

LA DEMANDE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE DES MÉNAGES AU BENIN

Serge. V.F. DEDJINOU*

Received: 14/09/2020/ Accepted: 13/04/2021 / Published: 30/03/2022

Corresponding authors: dedjinous@yahoo.fr

RÉSUMÉ

Cet article analyse les déterminants de la demande d'énergie électrique des ménages dans un contexte de rationnement de l'offre, en raison de la faible capacité de production d'énergie électrique au Bénin. Pour identifier les déterminants de la demande d'énergie électrique des ménages, nous avons estimé un modèle de demande conditionnelle par la méthode de sélection de Heckman (1979) appliquée aux données issues de l'Enquête sur la Consommation d'Electricité des Ménages au Bénin. Sous les hypothèses de la défaillance du système d'approvisionnement et d'absence d'informations en temps réel sur les prix pratiqués par l'opérateur du réseau, cette étude révèle que les dépenses de raccordement au réseau, le revenu et le milieu de résidence sont les principaux déterminants significatifs de la demande d'accès au réseau de distribution alors que les dépenses de consommation, le revenu du ménage et la revente d'électricité sont les principaux déterminants significatifs de la demande d'usage d'énergie électrique des ménages au Bénin.

MOTS-CLÉS

Demande d'énergie électrique, revente d'électricité, rationnement, Heckman.

JEL CLASSIFICATION : Q410, D42, C52, L42

* Doctorant en Sciences Economiques, Université de Lomé, TOGO,

الطلب على الطاقة الكهربائية المنزلية في بنين

ملخص

تحلل هذه المقالة محددات الطلب على الطاقة الكهربائية المنزلية في سياق تقنين العرض بسبب القدرة المنخفضة لإنتاج الطاقة الكهربائية في بنين. لتحديد محددات الطلب المنزلي على الكهرباء، قمنا بتقدير نموذج طلب مشروط باستخدام طريقة اختيار هيكمان (1979) المطبقة على بيانات من مسح استهلاك الكهرباء المنزلي في بنين. في ظل افتراضات فشل نظام التوريد وغياب المعلومات في الوقت الحقيقي عن الأسعار التي يتقاضاها مشغل الشبكة، تكشف هذه الدراسة أن نفقات الاتصال بالشبكة والدخل ومكان الإقامة هي المحددات الرئيسية الهامة للطلب على الوصول إلى شبكة التوزيع، في حين أن الإنفاق الاستهلاكي ودخل الأسرة وإعادة بيع الكهرباء هي المحددات الرئيسية الهامة للطلب على استخدام الطاقة الكهربائية من قبل الأسر في حميدة.

كلمات مفتاحية

الطلب على الطاقة الكهربائية، إعادة بيع الكهرباء التقنين، هيكمان.

تصنيف جال Q410، C52، D42، L42.

HOUSEHOLD ELECTRICAL ENERGY DEMAND IN BENIN

ABSTRACT

This article analyzes the determinants of household electrical energy demand in a context of supply rationing due to the low capacity of electrical energy production in Benin. To identify the determinants of household electricity demand, we estimated a conditional demand model using the selection method of Heckman (1979) applied to data from the Survey on Household Electricity

Consumption in Benin. Under the assumptions of the failure of the supply system and the absence of real-time information on the prices charged by the network operator, this study reveals that the expenses for connection to the network, income and place of residence are the main significant determinants of demand for access to the distribution network, while consumption expenditure, household income and the resale of electricity are the main significant determinants of demand for the use of electrical energy by households in the Benin.

KEYWORDS

Demand for electric power, resale of electricity, rationing, Heckman.

JEL CLASSIFICATION : Q410, D42, C52, L42.

INTRODUCTION

L'énergie électrique est généralement produite par des générateurs électriques, mais peut également être fournie par des sources telles que des batteries électriques². Il est généralement fourni aux ménages et aux entreprises par l'industrie de l'énergie électrique via un réseau électrique (Smith, 2001). La demande d'énergie électrique d'un ménage représente ici, la quantité totale d'énergie électrique en kilowattheure consommée à l'aide d'un compteur électrique sur le réseau de distribution.

