0098** (0.0045)	0.0225*** (0.0078)
Household characteristics				
HH Head age	-0.0011*** (0.0002)	0.0022*** (0.0003)	-0.0003*** (0.0001)	-0.0009*** (0.0002)
Female Head	0.0501*** (0.0080)	0.0473*** (0.0125)	0.0110*** (0.0027)	-0.1084*** (0.0093)
HH head years of schooling	0.0065*** (0.0006)	-0.0086*** (0.0009)	0.0021*** (0.0002)	-0.0000 (0.0006)
HH living in couple	0.0007 (0.0080)	0.0908*** (0.0116)	-0.0042* (0.0025)	-0.0873*** (0.0077)
HH Size	0.0284*** (0.0045)	0.0060 (0.0054)	0.0143*** (0.0018)	-0.0488*** (0.0029)
HH Size 2	-0.0018*** (0.0004)	0.0010*** (0.0004)	-0.0009*** (0.0001)	0.0017*** (0.0002)
Economic status				
Log per capita expenditure	0.0534*** (0.0078)	-0.0394*** (0.0106)	0.0464*** (0.0040)	-0.0604*** (0.0065)
Accessibility				
Distance to SP	-0.0005 (0.0004)	0.0012** (0.0005)	-0.0005** (0.0002)	-0.0002 (0.0003)
Access to electricity	0.1031*** (0.0081)	-0.1521*** (0.0105)	0.0426*** (0.0039)	0.0065 (0.0067)
Starter kit				
Gas stove possession	0.0968*** (0.0169)	-0.1956*** (0.0337)	0.0675*** (0.0066)	0.0313 (0.0252)
Observations	12,673	12,673	12,673	12,673

Standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Our results also show that ownership of a gas stove increases the adoption probability of LPG by 6.75 percentage points. This finding is explained by the complementarity between a gas stove and a gas cylinder. [Manning and Taylor \(2014\)](#)

suggested that the ownership of modern cooking appliances is a necessary condition for adopting higher-grade energy sources. The high cost of household energy appliances is one of the major barriers to the adoption of LPG by households (Edwards and Langpap, 2005).

6.2 Robustness

To obtain further insight into our findings, we reorganize continuous variables such as household per capita expenditure and the number of years of education into categorical variables. Thus, expenditure per capita is organized into two categories (poor and not poor) and the number of years of education into four categories (illiterate, primary school, secondary school, and tertiary school).

The estimated coefficient is negative and statistically significant for the probability of poor households' transition from firewood to charcoal and LPG as its main cooking fuels (Tab. 3.9). This implies that households living in poverty are less likely to choose charcoal and LPG over firewood.

Tab. 3.6: Marginal effects for fuels choice with poverty index and education index

Explanatory variables	Charcoal	Firewood	LPG	Other
<i>Poverty index</i>				
Poverty	-0.0460*** (0.0071)	0.0086 (0.0111)	-0.0353*** (0.0036)	0.0727*** (0.0084)
<i>Education index</i>				
Primary	0.0327*** (0.0085)	-0.0285** (0.0119)	0.0184*** (0.0036)	-0.0226*** (0.0075)
Secondary	0.0745*** (0.0092)	-0.0856*** (0.0126)	0.0282*** (0.0040)	-0.0171** (0.0074)
Tertiary	0.1717*** (0.0278)	-0.3804*** (0.0403)	0.1458*** (0.0200)	0.0630** (0.0256)
Observations	11139			

Note: the estimates are obtained using MNL regression with not poor and illiterate household head as the reference case.

Standard errors in parentheses

Note *** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

To account for the non-linear effect of education, the number of years of education of the household head is replaced with the level of education (illiterate, primary school, secondary school, and tertiary school). We find that a higher education level is associated with a higher probability of choosing LPG as the main cooking fuel. With illiterate as the reference group, with an increase in the level of education, the probability of choosing LPG as the main cooking fuel also increases. The estimated marginal effects on household heads' primary, secondary, and tertiary levels of education indicate an increase in the probability of choosing LPG by 1.84, 2.82, and 14.58 percentage points, respectively (Tab. 3.6). Each of the three education levels has a negative effect on the choice of firewood as the main cooking fuel.

These results are consistent with our previous findings. The probability of choosing modern (LPG) and transitional (charcoal) fuels progressively increases as the level of education or per capita expenditure increases.

7 Conclusion and implications

In this paper, we used MNL regression to analyse the factors determining households' cooking fuel choice in Côte d'Ivoire. To achieve this goal, we exploited data from the 2015 CI-LSMS. Our results show that most of the households in Côte d'Ivoire still rely on biomass fuels (including charcoal) for cooking, regardless of whether the households are in rural (57.98%) or urban areas (89.14%). This preference for biomass as the main cooking fuel can partly be explained by households' lifestyle factors, such as cooking habits and cultural beliefs. Meanwhile, access to LPG is limited in most rural areas, while in urban areas, some households do not have sufficient resources to afford cleaner fuel. Thus, the switch to cleaner fuels requires investment and a willingness to change.

To accelerate the transition from biomass to clean cooking fuels, the government must increase the LPG supply throughout the country and sensitize households to the opportunity costs associated with using firewood. Furthermore, the analysis identifies economic status (income), household characteristics (education, age, sex, marital status, household size), location (rural/urban), the presence of a starter kit (ownership of a gas stove), and accessibility (distance to sub-prefecture, access to electricity) as significant factors that influence households' cooking fuel choice in Côte d'Ivoire. We also find clear evidence for a cross-sectional energy ladder: Poor households use traditional fuels (firewood) for cooking. As income increases, households switch to transitional fuels (charcoal) and modern fuels (LPG).

The following policy strategies are recommended. Add an LPG access component to the Electricity for All Program (PEPT; [Chapitre 1](#)). This strategy offers the dual advantage of providing households with a connection to the electricity grid and guaranteeing them sustainable access to LPG in return for a lump-sum payment for a given period. The LPG component of this new program may consist of offering a starter kit consisting of a stove and a gas bottle to households that do not have one when they

are connected to electricity. A starter kit may also be assigned to households already connected to the electricity grid with a refund over a certain period. Finally, Ivorian authorities should also continue to invest in education, implement effective policies to fight poverty, and make LPG available throughout the country.

Appendix

Tab. 3.7: Small-Hsiao tests of IIA assumption

Ho: Odds(Outcome-J vs Outcome-K) are independent of other alternatives.

Omitted	lnL(full)	lnL(omit)	chi2	df	P>chi2	evidence
Charcoal	- 2588.463	-2580.689	15.548	22	0.838	for Ho
LPG	- 3444.782	-3434.971	19.621	22	0.607	for Ho
Others	- 2723.806	-2710.784	26.044	22	0.250	for Ho

Tab. 3.8: Collinearity diagnostic (VIF test)

Variable	VIF	1/VIF
HH Size	6.49	0.154170
HH Size 2	4.64	0.215654
Log per capita expenditure	1.81	0.551390
Urban HH	1.65	0.605532
HH living in couple	1.47	0.682380
Access to electricity	1.46	0.682901
Distance to SP	1.32	0.758024
HH head years of schooling	1.30	0.768069
Sheet metal and concrete roof	1.23	0.816180
Gas stove possession	1.22	0.817442
Female Head	1.21	0.827705
HH Head age	1.13	0.888367
Mean VIF	2.08	

Tab. 3.9: Estimated coefficient for charcoal, LPG, and other fuels from MNL

VARIABLES	Charcoal	LPG	Other
Urban HH	2.0494*** (0.0863)	2.2951*** (0.1552)	0.8163*** (0.0743)
Sheet metal and concrete roof	0.8597*** (0.1141)	0.5357*** (0.1832)	0.3585*** (0.0794)
HH Head age	-0.0118*** (0.0022)	-0.0147*** (0.0032)	-0.0108*** (0.0023)
headfemale	0.3553*** (0.0786)	0.3652*** (0.1062)	-1.0364*** (0.0956)
HH head years of schooling	0.0658*** (0.0058)	0.0948*** (0.0072)	0.0115* (0.0066)
Log per capita expenditure	0.5003*** (0.0749)	1.8525*** (0.0985)	-0.4887*** (0.0688)
HH living in couple	-0.1161 (0.0790)	-0.2844*** (0.1050)	-0.9053*** (0.0766)
Access to electricity	1.0673*** (0.0799)	1.8573*** (0.1676)	0.2626*** (0.0692)
HH Size	0.2299*** (0.0433)	0.5487*** (0.0624)	-0.4454*** (0.0313)
HH Size 2	-0.0163*** (0.0034)	-0.0345*** (0.0051)	0.0135*** (0.0015)
Distance to SP	-0.0060 (0.0040)	-0.0207** (0.0090)	-0.0032 (0.0027)
Gas stove possession	1.0733*** (0.1673)	2.8848*** (0.1590)	0.5442** (0.2616)
Constant	-5.0824*** (0.2291)	-9.7293*** (0.3719)	0.6729*** (0.1760)
Observations	12673	12673	12673

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tab. 3.10: Estimated coefficients for charcoal, LPG, and other fuels for robustness

VARIABLES	Charcoal	LPG	Others
Poverty	-0.4215*** (0.0752)	-1.4292*** (0.1281)	0.5928*** (0.0765)
Head primary school completed	0.3323*** (0.0825)	0.7188*** (0.1131)	-0.1838** (0.0879)
Head secondary schooling completed	0.6940*** (0.0754)	1.0324*** (0.0999)	-0.0457 (0.0847)
Head tertiary schooling completed	1.7078*** (0.1906)	2.8458*** (0.1944)	1.1194*** (0.2141)
Observations	12,571	12,571	12,571

Standard errors in parentheses

*** $p < 0.01$, ** $p < 0.05$, * $p < 0.1$

Tab. 3.8: Estimated coefficient for charcoal and LPG from MNL

VARIABLES	Charcoal (Coef)	Charcoal (P-value)	LPG (Coef)	LPG (P-value)
urban	2.0928***	(0.0861)	2.4364***	(0.1574)
roof	0.9077***	(0.1155)	0.6178***	(0.1859)
headage	-0.0133***	(0.0023)	-0.0172***	(0.0033)
headfemale	0.2794***	(0.0816)	0.2618**	(0.1104)
yedu	0.0699***	(0.0061)	0.1008***	(0.0076)
log income	0.5659***	(0.0789)	1.9823***	(0.1047)
couple	-0.1789**	(0.0824)	-0.3725***	(0.1102)
elec	1.1548***	(0.0803)	1.9995***	(0.1696)
hhsiz	0.1597***	(0.0425)	0.4680***	(0.0641)
hhsiz2	-0.0102***	(0.0032)	-0.0271***	(0.0051)
distsp	-0.0075*	(0.0040)	-0.0223**	(0.0091)
gastov	1.0940***	(0.1704)	2.8987***	(0.1636)
Constant	-5.0519***	(0.2360)	-9.9198***	(0.3862)
Observations	11,223	11,223	11,223	

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tab. 3.92: Estimated coefficients for charcoal and LPG for robustness

Variables	Charcoal (Coef)	Charcoal (P-value)	LPG (coef)	LPG (P- value)
<i>Poverty index</i>				
Poverty	-0.4215***	(0.0766)	-1.4221***	(0.1293)
<i>Education index</i>				
Head primary school completed	0.3400***	(0.0846)	0.7437***	(0.1161)
Head secondary schooling completed	0.7025***	(0.0775)	1.0540***	(0.1028)
Head tertiary schooling completed	1.8295***	(0.2013)	2.9836***	(0.2077)
Observations	11139			

Standard errors in parentheses

*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

References

- Akpalu, W., Dasmani, I., Aglobitse, P.B., 2011. Demand for cooking fuels in a developing country: To what extent do taste and preferences matter? *Energy Policy, Sustainability of biofuels* 39, 6525–6531. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.07.054>
- Alem, Y., Beyene, A.D., Köhlin, G., Mekonnen, A., 2016. Modeling household cooking fuel choice: A panel multinomial logit approach. *Energy Econ.* 59, 129–137. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.06.025>
- Baiyegunhi, L.J.S., Hassan, M.B., 2014a. Rural household fuel energy transition: Evidence from Giwa LGA Kaduna State, Nigeria. *Energy Sustain. Dev.* 20, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2014.02.003>
- Baiyegunhi, L.J.S., Hassan, M.B., 2014b. Rural household fuel energy transition: Evidence from Giwa LGA Kaduna State, Nigeria. *Energy Sustain. Dev.* 20, 30–35. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2014.02.003>
- Edwards, J.H.Y., Langpap, C., 2005. Startup Costs and the Decision to Switch from Firewood to Gas Fuel. *Land Econ.* 81, 570–586.
- Ejigie, D.A., 2007. Household Determinants of Fuelwood Choice in Urban Ethiopia: a Case Study of Iimma Town. *J. Dev. Areas* 41, 117–126. <https://doi.org/10.1353/jda.2008.0009>
- Farsi, M., Filippini, M., Pachauri, S., 2007. Fuel choices in urban Indian households. *Environ. Dev. Econ.* 12, 757–774. <https://doi.org/10.1017/S1355770X07003932>
- Gebreegziabher, Z., Mekonnen, A., Kassie, M., Köhlin, G., 2012. Urban energy transition and technology adoption: The case of Tigray, northern Ethiopia. *Energy Econ.* 34, 410–418. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.07.017>
- Gould, C.F., Urpelainen, J., 2018. LPG as a clean cooking fuel: Adoption, use, and impact in rural India. *Energy Policy* 122, 395–408. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.07.042>
- Gupta, G., Köhlin, G., 2006. Preferences for domestic fuel: Analysis with socio-economic factors and rankings in Kolkata, India. *Ecol. Econ.* 57, 107–121. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2005.03.010>
- Guta, D.D., 2012. Application of an almost ideal demand system (AIDS) to Ethiopian rural residential energy use: Panel data evidence. *Energy Policy, Special Section: Past and Prospective Energy Transitions - Insights from History* 50, 528–539. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.055>
- Heltberg, R., 2005. Factors determining household fuel choice in Guatemala. *Environ. Dev. Econ.* 10, 337–361. <https://doi.org/10.1017/S1355770X04001858>
- Heltberg, R., 2004. Fuel switching: evidence from eight developing countries. *Energy Econ.* 26, 869–887. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2004.04.018>

- Hou, B., Liao, H., Huang, J., 2018. Household cooking fuel choice and economic poverty: Evidence from a nationwide survey in China. *Energy Build.* 166, 319–329. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.02.012>
- IEA, 2014. Africa energy outlook e A Special report in the 2014 world energy outlook series. Paris: OECD/IEA. International Energy Agency's.
- Ifegbesan, A.P., Rampedi, I.T., Annegarn, H.J., 2016. Nigerian households' cooking energy use, determinants of choice, and some implications for human health and environmental sustainability. *Habitat Int.* 55, 17–24. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2016.02.001>
- Joshi, J., Bohara, A.K., 2017. Household preferences for cooking fuels and inter-fuel substitutions: Unlocking the modern fuels in the Nepalese household. *Energy Policy* 107, 507–523. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.05.031>
- Karimu, A., 2015. Cooking fuel preferences among Ghanaian Households: An empirical analysis. *Energy Sustain. Dev.* 27, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2015.04.003>
- Karimu, A., Mensah, J.T., Adu, G., 2016. Who Adopts LPG as the Main Cooking Fuel and Why? Empirical Evidence on Ghana Based on National Survey. *World Dev.* 85, 43–57. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.05.004>
- Lay, J., Ondraczek, J., Stoever, J., 2013. Renewables in the energy transition: Evidence on solar home systems and lighting fuel choice in Kenya. *Energy Econ.* 40, 350–359. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.07.024>
- Leach, G., 1992. The energy transition. *Energy Policy, Energy and the Third World* 20, 116–123. [https://doi.org/10.1016/0301-4215\(92\)90105-B](https://doi.org/10.1016/0301-4215(92)90105-B)
- Manning, D.T., Taylor, J.E., 2014. Migration and fuel use in rural Mexico. *Ecol. Econ.* 102, 126–136. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2014.03.012>
- McFadden, D., 1973. *Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior*. Institute of Urban and Regional Development, University of California.
- Mekonnen, A., Köhlin, G., 2008. Determinants of household fuel choice in major cities in Ethiopia. RFF Discuss. Pap. EFD 08-18 *Environ. Dev. EFD Initiat. Resour. Future RFF Wash. DC* 2008.
- Mensah, J.T., Adu, G., 2015. An empirical analysis of household energy choice in Ghana. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 51, 1402–1411. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.050>
- Muller, C., Yan, H., 2018a. Household fuel use in developing countries: Review of theory and evidence. *Energy Econ.* 70, 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.01.024>
- Muller, C., Yan, H., 2018b. Household fuel use in developing countries: Review of theory and evidence. *Energy Econ.* 70, 429–439. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.01.024>

- Ouedraogo, B., 2006. Household energy preferences for cooking in urban Ouagadougou, Burkina Faso. *Energy Policy* 34, 3787–3795. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.09.006>
- Pandey, V.L., Chaubal, A., 2011. Comprehending household cooking energy choice in rural India. *Biomass Bioenergy*, ‘Biofuels and Bioenergy: Challenges and Opportunities’ Proceedings of a joint workshop of IEA Bioenergy Tasks 29, 31 and 39, August 2006, Vancouver, British Columbia, Canada 35, 4724–4731. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.09.020>
- Paudel, U., Khatri, U., Pant, K.P., 2018. Understanding the determinants of household cooking fuel choice in Afghanistan: A multinomial logit estimation. *Energy* 156, 55–62. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.05.085>
- Pundo, M.O., Fraser, G.C., 2006a. Multinomial logit analysis of household cooking fuel choice in rural Kenya: The case of Kisumu district. *Agrekon* 45, 24–37. <https://doi.org/10.1080/03031853.2006.9523731>
- Pundo, M.O., Fraser, G.C., 2006b. Multinomial logit analysis of household cooking fuel choice in rural Kenya: The case of Kisumu district. *Agrekon* 45, 24–37. <https://doi.org/10.1080/03031853.2006.9523731>
- Puzzolo, E., Bruce, N., Stanistreet, D., 2013. Creating markets for equitable access to clean cooking.
- Rahut, D.B., Behera, B., Ali, A., 2016. Household energy choice and consumption intensity: Empirical evidence from Bhutan. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 53, 993–1009. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.09.019>
- van der Kroon, B., Brouwer, R., van Beukering, P.J.H., 2013. The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 20, 504–513. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.045>
- WEO, 2019. IEA, World Energy Outlook 2019, based on WHO Household Energy Database and IEA World Balances 2019. IEA, WEO.
- WHO, 2014. Burden of disease from household air pollution for 2012. WHO, Geneva. World Health Organ.
- WHO, 2007. Indoor air pollution: National burden of disease estimates. World Health Organ. Switzerland: World Health Organization Geneva. WHO Press; 2007.

Chapter 4

DOES ACCESS TO ELECTRICITY AFFECT POVERTY? EVIDENCE FROM CÔTE D'IVOIRE²⁰

Abstract

This paper investigates the effect of household's access to electricity on poverty in Côte d'Ivoire and how it has varied over the last two decades. The study shows a positive and significant effect of access to electricity on household consumption per capita. Access to electricity increases household consumption per capita by 5.2 to 23.3 percent. The results also highlight that the lower the regional rate of access to electricity, the higher the regional poverty rate. Promoting renewable energy, improving the institutional framework, spreading the access to Solar Home System in off-grid areas and implementing incentive measures such as the reduction of customs and tax taxes on renewable energy equipment are measures that might help to combat energy and monetary poverty.

Keywords: access to electricity, poverty, Oaxaca-Blinder decomposition, Côte d'Ivoire, LSMS survey

Codes JEL: I3, Q4

²⁰ A version of this paper is published in the journal *Economics Bulletin* under the reference: Arouna Diallo and Richard Kouame Moussa, (2020) "Does access to electricity affect poverty? Evidence from Côte d'Ivoire.", *Economics Bulletin*, Volume 40, Issue 3, pages 2521-2537.

1 Introduction

Access to clean and modern energy resources such as electricity and Liquefied Petroleum Gas (LPG) plays an important role in improving households living conditions. The United Nations (UN) emphasized the role of energy on wellbeing by dedicating the seventh Sustainable Development Goal (SDG) – ensure access to affordable, reliable, and modern energy for all by 2030 – to energy. This SDG conciliates several definitions of energy poverty encountered in the literature ([Khandker et al., 2012](#)). The United Nations Development Program (UNDP) defines energy poverty as the inability to cook with modern cooking fuels and the lack of a bare minimum of electric lighting to read or for other household uses as well as other productive activities at sunset ([Gaye, 2007](#)).