Parallèlement à l'augmentation actuelle de la population, la production d'énergie électrique au Bénin est insuffisante pour répondre aux besoins énergétiques domestiques. Le Bénin dispose d'un parc de production caractérisé par une faible production. Selon le rapport de l'étude nationale de la situation de base au Bénin en 2015, la production nationale d'électricité représentait seulement 8,45% de la demande totale. Le Bénin qui compte plus de 11 millions d'habitants selon les statistiques de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), connaît une forte demande en

² https://en.wikipedia.org/wiki/Electric_power

énergie électrique non couverte. La consommation d'électricité par habitant augmente d'année en année depuis 1971 dans le pays (Banque Mondiale, 2019). En effet, la consommation d'électricité par habitant est de 10,75 *KWh* en 1971, contre 100,23 *KWh* en 2014³. La consommation d'électricité par habitant du Bénin en 2014 représente 3,2% de la moyenne mondiale de cette même année qui est 3132,787 *KWh*. Cette consommation énergétique est dominée par le secteur résidentiel.

L'accès des ménages à l'électricité au Bénin est assuré par deux structures étatiques : la Société Béninoise d'Énergie Electrique (SBEE) et l'Agence Béninoise d'Électrification Rurale et de Maîtrise d'Énergie (ABERME). En milieu urbain et péri-urbain, l'accès à l'électricité est assuré par la SBEE à travers son réseau de distribution, tandis qu'en milieu rural il est confié à l'ABERME à travers la production de l'électricité hors réseau. Le taux d'électrification au niveau national est estimé à 27,7% en 2015 dont 6,3% en milieu rural. Le taux de desserte en énergie électrique du réseau est de 23% et couvre soixante (60) circonscriptions administratives et territoriales sur les soixante-dix-sept (77) que compte le Bénin⁴. Ces faibles taux illustrent le faible développement des infrastructures énergétiques dans le pays et expliquent les choix des ménages de s'installer dans les milieux urbains les plus éclairés. Au Bénin, plusieurs localités restent encore non desservies. En effet, cette situation est favorisée par le blocage des processus de lotissement qui semble retarder l'urbanisation des arrondissements dans les communes. En outre, les longs délais et le coût du raccordement au réseau pourraient expliquer le faible accès des ménages à l'électricité. L'énergie électrique au Bénin reste la forme d'énergie propre la plus utilisée par les ménages même si elle est inégalement répartie sur l'ensemble du territoire. Le taux d'accès des ménages à l'électricité au niveau national est de 19,2%. En effet, sur les 3755 localités que compte le Bénin, seules 1573 étaient effectivement électrifiées à la fin de l'année 2013 (INSAE, 2014). Au niveau des

³ <https://donnees.banquemondiale.org/indicateur/EG.USE.ELEC.KH.PC>

⁴ <https://are.bj/la-distribution-de-lenergie-electrique/#>

approvisionnements, la faible production d'énergie électrique est compensée par des importations afin de satisfaire la demande. Aujourd'hui, la croissance de la population béninoise et l'urbanisation exercent une pression sur le réseau de distribution d'énergie électrique dont la mise en place semble n'avoir pas intégrée ces aspects.

Dans la théorie du comportement du consommateur, les individus maximisent leur consommation sous contrainte de leur revenu. Cependant, la question de la demande d'électricité a été analysée sous plusieurs angles. Les consommateurs maximisent leur consommation d'électricité sous la contrainte de l'offre d'électricité qui elle-même dépend des capacités de production de l'entreprise et du type de tarification qu'elle pratique. Ceci en raison de la nature particulière du bien, réseau hybride électricité qui ne peut être stockée du fait des contraintes techniques (Taylor, 1975). Selon Lévy, Roudil, Flamand, & Belaïd (2014), la consommation d'électricité des individus se fait sous la contrainte des politiques tarifaires et des usages énergétiques, indépendamment des innovations technologiques et de leur adoption par les consommateurs.

La réponse à la demande nécessite une adéquation des infrastructures nationales avec des capacités de production et de transport suffisantes (Dutta & Mitra, 2017; Meyabadi & Deihimi, 2017; Yang, Meng, & Zhou, 2018). Les politiques proposées dans la littérature pour contourner les problèmes de fiabilité, concernent les différents modes de tarification pour assurer la réorganisation des industries réseaux et la protection des consommateurs. De la tarification au coût marginal à la tarification multiple par bloc, la littérature a révélé les défaillances de la réglementation, à savoir les distorsions induites par le processus réglementaire lui-même et les problèmes de congestion qui affectent le réseau de distribution (Boiteux, 1956).

La compréhension de la dynamique de la demande d'électricité est essentielle pour les régulateurs lors de la planification des investissements dans les infrastructures et les réseaux (Nakajima & Hamori, 2010). Afin de modéliser correctement le comportement du marché de l'électricité du côté de la demande, le prix de l'électricité et

le revenu des consommateurs sont largement acceptés comme variables explicatives potentielles (Burgess, Greenstone, Ryan, & Sudarshan, 2019; Chang, Sik, Miller, Park, & Park, 2014). En outre, l'élasticité-prix de la demande d'électricité est également le facteur déterminant des politiques de réponse à la demande et affecte largement le surplus du consommateur (Mori, 2012).

La forme fonctionnelle et la méthode économétrique utilisées dans la littérature dépendent en grande partie de la modélisation théorique, de la disponibilité des données et de la structure du secteur de l'électricité faisant l'objet de la recherche. En particulier, les tarifs de l'électricité dans le monde ne sont souvent pas de simples charges marginales, mais peuvent être un tarif en plusieurs parties, un schéma par blocs en hausse ou en baisse, des tarifs en fonction de l'heure de la consommation ou une combinaison des deux. Par conséquent, bien que la littérature s'accorde pour dire que le prix est un facteur déterminant de la demande d'électricité, il n'existe pas de consensus universel sur la meilleure façon de le modéliser (Mir et al., 2020; Taylor, 1975). Compte tenu de ses complications, l'analyse de la demande d'électricité peut être difficile et, en particulier, il peut être très difficile de calculer les estimations de l'élasticité de la demande par rapport au prix (Hirschberg, 1991).

L'objectif de cet article n'est pas seulement de vérifier empiriquement les déterminants de la demande d'électricité des ménages au Bénin, mais également de fournir une estimation des élasticités des dépenses de consommation et revenus. La section 2 présente les caractéristiques du marché de l'énergie électrique au Bénin. La section 3 présente une synthèse analytique de la littérature économétrique sur l'estimation de la fonction de demande. La section 4 présente la méthodologie retenue pour l'estimation de la fonction de demande d'électricité. La section 5 présente et discute les résultats de l'estimation du modèle de demande conditionnelle par la méthode développée par Heckman (1979) sous l'hypothèse d'absence d'informations en temps réel sur les prix pratiqués par l'opérateur du réseau. La section 6 conclut et propose des implications de politiques économiques.

1- LES CARACTÉRISTIQUES DU MARCHÉ DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE AU BENIN

En économie, l'expression « *marché d'électricité* » ou « *marché d'énergie électrique* » désigne, de façon générale, les différents modes d'organisation du secteur de la production et de la commercialisation de l'électricité aux consommateurs⁵. Les marchés sont conçus pour une fourniture fiable d'électricité aux consommateurs (Cramton, 2017). Dans le cadre de cet article, notre approche du marché de l'énergie électrique s'appuie sur les mécanismes garantissant une fourniture fiable de l'énergie électrique produite sur le réseau de la SBEE aux ménages.

Au Bénin, la distribution de l'énergie électrique aux consommateurs se fait sur le réseau de la Société Béninoise d'Énergie Électrique (SBEE). Ce réseau est organisé en Basse Tension (BT) et en Moyenne Tension (MT). La SBEE est l'exploitant du réseau électrique sur lequel la plupart des ménages sont connectés. Selon l'Autorité de Régulation de l'Électricité (ARE), le réseau de distribution est constitué de 13 sous stations, de 7627 km de lignes Moyenne Tension (MT), de 6761 km de lignes Basse Tension (BT) et 3511 postes MT/BT. Face à la vétusté de ce réseau qui occasionne des pertes en lignes et afin d'augmenter sa capacité, le Gouvernement béninois a initié plusieurs partenariats publics et privés afin de répondre aux besoins des consommateurs. Dans ce cadre, les États-Unis investissent dans le renforcement de la distribution à travers le projet distribution d'électricité du programme Millenium Challenge Account-Bénin II. Ce projet vise à moderniser les infrastructures d'électricité du Bénin afin d'étendre la capacité du réseau pour s'adapter à la demande future, améliorer la fiabilité (c'est-à-dire une fourniture des services d'électricité qui sont tels qu'il y ait l'électricité sur le réseau 24h/24h, 7j/7j et qu'il n'y ait ni de coupure d'électricité ni de baisse de tension) et réduire les pertes et les interruptions. La France, à travers l'Association Française de Développement (AFD) apporte son investissement dans le cadre du projet renforcement du réseau de