These definitions cover the lack of access to energy, energy affordability, and the level of useful energy consumption. The lack of access to electricity for the households includes both the exclusion due to the weakness of the electrical coverage (localities without access to the national electricity grid) and the exclusion due to the costs for connecting a household (for those living in the localities with electrical coverage). In this context, the so-called “off-grid” solutions, in particular, “solar home systems” (SHS) can overcome the weakness of the electricity grid. Even if their capacity might be low, it has been shown that their effects on welfare are quite the same than that of the electricity grid ([Diallo and Moussa, 2019](#)). Considering the UNDP definition of energy poverty, one may identify the energy-poor as those who are in a situation where “access to clean, reliable and affordable energy services for cooking and heating, lighting, communications and productive uses” is not established ([IEA, UNDP, and UNIDO, 2010](#)). Access to electricity plays an important role in poverty reduction and the promotion of economic growth in developing countries ([Fujii et al., 2018](#)). It is also essential for the provision of improved education and health care services at the

community level. However, in Africa, one out of three people does not have access to electricity and almost 87% of these people live in rural areas ([World Bank, 2019](#)). Also, the Sub-Saharan Africa electricity sector is plagued by huge problems of reliability. This situation led households and firms to endure several hours of the day and sometime several days without electricity ([World Bank, 2018](#)). Electricity alone cannot create all the necessary conditions for economic growth, however, it is essential to meet the basic needs of households and allow the development of economic activities ([Oda and Tsujita, 2011](#)).

The link between access to electricity and poverty can be described using several channels including employment and productivity, health, and education. The current literature on energy and poverty highlights that energy and poverty are simultaneously determined ([Bridge et al., 2016a, 2016b](#); [Khandker et al., 2012](#)). Poverty impedes access to electricity and energy use. Poverty acts as a barrier for households to get connected due to the connection fees that might sometimes be very high ([Golumbeanu and Barnes, 2013](#)). Furthermore, [Khandker et al. \(2012\)](#) find that the prices of electricity and other energy sources are determinant for energy use. It is worth noting that electricity connection charges are very high in many African countries while the local incomes are very low; these two factors constitute a barrier to the accessibility of electricity ([Barnes and Toman, 2006](#)). In another way, the lack of access to electricity can exacerbate poverty and contribute to its persistence ([Pereira et al., 2011](#)) by opening a poverty trap. Access to electricity can, therefore, increase household income and lift them out of poverty.

In addition to promoting the development of small businesses at the households level, access to electricity is fundamental for the proper functioning of basic services such as hospitals and schools ([Alam et al., 2018](#)). Moreover, at households level, it has been widely found in the empirical literature that access to modern energy affects the household wealth through (i) improvement in income due to the induced variation in

labour productivity, an increase in the female employment and the hours of work, (ii) an improvement in health condition and (iii) an improvement in education ([Alam et al., 2018](#); [Bridge et al., 2016b, 2016a](#); [Dinkelman, 2011](#)). [Cabral et al. \(2005\)](#) show that access to electricity provides many opportunities for households and electricity consumption increases productivity and household income. Access to electricity is also considered as an important tool for creating jobs, raising the level of education, improving health, and facilitating sustainable development. On another hand, electricity has been proved to be a priority good. [Hasan and Mozumder \(2017\)](#) show that as the household's income increases, the energy expenditures increase but less than proportionally.

To the best of our knowledge, few studies have been devoted to the causal links between access to electricity and poverty in Sub-Saharan Africa. At the macroeconomic level, it is well established that there is a strong correlation between energy consumption and economic growth, although the meaning of causality is unclear ([Shahbaz et al., 2013](#)). However, in the African context, evidence of bidirectional causality (feedback) between energy consumption and economic growth has been found in countries like Côte d'Ivoire ([Esso, 2010](#)) and Ghana ([Adams et al., 2016](#)). Moreover, few scholars are focusing on the link between energy poverty (lack of access to electricity) and monetary poverty at the microeconomic level. Does the access to electricity at the household level contribute to poverty alleviation in Côte d'Ivoire? If so, what are the main driving factors and the channels of transmission? This paper aims at analysing the effects of access to electricity on household-level poverty in Côte d'Ivoire.

In this paper, we use data from the Living Standard Measurement Survey (LSMS) of Côte d'Ivoire for 1998, 2002, 2008 and 2015. We aim at deepening our understanding of the effect of electricity on poverty alleviation. We also want to assess how this effect varies over time. For this purpose, we use a full information maximum likelihood

(FIML) approach to estimate simultaneously the equations of electricity access and household consumption per capita. This approach allows us to account for the endogeneity of access to electricity in the household consumption equation and to estimate the covariance structure between the two equations. The results show that access to electricity increases household consumption per capita by 5.2 to 23.3 percent.

This paper contributes to the literature by assessing the effects of access to electricity on poverty alleviation in developing countries and documenting the channels through which these effects occur. We use for this purpose both household income per capita and the household poverty status to provide more insights on the effects and for robustness analysis of the effects. This analysis allows documenting how an increase in the household's consumption per capita translates into a reduction of the poverty level.

The rest of the paper is organized as follows. Section 2 describes the literature review. Section 3 describes the empirical strategies and the data used herein, while Section 4 presents the results. Section 5 concludes and provides policy recommendations.

2 Literature review

The nexus between access to electricity and poverty alleviation can be drawn through various transmission mechanisms. The literature reveals three main channels through which the access of the households to electricity could impact the poverty level. As described in [Fig. 4.1](#), these three channels are labour productivity, education, and health ([Biol, 2007](#); [Bridge et al., 2016a](#)).

The literature highlights the income effects of electrification. These income effects are the results of the induced changes in productivity and in labour force structure. Electrification has positive effects on productivity through the increase in income generated from existing activities and through the creation of new income-generating

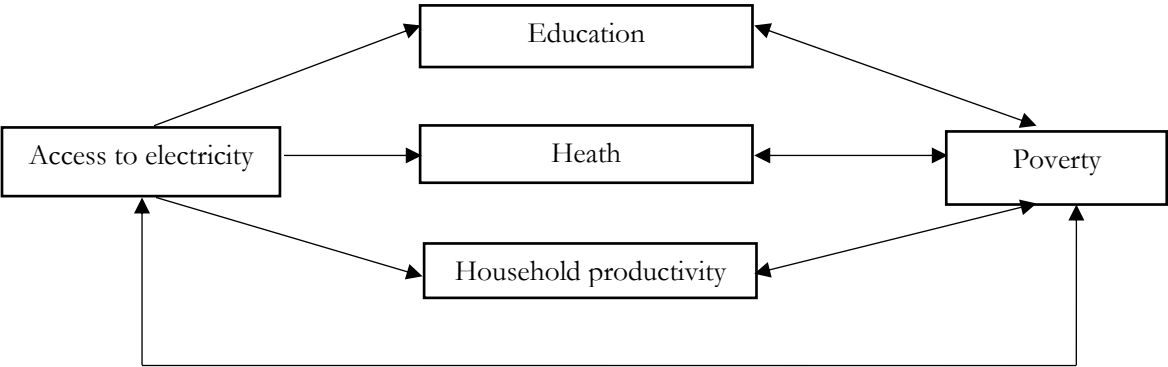
activities at home (IEG, 2008). These productivity effects are the results of the changes (an increase) in working time due to lighting as well as the use of electricity for productive purposes. Barron and Torero (2014) have also found that access to electricity increases the probability of engaging individuals in more productive employment and non-agricultural activities. Besides, due to the increase in the time under light, individuals might increase their working hours, diversify their income opportunities and even more a shift to more productive work. Furthermore, Dinkelman (2011) found positive effects of access to electricity on women employment, likely due to the decrease in the time spent doing housework.

Access to energy in general and electricity can contribute to children's and adults' education. Access to electricity at the household level will increase the time under the light; thus it can result in extended working time for homework and exercises (Peters and Sievert, 2016; Samad et al., 2013). Furthermore, for children, living in a household with access to electricity reduces not only their domestic workload but also provides them with modern learning tools such as audio-visual learning systems (Alam et al., 2018). As a result, IEG (2008) reports that children living in households connected to the electricity grid have a higher level of education than those living in non-connected households. Electricity also makes it possible to organize evening classes, especially for adults, which helps to strengthen their capacity and thus improve their level of education. Then, the change in poverty can occur as follows: if a household gets connected to the electricity grid and uses the electricity to increase the time under light and the school enrolment for both adults and children, it will increase the household education level. It is also well-known that education has an impact on earnings and job productivity (Van der Berg, 2008); and lately on poverty.

The theory of change underlining the effects of electricity on health can be summarized as follows: if a household has access to electricity and uses it for lighting instead of pollution source, it will result in a reduction in the occurrence of diseases

due indoor pollution and an improvement in health in general. The effects of this change can be magnified if the health facilities have access to electricity and use it to improve the quality of services they deliver. Thus, since an ill-health can prevent moving out of poverty (Wagstaff, 2002), by improving household health condition, access to electricity can indirectly affect poverty reduction. It is well known in the literature that access to electricity improves health status and reduces mortality thanks to the improvement of the quality of the indoor air induced by the shift from polluting lighting sources to electric lighting (IEG, 2008). Barron and Torero (2014) identified a causal link between access to electricity, the level of indoor pollution caused by changing lighting sources and the occurrence of respiratory diseases. They show that access to electricity is associated with a reduction in air pollution since households with access to electricity replace as an energy source for lighting by electricity. They also find a reduction in the incidence of acute respiratory diseases for children under six years by 37 to 44 percent. Furthermore, these effects can be emphasized if the health facilities use the electricity for diagnosis and treatment purposes (Lenz et al., 2017).

Fig. 4.1: Conceptual Model of the Interrelationship between electricity and poverty



Source: Authors’ adaptation from Bridge et al. (2016a)

In summary, it can be noted that access to electricity has direct and indirect impacts on poverty indicators, among which: education, health, income and the environment

(Kanagawa and Nakata, 2007). However, even if Sambodo and Novandra (2019) show that access to electricity is not the most important factor in explaining poverty reduction, they nonetheless recognize that better access of poor households to electricity would provide them with better opportunities to improve their welfare and lift them out of poverty.

3 Empirical strategies

Our paper aims at analysing the effect of electricity on poverty reduction. The poverty variable is calculated by the National Statistics Office using the household consumption per capita approach. Thus, each household with a per capita consumption under the national poverty line is considered as poor. This approach is commonly used in developing countries in which the incomes are not well measured or very erratic (Meyer and Sullivan, 2013, 2003). The national poverty line is updated each year to account for inflation and regional differences in prices.

Several papers in the literature highlight that consumption and electricity are simultaneously determined (Bridge et al., 2016a, 2016b; Khandker et al., 2012). It implies that access to electricity is endogenous in the consumption equation. Thus, in addition to the main equation of poverty (consumption), we specify an equation with access to electricity as an outcome. The model can be written as follows:

$$\begin{cases} Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 E_i + X_i \alpha + \varepsilon_{1i} \\ E_i = \beta_0 + \beta_1 Y_i + Z_i \beta + \varepsilon_{2i} \end{cases} \quad (1)$$

Where E_i is equal to one if the household has access to electricity and zero otherwise, Y_i is the wealth variable (household consumption per capita), X_i and Z_i are the vectors of exogenous variables for the household consumption per capita and the access to

electricity equations respectively. The errors terms $(\varepsilon_{1i}, \varepsilon_{2i})$ are assumed to be normally distributed with covariance matrix $\Sigma = \begin{pmatrix} \sigma^2 & \rho\sigma \\ \rho\sigma & 1 \end{pmatrix}$.

In such a model, some exclusion restrictions are needed to make the model identifiable (Greene, 2017). The condition for identification is to include at least one exogenous variable in the first equation that is not in the second, and vice versa. Thus, for the equation of electricity access, we use the proportion of households with access to electricity in the community (degree of community electrification) as an exclusion restriction variable. The degree of community electrification affects household access to electricity (Kemmler, 2007) but is not directly correlated with the household poverty status. For the equation of wealth, we used household's access to motorized transportation as an exclusion restriction variable following Aristondo and Onaindia (2018). Access to motorized transportation is correlated with consumption expenditure but are not directly associated with electricity access. When the model is identified, the reduced form of each equation can be estimated separately using the Two Stages Least Square (2SLS) approach. However, this estimation technique ignores the covariance structure of the matrix Σ .

An alternative estimation approach is to model simultaneously the equations system (1) using the framework developed by Roodman (2011). This framework considers the estimation in a Full Information Maximum Likelihood (FIML) context. This framework belongs to the conditional mixed process family of estimators. To ensure the consistency of the model, we need to specify a recursive model. This implies that Y_i and E_i are not included simultaneously as explanatory variables in the model. Since our aim is to estimate the well-being effects of the access to electricity, the model to be estimated is the following:

$$\begin{cases} Y_i = \alpha_0 + \alpha_1 E_i + X_i \alpha + \varepsilon_{1i} \\ E_i = \beta_0 + Z_i \beta + \varepsilon_{2i} \end{cases} \quad (2)$$

The FIML approach consists of estimating simultaneously all the parameters of the equations system including the covariance matrix parameters by maximizing the log-likelihood of the model. The likelihood of this model is given by:

$$L_i = \phi(Y_i - \alpha_0 - \alpha_1 E_i - X_i \alpha) \Phi \left(-(\beta_0 + Z_i \beta) - \frac{\rho}{\sigma} (Y_i - \alpha_0 - \alpha_1 E_i - X_i \alpha) \right) \quad (3)$$

Where ϕ is the normal probability density with zero mean and variance σ^2 , and Φ is the cumulative normal density with zero mean and variance $1 - \rho^2$.

The test for exogeneity of access to electricity in the equation of wealth is equivalent to testing whether ρ is significantly different from zero (Knapp and Seaks, 1998; Lollivier, 2001). Then, if ρ is not significantly different from zero, it implies that there is no endogeneity. As a result, we can estimate each equation separately.

4 Data and related statistics

The data used herein are from the National Living Standard Measurement Survey (LSMS) of Côte d'Ivoire. We use the data from the last four surveys (2015, 2008, 2002 and 1998). Each of these surveys is a nationally and regionally representative. However, they have not been designed to be panel data; thus, we will consider four independent cross-section analysis. The level of analysis in this paper is the household. The sample size was respectively 12,899; 12,000; 10,800; and 4,200 for 2015, 2008, 2002, and 1998. The sampling design is the same for these surveys with few differences in the numbers of selected units. It consists in a multi-stage stratified random sampling. After stratification by region and following rural and urban areas, the enumeration blocks

have been randomly selected in each stratum at the first stage. The overall number of enumeration blocks was 210 in 1998; 540 in 2002; 600 in 2008 and 1,075 in 2015. At the second level, the households are randomly selected (20 households per enumeration block for 1998, 2002, and 2008's surveys and 12 households per enumeration block in 2015).

Each survey provides information on the access to electricity (a binary outcome that is 1 if the household has access to electricity and 0 otherwise). The questionnaires also provide information on housing characteristics (type of roof, type of energy for cooking, living area), sociodemographic information on the household (number of children under 15, number of elderly above 60, number of members with a job) and his head (gender, age, marital status, education level, employment status), and on household's consumption (household consumption per capita). [Tab.4.3](#) in the appendix presents the variables used and gives some descriptive statistics on the samples.

The connexion rate to the electricity grid has grown from 51.7 percent in 1998 to 58.3 percent in 2015 (see [Fig.4.2](#) below). This increase is driven by the access rate among poor households. For these households, the rate of access to electricity was 35.8 percent in 1998 and reaches 47.1 percent in 2015. However, we find that before 2008, the poverty rate and the rate of access to electricity follow the same pattern; even the poverty rate growth was higher than that of the rate of access to electricity. After 2008, we find that the higher the access to electricity, the lower the poverty rate. The relationship observed after 2008 is consistent with the literature. [Bridge et al. \(2016a,b\)](#) show that the poverty rate decreases when the rate of access to electricity increases.

To provide further insights into the dynamics of poverty rates and access rates to electricity, we implement an Oaxaca-Blinder decomposition of the variation of poverty rates between the different points of observation, i.e. from 1998 to 2002, from 2002 to 2008, and from 2008 to 2015. Considering two consecutive editions of the survey, the

Oaxaca-Blinder decomposition aims at analysing the share of the variation in the poverty rate explained by the variation in the access rate to electricity. Since the poverty outcome is a binary variable, we use the extension of the Oaxaca-Blinder decomposition to binary outcome models as developed by Yun (2004) and Fairlie (2005). Two models (with and without additional explanatory variables) have been estimated for each period considered. The explanatory variables are the same that have been used in the estimation of Equation 2 above. The estimation of these two models aims at assessing how robust are the estimated effects of the variation in the access rate to electricity on that of the poverty rate when other poverty explanatory variables are accounted for. The results of these decompositions are presented in Tab. 4.1.

From 1998 to 2002, the poverty rate increased by 4.9 percentage points while the access rate to electricity only increased by 0.6 percentage point. The Oaxaca-Blinder decomposition shows that the variation in the access rate to electricity has not significantly affected the poverty rate between 1998 and 2002. However, from 2002 to 2008 and from 2008 to 2015, the increase in the access rate to electricity has contributed to reducing the variation in the observed poverty rate. In fact, from 2002 to 2008, the poverty rate increased by 10.6 percentage points. This increase has been mitigated by the increase in the access rate to electricity for 0.37 percentage point. Considering the last period, the poverty rate has decreased by 2.6 percentage points. This decrease is explained by the increase in the access rate to electricity that contributes to a reduction of almost 0.25 percentage point. These findings highlight that before 2002, the increase in the access rate to electricity has not been enough to contribute significantly to poverty alleviation.

Tab. 4.1: Oaxaca-Blinder decomposition of poverty rates

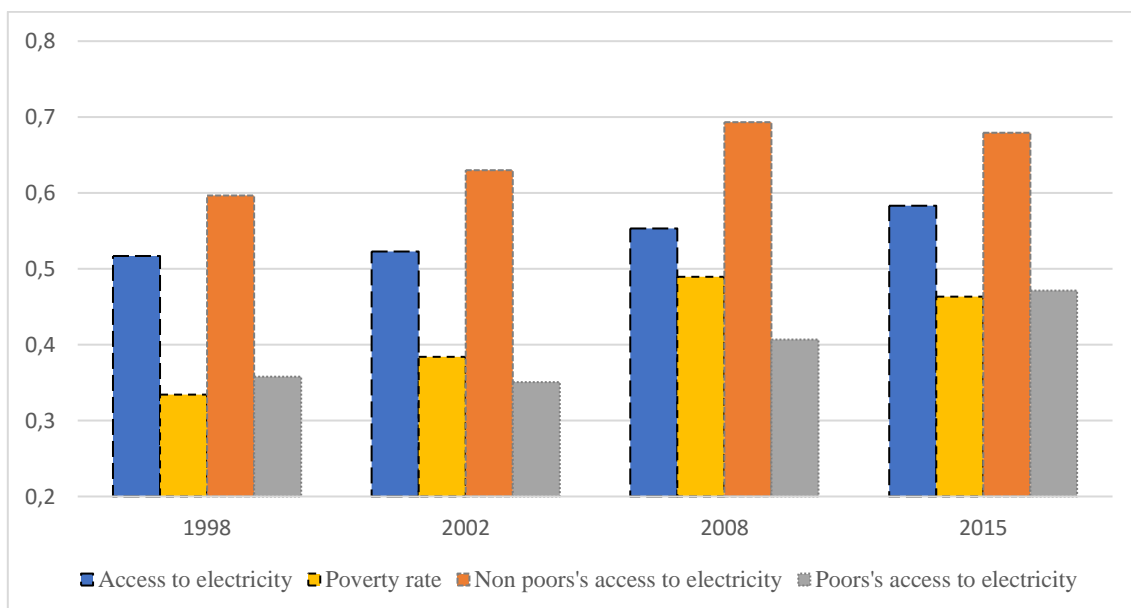
	From 1998 to 2002		From 2002 to 2008		From 2008 to 2015	
	Model 1	Model 2	Model 1	Model 2	Model 1	Model 2
Effects of access to electricity						
Yun's decomposition	-0.0013 (0.0026)	-0.0005 (0.0010)	-0.0081*** (0.0025)	-0.0037*** (0.0012)	-0.0086*** (0.0024)	-0.0025*** (0.0008)
Other explanatory variables included	No	Yes	No	Yes	No	Yes

*** significant at 1% level, ** significant at 5% level, * significant at 10% level. Robust standard errors are in parenthesis.

Source: Authors' calculation using data from LSMS 1998, 2002, 2008, and 2015

We further investigate this negative pattern between the rate of access to electricity and the poverty rate by plotting for 2015, the regional poverty rate and the regional rate of access to electricity (see Fig.4.3 in appendix). The results of this spatial analysis are consistent with the dynamics observed after 2008, i.e. the higher the rate of access to electricity, the lower the poverty rate.