⁵ https://fr.wikipedia.org/wiki/March%C3%A9_de_l'%27%C3%A9lectricit%C3%A9

distribution électrique de la SBEE tant en milieu rural qu'urbain. Ce projet s'inscrit dans la politique énergétique définie par le Gouvernement du Bénin qui cherche à améliorer les moyens de distribution de l'énergie électrique et à promouvoir l'électrification rurale. Les réalisations de l'Etat béninois pour renforcer la distribution de l'énergie électrique sur le réseau de la SBEE est l'extension des travaux de construction de la centrale électrique sur le site de Maria-Gléta. Cette centrale d'une capacité moyenne de 127 Mégawatts (MW) fonctionnelle depuis le 29 août 2019 s'ajoute aux 30 MW découlant de la rénovation des centrales de Porto-Novo, Parakou et Natitingou qui permettent à la SBEE de disposer d'une capacité propre de production d'environ 160 MW (ARE, 2019).

Plusieurs types de consommateurs peuvent être identifiés sur le marché de détail de l'électricité au Bénin. Il y a ceux qui sont des abonnés du réseau de distribution de la Société Béninoise d'Énergie Électrique (ligne directe et ligne sous-traitée) et d'autres qui sont hors réseau SBEE. Les consommateurs indirects du réseau SBEE (ligne sous-traitée) sont ceux qui ne disposent pas d'un compteur électrique de la SBEE mais s'approvisionnent auprès des revendeurs qui eux sont des abonnés du réseau SBEE. Selon les résultats d'une enquête de l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Économique (INSAE) en 2015, le pourcentage de ménages ayant distribué de l'énergie à d'autres usagers est estimé à 21,8%. La distribution de l'électricité de la ligne directe de la SBEE (la revente d'électricité) est plus marquante en milieu rural (29,2%) par rapport au milieu urbain (18,5%)⁶. Ensuite, il y a les consommateurs autonomes qui s'alimentent via les panneaux solaires ou les groupes électrogènes individuels. Enfin, les consommateurs abonnés sont des consommateurs qui sont sur le réseau de distribution et qui disposent d'un compteur électrique de la SBEE. Les abonnés au réseau SBEE sont répartis par types de tensions livrées : la Basse Tension (BT) et la Moyenne Tension (MT). Les consommateurs de la Basse Tension sont ceux dont la consommation varie selon la quantité consommée. Ils sont de trois (03) sortes : les usagers domestiques, les

⁶ Rapport Enquête ménage sur la Consommation d'Électricité au Bénin, 2015

usagers professionnels (Boutiques, salons de coiffure, de couture, cafés, restaurants, menuiseries, ateliers de soudure, usines de glaces, boulangeries, moulins, hôtels et services...) et les usagers du secteur public. Les consommateurs de la Moyenne Tension (MT) classés selon le nombre de puissance souscrite sont de deux (02) catégories. La première catégorie regroupe les industries servies en pointe et la seconde catégorie les industries pures, qui elles sont systématiquement coupées en période de pointe. Au Bénin, il existe des consommateurs dépendants situés sur le réseau de distribution de la SBEE et des consommateurs indépendants qui sont hors réseau. Du point de vue de la disponibilité, nous qualifions les consommateurs dépendants du réseau de distribution d'être en situation de faible vulnérabilité et ceux qui s'alimentent auprès des revendeurs, en situation de forte vulnérabilité. Les consommateurs autonomes sont en situation de précarité énergétique. Il devient important de questionner les pratiques courantes des consommateurs d'électricité au Bénin.

En économie, la consommation diffère de la demande. La demande fait référence à une quantité d'énergie (l'électricité) à un prix donné. La consommation quant à elle correspond à l'action d'utiliser ou de détruire, immédiatement ou progressivement, des biens et des services dans le but de satisfaire un besoin. Pour simplifier, certains parlent d'achats pour la demande et d'utilisation pour la consommation. Différents types de variables expliquent la consommation d'électricité. La consommation résidentielle d'électricité est influencée par les variables sociodémographiques, économiques, les variables climatiques et les caractéristiques du bâtiment (Alinsato, 2010; Sinsin, 2017). La régulation des tarifs de l'électricité au Bénin est du ressort de l'Autorité de Régulation de l'Electricité (ARE). La distribution et la vente de l'électricité au détail est assurée par la Société Béninoise d'Energie Electrique (SBEE) qui applique différents tarifs selon l'électricité de Basse Tension (BT) et de Moyenne Tension (MT). La demande d'électricité résidentielle est classée comme une consommation d'électricité de Basse Tension (BT). Dans le tableau 1 suivant, nous reproduisons les options tarifaires de la consommation d'électricité au Bénin.