Fig.4.2: Dynamics of the poverty rate and access to electricity in Côte d'Ivoire



Source: Authors' calculation using data from LSMS 1998, 2002, 2008 and 2015

5 Results and discussions

The results of the system of simultaneous equation in (2) for each of the four rounds of the survey are presented in Tab.4.2. The parameters are estimated using a full information maximum likelihood (FIML) approach. The coefficients of the exclusion

restriction variables (community level rate of access to electricity and the ownership of motorised transportation) are significantly different from zero in all equations and have the expected signs. The test for exogeneity of the access to electricity confirms the endogeneity of the access to electricity in the wealth equation for 2002, 2008 and 2015's surveys. However, there is no evidence of endogeneity in 1998. Thus, the estimates of the separate equations are reported for 1998. This implies that for the 1998 LSMS, the reverse relationship does not hold: the wealth outcome does not affect the probability for a household to get access to electricity. This finding implies that even if the households have high wealth (income), they are deprived due to the low coverage of the national grid. Indeed, in the 1990s, only 1939 localities (including villages as well as cities) out of 8,513 in the country were electrified through the national grid, i.e. an electricity penetration rate of 22.77% (SNE, 2012). However, the electricity penetration rate has improved during the last two decades. The electricity penetration rate has increased from 25% in 2002 to 32% and 42% in 2008 and 2015 respectively (ANARE, 2015; SNE, 2012). These increases in the electricity penetration rate have given to most of the Ivoirians the opportunity to have access to electricity by alleviating the constraint of the coverage.

The coefficients for the access to electricity are significantly different from zero in all household consumption equations except for 2002. We find that if a household without access to electricity gets connected to the electricity grid, then the household consumption per capita is expected to increase by $100 \times (e^{0.14379} - 1) = 15.5$ percent in 1998. This expected increase in household consumption per capita is 23.3 percent in 2008 and 5.2 percent in 2015. These results are consistent with the findings in the literature (for example 15.7 percent in India (Bridge et al., 2016a) or 11.3 percent in rural Bangladesh (Khandker et al., 2012)). This finding supports the important role of access to electricity in the poverty alleviation, even if the magnitude of the effect has declined through time. For 2002, the non-significant effect of access to electricity on poverty

maybe because the rate of access to electricity has not grown enough to affect poverty. Only better access to electricity can result in a reduction in poverty (Pueyo and Hanna, 2015). The analysis of the trend in the rate of access to electricity and the poverty rate shows that the rate of access to electricity has not varied significantly from 1998 (51.6 percent) to 2002 (52.3 percent). However, the poverty rate has increased in the same period, from 33.4 percent in 1998 to 38.4 percent in 2002.

To check for robustness and document how an increase in household consumption per capita translates in a reduction of the poverty level, we also estimate the system using the binary outcome of poverty (1 if the household is poor and 0 otherwise) instead of household consumption per capita. The results, reported in Tab.4.4 in the appendix, are consistent with those obtained using the per capita consumption. The access to electricity reduces by 4.8 (in 2015) to 13.5 (in 2008) percentage points the poverty rate. In 1998, we assess a 15.5 percent increase in the household consumption per capita has induced a 7.83 percentage points reduction in poverty level, i.e. a 0.51 percent drop-in poverty rate per each one percent increase in the household consumption per capita. The drops in the poverty rate are estimated to 0.58 and 0.87 percentage point per each one percent increase in the household consumption per capita respectively in 2008 and 2015. It appears from this analysis that even if the magnitude of the effects of access to electricity on the household consumption per capita has declined over time, its translation in terms of poverty alleviation has increased over time. This finding highlights the increasing role of access to electricity on poverty reduction.

Most of the determinants of access to electricity and the household's per capita consumption have the expected signs. The regional dummies are significant in both wealth and access to electricity equations. The urban-rural differences in per capita household consumption are also confirmed in our estimates. In terms of access to electricity, we find no significant effect of living in rural areas on the probability of access to electricity for 1998 and 2002. However, for 2008 and 2015, we find that living

in rural areas increases the probability of access to electricity by 2.7 and 1.3 percentage points, respectively. This counterintuitive result might be due to the government program that aims at making connexion to the electricity grid affordable for households in in-grid rural areas. This program started in 2013 and offers the possibility to households to get connected by paying 1.5 euros per month (over up to 10 years) in addition to their monthly electricity bill to cover the costs of connexion. This program has resulted in an increase in the rate of access to electricity in rural areas from 24.1 percent in 1998 to 31.3 percent in 2015.

The household head age and gender have not significant effects on the probability of access to electricity. The exception is that in 2015, we find that if the household head is a female, it increases by 1.5 percentage points the probability of having access to electricity. The household head that lives in a couple has a higher probability of access to electricity and the lower household consumption per capita. Women are more likely to participate in income-generating activities and spend less time on household chores in households with electricity (Samad et al., 2013). Then, women could use the empowerment provided by heading a household to decide in favour of accessing to electricity for benefiting to the electrification benefits. The household head that lives in a couple has a higher probability of access to electricity and lower household consumption per capita. The higher the household's head education level, the higher the per capita consumption and the probability of access to electricity. This result holds for all the surveys. The higher the number of children under 15, the lower the household consumption per capita and the probability of access to electricity. However, in 2015, the effect of the number of children under 15 on the probability of access to electricity is not significantly different from zero. The number of elderlies in the household reduces the household consumption per capita for each survey expect in 2002 but its effects on the probability of access to electricity are positive and significantly different from zero only in 1998.

Finally, the housing characteristics have also the expected signs for all the four surveys. We find that the use of firewood or charcoal as energy for cooking has negative effects on the household consumption per capita (between 23.4 and 41.7 percent reduction of the household consumption per capita) and reduces by 4.3 to 6.8 percentage points the probability of access to electricity for all the surveys. Furthermore, using grass or other low-quality material as roof reduces the probability of access to electricity by 6.6 to 9.7 percent. It also reduces household consumption per capita by 5.6 to 15.1 percent.

Tab.4.2: FIML estimates for per capita consumption and electricity

variables	1998		2002		2008		2015	
	Eq 1	Eq 2	Eq 1	Eq 2	Eq 1	Eq 2	Eq 1	Eq 2
electricity	0.1438*** (0.0003)		0.0418 (0.0384)		0.2095*** (0.0323)		0.051** (0.0236)	
hhage	-0.0154*** (0.0001)	-0.0001 (0.0004)	-0.0127*** (0.0044)	-0.0003 (0.0003)	-0.0051* (0.0028)	-0.0006** (0.0003)	-0.0037 (0.0027)	0.0001 (0.0002)
hhage square	0.0002*** (0.0000)		0.0002*** (0.0001)		0.00004 (0.00003)		0.00004 (0.00003)	
hhsex	0.0253*** (0.0005)	-0.0043 (0.0146)	-0.0108 (0.0264)	-0.0074 (0.0095)	-0.0102 (0.0278)	-0.0079 (0.0098)	-0.0362* (0.0192)	0.0148** (0.0074)
hhcouple	-0.0351*** (0.0004)	0.0274** (0.0136)	-0.0954*** (0.0243)	0.0098 (0.0086)	-0.0625*** (0.0207)	0.0184** (0.009)	-0.0897*** (0.0187)	0.0136* (0.0073)
hhedu	0.0203*** (0.0000)	0.0047*** (0.0012)	0.0322*** (0.0026)	0.003*** (0.0008)	0.0215*** (0.0016)	0.0037*** (0.0008)	0.0183*** (0.0014)	0.0017*** (0.0005)
hhcontract	0.0871*** (0.0004)	0.0201 (0.0161)	0.0188 (0.0297)	0.0345*** (0.013)	0.1329*** (0.0242)	0.0073 (0.013)	0.1234*** (0.0236)	0.04593*** (0.0109)
hhindep	0.0326*** (0.0004)	-0.0044 (0.0117)	-0.0007 (0.0267)	0.0029 (0.0081)	0.0432* (0.0223)	-0.021** (0.0089)	0.0739*** (0.0232)	-0.0049 (0.0086)
nbworkers	-0.0197*** (0.0001)	-0.0002 (0.0021)	-0.0191*** (0.0054)	0.0009 (0.0021)	-0.0013 (0.004)	0.0017 (0.0021)	-0.0164** (0.0071)	0.0012 (0.0019)
hnbchild	-0.0719*** (0.0001)	0.0091*** (0.00198)	-0.0779*** (0.0053)	0.0054*** (0.0019)	-0.0952*** (0.0063)	0.0033* (0.0017)	-0.1626*** (0.0055)	0.0017 (0.0015)
hnbelderly	-0.0358*** (0.0003)	0.0336*** (0.0095)	-0.0353 (0.0251)	0.0004 (0.0074)	-0.0435** (0.0203)	0.0018 (0.0093)	-0.0783*** (0.0137)	0.0058 (0.0036)
hroof	-0.0648*** (0.0004)	-0.0967*** (0.0174)	-0.1634*** (0.0258)	-0.083*** (0.0097)	-0.0579*** (0.0196)	-0.0694*** (0.009)	-0.0815*** (0.0184)	-0.0665*** (0.0072)
hfirewood	-0.3481*** (0.0005)	-0.0588** (0.0225)	-0.5399*** (0.0477)	-0.0544*** (0.0161)	-0.3249*** (0.0334)	-0.0435*** (0.013)	-0.2668*** (0.024)	-0.0684*** (0.0111)
hrural	-0.1847*** (0.0005)	0.0004 (0.0196)	0.0549* (0.0302)	0.0088 (0.0103)	-0.0675*** (0.0248)	0.0272*** (0.0097)	-0.0851*** (0.0186)	0.0125** (0.0058)
hmotor	0.2064*** (0.0004)		0.4394*** (0.0395)		0.3548*** (0.0243)		0.3386*** (0.0196)	
comelec		0.5084*** (0.0163)		0.5085*** (0.0111)		0.584*** (0.0123)		0.4154*** (0.0076)
intercept	6.8213*** (0.0015)		6.8996*** (0.1221)		6.6786*** (0.0776)		6.9858*** (0.0746)	
rho (ρ)	0.0416 (0.0577)		0.122*** (0.0463)		-0.088** (0.036)		0.0734** (0.0312)	
sigma (σ)	0.4952*** (0.0071)		0.6002*** (0.0086)		0.562*** (0.0062)		0.5439*** (0.0056)	
Regional dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Obs	4,200		10,800		12,600		12,899	
R square/Log likelihood	0.4174	0.6875 / -3,545,363.5	-19,416,201		-17,515,725		-23,099,152	
Wald or F stat	99,999.0	1,453.77	7,092.02		8,955.84		9,875.3	
[p-value]	[0.000]	[0.000]	[0.000]		[0.000]		[0.000]	

*** significant at 1% level, ** significant at 5% level, * significant at 10% level. Robust standard errors are in parenthesis. "Eq 1" is the wealth equation with log of per capita household's consumption as a dependant variable. "Eq 2" is the equation for access to electricity. For each column headed "Eq 2", the figures reported in the cells are the average marginal effects. For 1998, since the test for exogeneity confirms that the access to electricity is exogenous, we report the coefficients and marginal effects for the models estimated separately.

Source: Authors' calculation using data from LSMS 1998, 2002, 2008, and 2015

6 Conclusion and Policy Implications

The rate of access to electricity in Côte d'Ivoire has been increasing since 1998. However, only 58.3 percent of the population and 47.1 percent of the poor have access to electricity in 2015. During the same period, the poverty rate firstly increases and after 2008 starts to decrease slightly. We use the last four rounds of the LSMS to document how access to electricity helps to alleviate the poverty and how the effects of the access to electricity on poverty have changed from 1998 to 2015, corresponding to the previous period, during and after the political and military crisis. For this purpose, we estimate a system of simultaneous equations using a FIML approach.

Our results confirm the important role of access to electricity in the poverty alleviation with a positive and significant effect of access to electricity on household consumption per capita. We show that before 2002, the increase in the access rate to electricity has not been enough to significantly contribute to poverty alleviation. The results also highlight that the regions with a lower rate of access to electricity are those with higher poverty rates. These findings call for placing energy poverty at the forefront of poverty alleviation policies. To effectively combat energy poverty in Côte d'Ivoire, the Ivorian government must promote renewable energy sources and more particularly off-grid technologies (solar, biomass, etc.) through the strengthening of the institutional framework and the implementation of incentive measures such as the reduction of customs and tax taxes on renewable energy equipment. These measures will make it possible to develop energy investments in certain areas of the country, especially in those areas that are not connected to the national electricity grid. The government could also spread access to Solar Home System in off-grid rural areas to increase households income and their welfare (Diallo and Moussa, 2019). The government must finally make the costs of connexion affordable for the households living in localities with electrical coverage.

Appendices

Tab.4.3: Descriptive statistics on the samples

Variable	Description	Date	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min. / Max.
pchcons	Per capita household consumption in euro	1998	4,200	411.75	342.18	17.71 / 6074.726
		2002	10,799	548.74	1690.23	16.84 / 27370.39
		2008	12,600	522.49	614.25	19.36 / 20675.48
		2015	12,899	588.78	659.90	6.15 / 16333.17
hhsex	Household's head gender (1=female, 0=male)	1998	4,200	0.11	0.32	0 / 1
		2002	10,799	0.13	0.34	0 / 1
		2008	12,600	0.16	0.36	0 / 1
		2015	12,899	0.19	0.39	0 / 1
hhage	Age of household's head	1998	4,200	45.94	16.89	16 / 99
		2002	10,799	46.33	22.81	11 / 99
		2008	12,600	45.51	18.80	14 / 99
		2015	12,899	42.84	18.93	12 / 120
hhcouple	Household's head living in couple (1=yes, 0=otherwise)	1998	4,200	0.85	0.36	0 / 1
		2002	10,799	0.83	0.38	0 / 1
		2008	12,600	0.82	0.39	0 / 1
		2015	12,899	0.80	0.40	0 / 1
hhedu	Year of education of household head	1998	4,200	3.57	6.14	0 / 16
		2002	10,799	4.27	8.96	0 / 21
		2008	12,600	4.25	7.26	0 / 18
		2015	12,899	4.17	8.49	0 / 18
hrural	Household living in rural area (1=yes, 0=no)	1998	4,200	0.55	0.50	0 / 1
		2002	10,799	0.57	0.50	0 / 1
		2008	12,600	0.59	0.49	0 / 1
		2015	12,899	0.50	0.50	0 / 1
hfirewood	Type of energy used by the household for cooking (1=firewood or charcoal, 0=otherwise)	1998	4,200	0.88	0.33	0 / 1
		2002	10,799	0.84	0.37	0 / 1
		2008	12,600	0.82	0.38	0 / 1
		2015	12,899	0.81	0.39	0 / 1
hroof	Type of roof used by the household (1=grass or other low quality, 0= otherwise)	1998	4,200	0.21	0.41	0 / 1
		2002	10,799	0.21	0.41	0 / 1
		2008	12,600	0.25	0.43	0 / 1
		2015	12,899	0.19	0.39	0 / 1
hmotor	Household has a motorized transportation (1=yes, 0=otherwise)	1998	4,200	0.15	0.36	0 / 1
		2002	10,799	0.15	0.35	0 / 1
		2008	12,600	0.14	0.34	0 / 1
		2015	12,899	0.15	0.35	0 / 1
comelec	Proportion of household with access to electricity in the community	1998	4,200	0.52	0.53	0 / 1
		2002	10,799	0.52	0.70	0 / 1
		2008	12,600	0.55	0.56	0 / 1
		2015	12,899	0.58	0.61	0 / 1
hnbchild	Number of children under 15 in the household	1998	4,200	4.26	4.82	0 / 18
		2002	10,799	3.82	5.27	0 / 22
		2008	12,600	3.35	5.23	0 / 21
		2015	12,899	2.39	3.33	0 / 17
hnbelderly	Number of elderly above 60 in the household	1998	4,200	0.34	1.04	0 / 5

Variable	Description	Date	Obs.	Mean	Std. Dev.	Min. / Max.
		2002	10,799	0.35	1.50	0 / 6
		2008	12,600	0.28	0.92	0 / 4
		2015	12,899	0.32	1.15	0 / 9
hhcontract	Household's head has a job with formal contract (1=yes, 0=otherwise)	1998	4,200	0.20	0.40	0 / 1
		2002	10,799	0.18	0.39	0 / 1
		2008	12,600	0.17	0.37	0 / 1
		2015	12,899	0.11	0.31	0 / 1
hhindep	Household's head is an independent worker (1=yes, 0=otherwise)	1998	4,200	0.64	0.48	0 / 1
		2002	10,799	0.58	0.49	0 / 1
		2008	12,600	0.67	0.47	0 / 1
		2015	12,899	0.47	0.50	0 / 1
hhsiz	Household's size	1998	4,200	8.74	8.81	1 / 34
		2002	10,799	8.10	9.72	1 / 40
		2008	12,600	7.24	8.89	1 / 37
		2015	12,899	5.14	5.30	1 / 36
hnbworker	Number of household members that have a job	1998	4,200	3.54	5.31	0 / 26
		2002	10,799	2.88	4.45	0 / 29
		2008	12,600	3.15	4.88	0 / 20
		2015	12,899	1.69	2.47	0 / 23

Source: Authors' calculation using data from LSMS 1998, 2002, 2008, and 2015

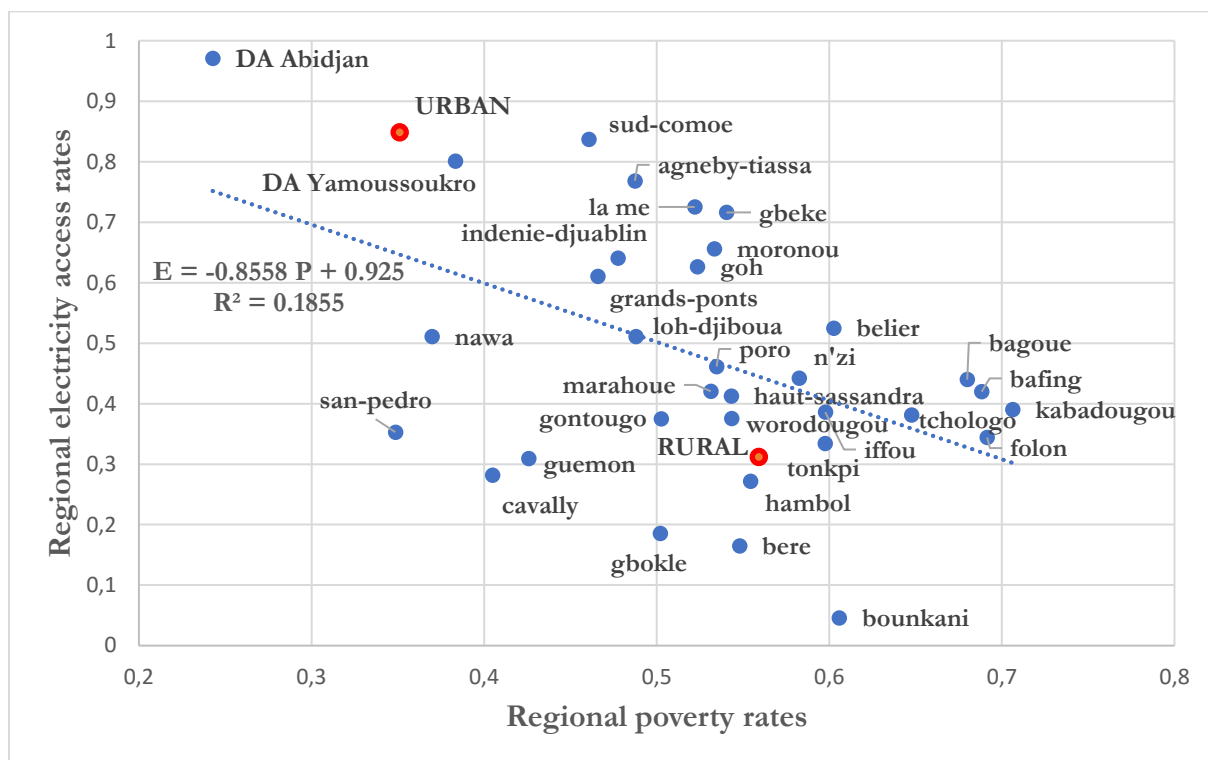
Tab.4.4: Robustness estimates using the binary outcome of poverty