Tableau 1: Tarifs d'électricité Basse Tension (BT)

Options tarifaires	Tarifs BT1 : Usage domestique (lumière et climatisation)		Tarifs BT 2 : Usage professionnel (boutiques, salons de coiffure, cafés, restaurants, menuiseries, ateliers de soudure, fabriques de glace, hôtels, bureaux, etc)		Tarifs BT 3 : Eclairage public
	Tranche sociale	Tranche 1	Tranche 2	Tranche unique	Tranche unique
Consommation (en KWh)	De 0 à 20	Plus de 20 à 250	Plus de 250	Toute la quantité	Toute la quantité
Prix/KWh hors taxe (en FCFA)	78	114	134	114	122

Source : Auteur à partir d'une facture d'électricité de la SBEE, 2020

Le tableau 1 présente la grille tarifaire hors taxe aujourd'hui applicable aux différentes catégories de consommateurs pour les usagers de la ligne Basse Tension. C'est une tarification forfaitaire par bloc : tarifs progressifs pour la demande résidentielle et unique pour les usages professionnels et l'éclairage public. Ces informations se retrouvent au verso de la facture délivrée par l'opérateur du réseau conventionnel aux abonnés. Beaucoup d'informations n'y figurent pas telles que les options de tarifs selon les heures de pointe et les heures creuses. Ainsi, la consommation d'électricité des ménages au Bénin se fait en l'absence d'informations sur les prix en temps réel pratiqués par la SBEE. L'absence de ces informations ne permet pas aux consommateurs finals d'ajuster leurs consommations et entraîne des coûts de capacités de charge pour l'opérateur du réseau. La tarification résidentielle de l'électricité induit une répartition des charges entre l'abonnement, le coût d'accès et la mesure de la quantité consommée. Cette équation de tarification complexe induit de fait une tarification progressive par tranches des ménages et les factures mensuelles des abonnés sont censées capturer toutes les charges comprenant les coûts marginaux et moyens, les taxes et autres prélèvements qui se répartissent en amont entre la SBEE en monopole et l'Etat (Sinsin, 2017). L'introduction des nouvelles technologies

permet également de contrôler la demande des consommateurs en présence de distorsions. Dans le cas du Bénin, le déploiement de compteurs intelligents (encore appelés compteurs à cartes) par l'opérateur du réseau (Société Béninoise d'Énergie Électrique) a modifié le fonctionnement traditionnel du système électrique et celui des consommateurs qui peuvent contrôler seulement leurs niveaux de consommation. Dans l'optique environnementale, la tarification progressive vise à réduire la consommation d'énergie des acteurs concernés, à savoir ici les ménages. Une réduction de la consommation entraîne une réduction des émissions de CO₂. Dans le cadre de la signature du protocole de Kyoto en 2011, le Bénin s'est, en effet, engagé à réduire de 16,17% ses émissions de gaz à effet de serre sur la période 2021-2030⁷. Or, le secteur résidentiel est le premier consommateur avec 43,8 % de la consommation finale totale en 2015.

Le marché de l'électricité au Bénin semble être caractérisé par une faible production en raison de la réduction des investissements en capacité de production. Cela se traduit par l'inadéquation de l'offre et de la demande ainsi que par l'insuffisance des infrastructures de production, de transport et de distribution. Face à la vulnérabilité énergétique ou la précarité énergétique des consommateurs, plusieurs pratiques courantes sont utilisées par ces derniers. Dans les milieux ou les localités faiblement électrifiées, les consommateurs ont recours de façon prépondérante aux énergies moins propres (bougies, lampes à pétrole, le charbon de bois...). Les consommateurs qui sont hors-réseau comme ceux présents sur le réseau et qui développent des pratiques de fraude, de vols d'énergie sur le réseau de distribution ont un comportement d'évitement qu'Hirschman (1979), qualifie de réaction d'insatisfaction du service proposé par l'entreprise. Par rapport aux tarifs d'électricité qui augmentent en opposition à la qualité du service, les consommateurs développent des comportements de maîtrise des dépenses. La maîtrise des dépenses conduit certains consommateurs à modifier leurs habitudes de