variables	1998		2002		2008		2015	
	Eq 1	Eq 2	Eq 1	Eq 2	Eq 1	Eq 2	Eq 1	Eq 2
electricity	-0.0783*** (0.022)		-0.036 (0.0254)		-0.1349*** (0.0247)		-0.048*** (0.017)	
hhage	-0.0001 (0.0008)	-0.0001 (0.0004)	-0.0014** (0.0006)	-0.0003 (0.0003)	0.0004 (0.0005)	-0.0006** (0.0003)	-0.0002 (0.0004)	0.0001 (0.0002)
hhsex	0.0204 (0.0283)	-0.0043 (0.0146)	0.0045 (0.0184)	-0.0076 (0.0095)	-0.0182 (0.021)	-0.0076 (0.0098)	0.0001 (0.0154)	0.0146** (0.0074)
hhcouple	-0.0086 (0.027)	0.0274** (0.0136)	0.0311* (0.0175)	0.0094 (0.0086)	0.0015 (0.0147)	0.0184** (0.0091)	0.0222 (0.0147)	0.013* (0.0072)
hhedu	-0.0101*** (0.0024)	0.0046*** (0.0012)	-0.0178*** (0.0017)	0.003*** (0.0008)	-0.0104*** (0.0012)	0.0037*** (0.0008)	-0.0091*** (0.0245)	0.0017*** (0.0005)
hhcontract	-0.0403 (0.0299)	0.0201 (0.0161)	-0.0096 (0.0236)	0.0347*** (0.0129)	-0.0509*** (0.0195)	0.0079 (0.0131)	-0.0928*** (0.0245)	0.0463*** (0.011)
hhindep	-0.0121 (0.0223)	-0.0044 (0.0117)	0.0194 (0.0179)	0.0021 (0.0081)	-0.0006 (0.018)	-0.0209** (0.0089)	-0.0407** (0.0196)	-0.0046 (0.0086)
nbworkers	0.0196*** (0.0047)	-0.0002 (0.0021)	0.014*** (0.0038)	0.0008 (0.0021)	0.0033 (0.0032)	0.0018 (0.0021)	0.0134*** (0.0051)	0.0012 (0.0018)
hnbchild	0.0349*** (0.0044)	0.0091*** (0.002)	0.0354*** (0.0034)	0.0055*** (0.0019)	0.0526*** (0.0051)	0.0033** (0.0017)	0.1084*** (0.0033)	0.0018 (0.0015)
hnbelderly	0.0311 (0.0201)	0.0336*** (0.0095)	0.0148 (0.0168)	0.0004 (0.0074)	0.0366** (0.0154)	0.0019 (0.0093)	0.0467*** (0.01)	0.0056 (0.0036)
hroof	0.0337 (0.0219)	-0.0966*** (0.0174)	0.0907*** (0.0172)	-0.0826*** (0.0098)	0.0247* (0.0141)	-0.0694*** (0.009)	0.0331** (0.0129)	-0.067*** (0.0071)
hfirewood	0.2523*** (0.0518)	-0.0581** (0.0225)	0.2617*** (0.0287)	-0.0525*** (0.0162)	0.1815*** (0.0298)	-0.043*** (0.013)	0.1673*** (0.0214)	-0.0679*** (0.0109)
hrural	0.1354*** (0.0365)	0.0004 (0.0196)	-0.0585*** (0.0193)	0.0101 (0.0102)	0.0384** (0.0191)	0.0272*** (0.0097)	0.0473*** (0.0131)	0.0128** (0.0058)
hmotor	-0.107*** (0.0268)		-0.1464*** (0.0234)		-0.1929*** (0.0188)		-0.1819*** (0.0156)	
comelec		0.5084*** (0.0162)		0.5101*** (0.0111)		0.5846*** (0.0123)		0.4154*** (0.0076)
rho (ρ)	-0.0656 (0.0803)		-0.1105** (0.0552)		0.1002* (0.0523)		-0.0902** (0.0447)	
Regional dummy	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes
Obs	4,200		10,800		12,600		12,899	
Log likelihood	-8,016,685.1	-3,545,363.5	-12,950,990		-12,528,604		-15,922,495	
Wald or F stat	375.1	1,453.77	4,568.87		5,685.96		6,581.41	
[p-value]	[0.000]	[0.000]	[0.000]		[0.000]		[0.000]	

*** significant at 1% level, ** significant at 5% level, * significant at 10% level. Robust standard errors are in parenthesis. "Eq 1" is the wealth equation where the dependent variable is the binary outcome taking 1 if household is poor and 0 otherwise. "Eq 2" is the equation for access to electricity. The figures reported in the cells are the average marginal effects. For 1998, since the test for exogeneity confirms that the access to electricity is exogenous, we report average marginal effects for the equations estimated separately.

Source: Authors' calculation using data from LSMS 1998, 2002, 2008, and 2015

Fig.4.3: Poverty and access to electricity by region in Côte d'Ivoire



Source: Authors' calculation using data from LSMS 2015

References

- Adams, S., Klobodu, E.K.M., Opoku, E.E.O., 2016. Energy consumption, political regime and economic growth in sub-Saharan Africa. *Energy Policy* 96, 36–44. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.05.029>
- Alam, Md.S., Miah, M.D., Hammoudeh, S., Tiwari, A.K., 2018. The nexus between access to electricity and labour productivity in developing countries. *Energy Policy* 122, 715–726. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.08.009>
- ANARE, 2015. Autorité nationale de régulation du secteur de l'électricité - Rapport d'activité 2015. Côte d'Ivoire.
- Aristondo, O., Onaindia, E., 2018. Inequality of energy poverty between groups in Spain. *Energy* 153, 431–442. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.04.029>
- Barnes, D., Toman, M., 2006. *Energy, Equity and Economic Development*, Oxford University Press (Initiative for Policy Dialogue Series). USA.
- Barron, M., Torero, M., 2014. Household Electrification: Short-Term Effects with Long-Term Implications, mimeo, Department of Agricultural and Resource Economics, University of California, Berkeley.
- Birol, F., 2007. Energy Economics: A Place for Energy Poverty in the Agenda?
- Bridge, B.A., Adhikari, D., Fontenla, M., 2016a. Electricity, income, and quality of life. *Soc. Sci. J.* 53, 33–39. <https://doi.org/10.1016/j.soscij.2014.12.009>
- Bridge, B.A., Adhikari, D., Fontenla, M., 2016b. Household-level effects of electricity on income. *Energy Econ.* 58, 222–228. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.06.008>
- Cabraal, R.A., Barnes, D.F., Agarwal, S.G., 2005. Productive Uses of Energy for Rural Development. *Annu. Rev. Environ. Resour.* 30, 117–144. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.30.050504.144228>
- Diallo, A., Moussa, R.K., 2019. The effects of Solar Home System (SHS) on welfare in off-grid areas: Evidence from Côte d'Ivoire. *Energy* 116835. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.116835>
- Dinkelman, T., 2011. The Effects of Rural Electrification on Employment: New Evidence from South Africa. *Am. Econ. Rev.* 101, 3078–3108. <https://doi.org/10.1257/aer.101.7.3078>
- Esso, L.J., 2010. Threshold cointegration and causality relationship between energy use and growth in seven African countries. *Energy Econ.* 32, 1383–1391. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.08.003>
- Fairlie, R., 2005. An Extension of the Blinder-Oaxaca Decomposition Technique to Logit and Probit Models. *J. Econ. Soc. Meas.* 30, 305–316.
- Fujii, T., Shonchoy, A.S., Xu, S., 2018. Impact of Electrification on Children's Nutritional Status in Rural Bangladesh. *World Dev.* 102, 315–330. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.07.016>

- Gaye, A., 2007. Access to Energy and Human Development. Hum. Dev. Rep. 20072008, Human Development Report Office OCCASIONAL PAPER.
- Golumbeanu, R., Barnes, D., 2013. Connection Charges and Electricity Access in Sub-Saharan Africa. Policy Research Working Paper;No. 6511. World Bank, Washington, DC. © World Bank.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/15871> License: CC BY 3.0 IGO.”.
- Greene, W.H., 2017. *Econometric Analysis*, 8 edition. ed. Pearson, New York, NY.
- Hasan, S.A., Mozumder, P., 2017. Income and energy use in Bangladesh: A household level analysis. *Energy Econ.* 65, 115–126.
<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.05.006>
- IEA, UNDP, and UNIDO, 2010. *Energy Poverty: How to make modern energy access universal*.
- IEG, 2008. *The Welfare Impact of Rural Electrification : A Reassessment of the Costs and Benefits*, The independent Evaluation Group, The World Bank Group, Washington, D.C.
- Kanagawa, M., Nakata, T., 2007. Analysis of the energy access improvement and its socio-economic impacts in rural areas of developing countries. *Ecol. Econ.*, Special Section: Ecological-economic modelling for designing and evaluating biodiversity conservation policies 62, 319–329.
<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.06.005>
- Kemmler, A., 2007. Factors influencing household access to electricity in India. *Energy Sustain. Dev.* 11, 13–20. [https://doi.org/10.1016/S0973-0826\(08\)60405-6](https://doi.org/10.1016/S0973-0826(08)60405-6)
- Khandker, S.R., Barnes, D.F., Samad, H.A., 2012. Are the energy poor also income poor? Evidence from India. *Energy Policy* 47, 1–12.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.028>
- Knapp, L.G., Seaks, T.G., 1998. A Hausman Test for a Dummy Variable in Probit. *Appl. Econ. Lett.* 5:5321-23.
- Lenz, L., Munyehirwe, A., Peters, J., Sievert, M., 2017. Does Large-Scale Infrastructure Investment Alleviate Poverty? Impacts of Rwanda’s Electricity Access Roll-Out Program. *World Dev.* 89, 88–110.
<https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.08.003>
- Lollivier, S., 2001. Endogénéité d’une variable explicative dichotomique dans le cadre d’un modèle probit bivarié: Une application au lien entre fécondité et activité féminine. *Ann. D’Économie Stat.* 251–269. <https://doi.org/10.2307/20076289>
- Meyer, B.D., Sullivan, J.X., 2013. Consumption and Income Inequality and the Great Recession. *Am. Econ. Rev.* 103, 178–183.
<https://doi.org/10.1257/aer.103.3.178>
- Meyer, B.D., Sullivan, J.X., 2003. Measuring the Well-Being of the Poor Using Income and Consumption. *Natl. Bur. Econ. Res. Work. Pap. Ser.*