7

https://www4.unfccc.int/sites/ndcstaging/PublishedDocuments/Benin%20First/CDN_BENIN_VERSION%20FINALE.pdf

consommation. Ceux qui disposent de moyens investissent dans l'achat d'équipements électriques plus économes en énergie ou dans des substituts d'électricité tels que les groupes électrogènes, les panneaux solaires, les lampes torches rechargeables ou à piles ou bien procèdent à une réduction de leurs stocks d'équipements électriques. Les consommateurs effectuent donc des arbitrages de consommation en utilisant la réduction des usages. Brisepierre (2013), regroupe ces comportements visant à maximiser l'utilité en quatre types de profil de consommateurs. Les opportunistes qui souhaitent réaliser de petites économies tout en conservant un niveau de confort énergétique adéquat. Ceux qui réorganisent leurs pratiques de consommation dans le but de réduire les dépenses de consommation (les rationnels). D'autres s'imposent des restrictions ou rationnements ponctuels (les radicaux) tandis que certains s'imposent des privations constantes liées à la faiblesse de leurs revenus (les contraints).

2- REVUE DE LITTÉRATURE

Depuis Houthakker (1951) et la revue de la littérature de Taylor (1975), les modèles de demande des ménages se sont concentrés sur deux problèmes principaux, liés à la fois à la théorie du choix microéconomique et aux questions économétriques. Le premier problème aborde la question de la modélisation des prix, étant donné que les systèmes de réglementation pratiquent souvent des prix non linéaires parmi lesquels les tarifications par blocs croissants sont les plus répandus, etc. (R. Halvorsen, 1975; Houthakker, 1951; McFadden & Puig, 1977). Le second problème est l'effet des stocks d'appareils électroménagers et des décisions d'achat sur les élasticités prix et revenus (Dubin & McFadden, 1984; Hausman, M., & McFadden, 1979; Heckman, 1979).

L'approche économétrique la plus courante de l'estimation et de l'analyse de la demande résidentielle utilisée dans la littérature est l'analyse conditionnelle de la demande ou « *Conditional Analysis Demand (CAD)* » (Agbandji, Behanzin, & Saïnou, 2020; Li, Wei, & Yu, 2020). Cette méthode d'analyse est une technique économétrique multivariée combinant des informations sur la consommation totale d'électricité des

ménages, des informations spécifiques aux ménages concernant leurs caractéristiques socio-économiques et démographiques (Auffhammer & Wolfram, 2014; Dalen & Larsen, 2013). La technique d'analyse conditionnelle de la demande a été initialement conçue pour déduire la consommation finale d'électricité résidentielle mensuelle ou annuelle à partir des registres de facturation. Plusieurs études se sont intéressées à l'analyse de l'effet de la possession d'équipements électroménagers sur la demande d'électricité des ménages. Le but de ces recherches consiste à supposer que la consommation d'électricité dépend du stock d'appareils électriques détenus par le ménage. Les premières études sont celles de Parti & Parti (1980), Aigner & Hirschberg (1985) et Lafrance & Perron (1994). Parti & Parti (1980) présentent dans leur étude plusieurs fonctions de demande pour estimer les consommations moyennes mensuelle et annuelle des appareils électriques. Ils développent une méthodologie basée sur un cadre de demande conditionnelle qui peut être utilisé pour désagréger la consommation totale des ménages en électricité en fonctions de demande en électricité par le biais d'appareils particuliers, même s'il n'existe aucune observation directe sur la consommation d'énergie d'un appareil spécifique. Aigner & Hirschberg (1985) évaluent les coûts horaires d'électricité pour différents appareils à Los Angeles et Lafrance & Perron (1994) analysent l'évolution de la consommation d'électricité désagrégée au Québec au fil du temps dans le secteur résidentiel, par la méthode d'analyse conditionnelle de la demande et prouvent que dans les locaux anciens comme nouveaux, les ménages équipés d'un système de chauffage électrique réalisent des économies d'énergie en raison de l'amélioration des normes et des changements de comportements des ménages. Dalen & Larsen (2013) utilisent un modèle de demande conditionnelle pour analyser les tendances des données pour la consommation annuelle d'électricité des ménages norvégiens. Ils ont constaté que la consommation totale d'électricité pour de nombreux besoins domestiques tels que le lavage, le chauffage de l'eau et la réfrigération varie quelque peu d'une année à l'autre, mais la seule tendance claire est une augmentation constante de l'électricité utilisée pour des utilisations finales non traditionnelles et des types d'appareils