- Oda, H., Tsujita, Y., 2011. The determinants of rural electrification: The case of Bihar, India. *Energy Policy* 39, 3086–3095.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.014>
- Pereira, M., Vasconcelos Freitas, M.A., da Silva, N.F., 2011. The challenge of energy poverty: Brazilian case study. *Energy Policy* 39, 167–175.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2010.09.025>
- Peters, J., Sievert, M., 2016. Impacts of rural electrification revisited – the African context. *J. Dev. Eff.* 8, 327–345.
<https://doi.org/10.1080/19439342.2016.1178320>
- Pueyo, A., Hanna, R., 2015. What level of electricity access is required to enable and sustain poverty reduction? Annex 1 – Literature Review. Inst. Dev. Stud. Pract. Action Consult.
- Roodman, D., 2011. Fitting fully observed recursive mixed-process models with cmp, *Stata Journal*, 11, 2, 159-206, <http://www.stata-journal.com/article.html?article=st0224>.
- Samad, H.A., Khandker, S.R., Asaduzzaman, M., Yunus, M., 2013. The Benefits of Solar Home Systems: An Analysis from Bangladesh, Policy Research Working Papers. The World Bank. <https://doi.org/10.1596/1813-9450-6724>
- Sambodo, M.T., Novandra, R., 2019. The state of energy poverty in Indonesia and its impact on welfare. *Energy Policy* 132, 113–121.
<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.05.029>
- Shahbaz, M., Khan, S., Tahir, M.L., 2013. The dynamic links between energy consumption, economic growth, financial development and trade in China: fresh evidence from multivariate framework analysis. *Energy Econ.* 40, 8–21.
- SNE, 2012. Séminaire National sur l’Energie (SNE) - Défis et enjeux du secteur de l’énergie en Côte d’Ivoire: Mesures d’urgence et plans à moyen et long termes (No. 03). Ministère des mines, du pétrole et de l’énergie - Côte d’Ivoire.
- Van der Berg, 2008. Poverty and education. *Educ. Policy Ser.* 10 Int. Inst. Educ. Planning International Acad. Educ. ParisBrussels 2008.
- Wagstaff, A., 2002. Poverty and health sector inequalities. *Bull. World Health Organ.* 80, 97–105.
- World Bank, 2019. This is what it’s all about: boosting renewable energy in Africa.
- World Bank Group, 2018. Africa’s Pulse, No. 17, April 2018. Washington, DC: World Bank. © World Bank.
<https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/29667> License: CC BY 3.0 IGO.
- Yun, M.-S., 2004. Decomposing differences in the first moment. *Econ. Lett.* 82, 275–280. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2003.09.008>

CONCLUSION GÉNÉRALE

Cette thèse avait pour objectif faire une analyse économique de la pauvreté énergétique en lien avec plusieurs aspects du développement. Cette analyse se focalise sur la compréhension des problèmes liés à la pauvreté énergétique c'est-à-dire le manque d'accès à une énergie fiable, durable, propre et à un coût abordable pour tous. La pauvreté énergétique représente un obstacle majeur pour le développement humain, social et économique ainsi qu'à l'atteinte des Objectif de Développement Durable (ODD).

En Afrique Subsaharienne, malgré les mesures implémentées par les autorités locales, les organisations non gouvernementales et les partenaires au développement pour combattre la pauvreté énergétique, le nombre absolu de pauvres énergétiques pourrait augmenter, en raison du taux de croissance démographique élevé dans la région, si des efforts supplémentaires ne sont pas mis en œuvre. Cette thèse s'inscrit dans la démarche de fournir aux décideurs une solide base d'informations et des propositions de mesures à même de lutter efficacement contre ce fléau en Afrique Subsaharienne à travers une étude de cas de la Côte d'Ivoire.

Ce travail de recherche a adopté une variété d'instruments méthodologiques à savoir la recherche documentaire, l'analyse statistique et économétrique dans l'optique de proposer aux décideurs une panoplie de mesures visant à lutter efficacement contre la pauvreté énergétique et de permettre ainsi aux pays d'Afrique Subsaharienne en général et à la Côte d'Ivoire en particulier d'atteindre les objectifs de développement durable à l'horizon 2030.

Ainsi, pour atteindre cet ambitieux objectif, nous avons tout d'abord, dans le premier chapitre, fait un diagnostic approfondi du secteur énergétique de la Côte d'Ivoire en mettant un accent particulier sur les grands programmes mis en œuvre dans le secteur depuis 2013. Une analyse documentaire qui a consisté à exploiter les rapports

d'études et des données secondaires provenant d'institutions nationales et internationales nous a permis de mettre en lumière les performances réalisées dans le secteur ainsi que les défis à relever. Les résultats révèlent que les programmes d'électrification entrepris par le Gouvernement Ivoirien, depuis 2013, ont permis à la Côte d'Ivoire d'améliorer substantiellement les indicateurs dans le secteur énergétique. Ainsi, le taux d'accès à l'électricité est passé de 76% en 2013 à 90% en 2018 et le taux de desserte est passé de 25 à 44% sur la même période. S'agissant du taux d'accès au GPL, il est passé de 20% en 2010 à 23% en 2014. Cependant, beaucoup reste à faire dans le domaine de l'électrification rurale surtout dans les localités de moins de 500 habitants. Aussi, le niveau d'accès au GPL reste faible en dehors du district autonome d'Abidjan.

Après ce diagnostic sectoriel, dans le deuxième chapitre, nous avons exploité les données de l'enquête niveau de vie des ménages réalisée en 2015 pour évaluer d'une part, l'ampleur et l'intensité de la pauvreté énergétique à l'aide d'un indicateur de pauvreté énergétique multidimensionnel adapté aux réalités sociales et économiques du pays. Nous avons, ensuite, analysé les facteurs qui déterminent cette forme de pauvreté en Côte d'Ivoire. Les résultats de nos travaux ont révélé que près de 66% des ménages en Côte d'Ivoire étaient victimes de la pauvreté énergétique et que fléau est plus sévère dans les régions ouest et nord du pays. Les caractéristiques socio-économiques du chef de ménage, le lieu de résidence, le pouvoir de négociation des femmes et la composition du ménage se sont révélé être les principaux déterminants de la pauvreté énergétique en Côte d'Ivoire.

Dans le troisième chapitre, nous avons analysé les facteurs déterminants le choix des principaux combustibles de cuisson en Côte d'Ivoire. Pour ce faire, nous avons exploité l'enquête niveau de vie 2015 à l'aide d'une analyse statistique et d'une analyse économétrique. Nos résultats ont montré qu'en dehors du district autonome d'Abidjan, l'usage du GPL comme principale source de combustible reste marginal. Notre analyse

économétrique a révélé que lorsque le chef de ménage est âgé, ou s'il vit en couple ou s'il vit dans une localité éloignée de la sous-préfecture, cela affecte négativement le choix du GPL comme principale source de combustible. À l'inverse, vivre dans la zone urbaine, vivre dans une maison moderne, ou dans un ménage dirigé par des femmes, ou ayant un chef de ménage ayant un niveau de scolarité élevé, les ménages riches, les ménages ayant accès à l'électricité et les ménages possédant une cuisinière impactent positivement l'adoption du GPL comme principal combustible de cuisson au détriment des autres combustibles. Nous trouvons également une relation non linéaire entre l'adoption par les ménages de combustible de cuisson propre et la taille des ménages.

Dans le dernier chapitre, nous avons examiné l'effet de l'accès des ménages à l'électricité sur la pauvreté en Côte d'Ivoire à l'aide d'une technique d'estimation à information complète de système d'équations. Cette technique a permis de prendre en charge le problème d'endogénéité entre l'accès à l'électricité et la pauvreté. Pour prendre en compte la dimension temporelle dans nos travaux, nous avons exploités les données issues des quatre dernières enquêtes niveau de vie (1998, 2002, 2008 et 2015) réalisées dans le pays. Nous montrons qu'il existe un effet positif et significatif de l'accès à l'électricité sur la consommation des ménages par habitant. L'accès à l'électricité augmente la consommation des ménages par habitant de 5,2 à 23,3 points de pourcentage. Nos résultats soulignent également que plus le taux régional d'accès à l'électricité est bas, plus le taux de pauvreté régional est élevé.

Plusieurs recommandations politiques issues de cette thèse dont les plus importantes sont :

- Pour atteindre l'électrification pour tous en 2025, les autorités doivent mettre l'accent sur les systèmes d'électrification décentralisée basés sur les énergies renouvelables.

- La conception et la mise en œuvre de « business models » est également nécessaire dans le domaine de l'accès au GPL surtout pour les populations en milieu rural.
- Le gouvernement devrait augmenter son soutien pour améliorer l'accès des personnes à l'énergie et cibler des mesures appropriées pour réduire le taux de pauvreté des ménages, augmenter l'offre éducative ainsi que l'accès au financement.
- Améliorer le cadre institutionnel du secteur de l'énergie, étendre l'accès au système solaire domestique dans les zones qui ne sont pas couvertes par réseau électrique national et mettre en œuvre des mesures incitatives telles que la réduction des taxes douanières et fiscales sur les équipements d'énergie renouvelable. Toutes ces mesures pourraient aider à lutter contre la pauvreté énergétique et monétaire en Côte d'Ivoire.

Plusieurs aspects de la pauvreté énergétiques en lien avec le développement économiques et sociales mériteraient d'être approfondis. on peut citer entre autres :

- Le lien entre la pauvreté énergétique et le pouvoir de négociation des femmes dans les ménages (autonomisation des femmes) ;
- L'impact de la pauvreté énergétique sur le bien être des ménages (santé, revenu et éducation) ;
- L'analyse de la pauvreté énergétique des différents pays de l'UEMOA en utilisant les données de l'Enquête Harmonisée sur les Conditions de Vie des Ménages (EHCVM) 2018.



Contents lists available at ScienceDirect

Energy

journal homepage: www.elsevier.com/locate/energy



The effects of solar home system on welfare in off-grid areas: Evidence from Côte d'Ivoire



Arouna Diallo ^a, Richard K. Moussa ^{b, *}

^a CERDI - Centre d'Études et de Recherches sur le Développement International – Université Clermont Auvergne, France

^b Ecole Nationale Supérieure de Statistique et d'Économie Appliquée (ENSEA), Abidjan, Côte d'Ivoire

ARTICLE INFO

Article history:

Received 1 June 2019
Received in revised form
15 October 2019
Accepted 23 December 2019
Available online 30 December 2019

JEL classification:

I31
Q42

Keywords:

Solar energy
Solar home system
Poverty
Education
Health
Off-grid rural areas

ABSTRACT

In Côte d'Ivoire, the electricity grid covers only 54% of the localities in 2017 while the country has a high solar potential due to a regular solar radiation. This paper analyses the welfare benefits of using solar home system as a source of electricity in remote areas in Côte d'Ivoire. We use household-level data gleaned from 2015 Living Standards Measurement Surveys (LSMS). The household welfare is measured using three indicators that are income, education and health. To account for the endogeneity bias due to this simultaneity between welfare and energy use, we use a regression model with an endogenous treatment. The results confirm the positive effects of SHS use on welfare outcomes. Specifically, we find that the use of solar home system increases the household consumption per capita and the household average years of schooling by 41.96% and 1.79 years respectively and reduces the number of household members that report an illness by 2.35. The highly significant magnitude of SHS impact on the welfare in remote areas makes a powerful argument for implementing a policy for spreading its use.

© 2019 Elsevier Ltd. All rights reserved.