plus récents. Agbandji, Behanzin, & Saïnou (2020), utilisent cette méthode pour identifier les déterminants de la demande résidentielle d'énergie électrique au Bénin. Ils ont montré à partir d'une modélisation économétrique en données de panel que le sexe du chef de ménage, la taille et le revenu du ménage ainsi que la possession d'appareils électroménagers tels que le ventilateur, le brasseur, le réfrigérateur et la radio influencent la demande résidentielle globale d'énergie électrique des départements, contrairement au milieu de résidence (urbain ou rural) et au prix du kilowattheure d'électricité. Pour analyser le rôle du niveau de revenu dans l'acquisition d'appareils électriques et la consommation d'électricité résidentielle en Chine, Li, Wei, & Yu (2020) ont associé à leur modèle de seuil stochastique, l'analyse de demande conditionnelle pour caractériser de façon complète la façon dont la possession des différents appareils affecte la consommation d'énergie résidentielle pour différents types de ménages. Dans le modèle de demande conditionnelle (CDA), la consommation d'électricité est conditionnelle à la possession (ou non) d'un appareil électrique. Les coefficients des variables des appareils fournissent des estimations de la consommation d'électricité des différents appareils et constituent la base des estimations de l'utilisation finale. Les estimations de la consommation moyenne d'électricité pour chaque appareil, compte tenu de la possession de cet appareil spécifique, sont multipliées par les proportions de ménages possédant les appareils. Cela donne des estimations de la consommation moyenne d'électricité pour différents appareils.

La théorie économique prédit plusieurs déterminants de la demande résidentielle d'électricité. Ainsi, le revenu des ménages est la variable dominante de la demande d'énergie et que l'élasticité du revenu est positive, mais faible dans la plupart des études empiriques (Wei, Löschel, & Managi, 2020). Les auteurs s'accordent aussi pour dire que le prix est un facteur déterminant de la demande d'électricité (Mir et al., 2020) même s'il n'existe pas de consensus universel sur la meilleure façon de le modéliser (Taylor, 1975). Les caractéristiques physiques d'un ménage se sont également révélées être des déterminants importants de la consommation d'électricité. En résumé,

les analyses consacrées aux déterminants de la demande d'électricité des ménages tendent à s'accorder sur les principaux déterminants tels que le revenu des ménages, le prix de l'électricité, le stock d'appareils électriques, le milieu de résidence qui permet de capter l'effet de l'urbanisation et la taille du ménage sont les déterminants les plus courants de la littérature (Agbandji & al., 2020; Branch, 1993; Farsi, Filippini, & Pachauri, 2007; Filippini, 1995; B. Halvorsen & Larsen, 2001; Mir et al., 2020; Wei et al., 2020).

Compte tenu de la difficulté à connaître la consommation d'électricité finale de chaque appareil électrique au sein du ménage en raison d'absence d'informations sur la propriété des appareils, et sous l'hypothèse d'absence d'informations en temps réel sur les prix pratiqués par l'opérateur du réseau, nous estimons la demande d'énergie électrique en utilisant une variante du modèle d'analyse conditionnelle de la demande proposée par P. Anderson (2004) et Halvorsen & Larsen (2001). Les raisons exposées ci-dessous expliquent ce choix et décrivent l'approche adoptée.

3- MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DE LA DEMANDE D'ÉLECTRICITÉ

3.1- Modèle théorique

Dans ce modèle, nous supposons dans la première étape que la consommation d'énergie électrique d'un ménage i est subordonnée à l'accès du ménage à l'énergie électrique sur le réseau de distribution (électrification). Dans la deuxième étape, la quantité optimale d'énergie électrique du ménage ($QELECi$) est déterminée en maximisant la fonction d'utilité Ui du ménage qui dépend de la consommation d'énergie électrique (Ei) et d'autres biens marchands (Gi), compte tenu de l'accès à l'électrification du ménage dès la première étape. Ce n'est qu'en comprenant les déterminants par lesquels les ménages sont électrifiés qu'il est possible de corriger l'éventuel biais de sélection de l'échantillon dans les estimations de la demande. En effet, l'analyse simple des ménages électrifiés peut conduire à des résultats inexacts, en raison d'un biais de sélection de l'échantillon (Breen, 1996). Ainsi, comme le signalent Berndt & Samaniego (1984), pour obtenir des estimations non biaisées de la demande en électricité, il est essentiel de

prendre en compte la probabilité qu'un ménage ait accès à l'électricité. Cela nécessite de modéliser la demande d'électricité à la condition que le ménage ait accès à l'électricité. L'idée principale du modèle est qu'il existe une différence marginale dans la consommation d'énergie électrique des ménages qui n'ont pas accès à l'électrification, de ceux qui y ont accès, et cette différence est interprétée comme la demande optimale d'énergie électrique.

Etape 1 : Sélection

Il est plausible que les ménages ayant accès à l'électricité soient systématiquement différents des ménages non électrifiés. En se basant sur la méthode de sélection développée par Heckman (1979), notre modèle peut se formaliser comme suit pour chaque ménage i

$$Electrification(ELEC) = \begin{cases} 1, & \text{si le ménage a un accès à l'électricité} \\ 0, & \text{sinon} \end{cases} \quad (1)$$

L'accès à l'électricité d'un ménage ne devrait pas être complètement exogène et est modélisé en fonction des dépenses de raccordement au réseau de la SBEE ($DepRac_i$), du revenu du chef de ménage (Rev_i) et de diverses caractéristiques du ménage (CAM_i). L'étape de sélection est exprimée par l'équation (2) qui traduit que l'espérance d'usage de l'énergie électrique par le ménage est conditionnée par la probabilité qu'il soit électrifié.

$$E[Consommation d'électricité] = Pr(Electrification = 1/DepRac_i, Rev_i, CAM_i) \quad (2)$$

Dans l'étape de sélection, une variable muette pour l'électrification⁸ est utilisée comme variable dépendante. Les différentes caractéristiques du ménage identifiées comme déterminants possibles de l'électrification sont : le statut d'occupation de la maison (*statut*), les dépenses de raccordement (*DepRac*), le revenu du chef de ménage (*Rev*), le nombre de chambres dans la maison (*ncham*), le niveau d'instruction du chef de ménage (*nivins*), son âge (*age*) et le nombre de personnes vivant dans le ménage (*taillem*).

⁸ Cette variable dummy est décrite plus en détail à la suite de cette section.

Les dépenses de raccordement au réseau de distribution de la SBEE (*DepRac*) pourraient en partie déterminer l'accès à l'électricité, car l'électrification pourrait être plus viable pour la Société Béninoise d'Energie Electrique (SBEE) facturant un prix plus élevé⁹. Le revenu des ménages est identifié comme un déterminant possible de l'électrification (demande de branchement ou demande d'accès), car les ménages ayant un revenu plus élevé sont plus susceptibles de pouvoir payer les coûts de connexion au réseau de la SBEE. Historiquement, le déploiement du programme d'électrification n'a pas été axé sur l'électrification des zones rurales car ces zones sont plus coûteuses à connecter. Étant donné que l'électrification est plus coûteuse dans les zones rurales et compte tenu des statistiques sur le taux d'électrification au Bénin, il est clair que la zone de résidence (*milieu*) a une incidence sur la probabilité qu'un ménage ait accès à l'électricité. Dans le même ordre d'idées, le nombre de personnes dans un ménage (*taillem*) et le nombre de pièces d'un logement (*ncham*) sont suggérés comme déterminants possibles de l'électrification, car, au fur et à mesure de l'ampleur de ces variables, le besoin en électricité augmente également. En outre, un logement plus grand et en matériaux durs pourrait être associé à un statut social plus élevé, et donc à une probabilité d'électrification plus grande. La structure du ménage est également susceptible d'influer sur la probabilité d'être électrifié, car les maisons plus modernes dotées d'installations telles que l'eau courante et les toilettes à chasse eau sont plus susceptibles d'être construites avec une connexion électrique en place. Le département (*depart*) auquel appartient chaque ménage peut également déterminer en partie la probabilité d'électrification, ce qui peut être lié aux progrès variables du programme national d'électrification en milieu rural au Bénin.

Etape 2 : Demande conditionnelle à l'électrification

⁹ Les prix de raccordement élevés de l'électricité pourraient permettre à l'opérateur de recouvrer suffisamment les coûts de connexion pour rendre ces nouvelles connexions viables.

Le modèle de consommation d'électricité présenté dans cette sous-section, qui suit de près les travaux de Tiwari (2000) et Anderson (1973), est subordonné à l'accès du ménage à l'électricité et peut être présenté comme suit. Un ménage a pour objectif de maximiser l'utilité (U_i), fonction de la consommation d'électricité (E_i) et de la consommation d'autres biens marchands (G_i).

$$U_i = U_i(E_i, G_i) \quad (3)$$

Le ménage est limité par son revenu et son stock d'appareils électriques qui déterminent ses dépenses mensuelles de consommation en énergie électrique et d'autres caractéristiques. Ainsi, la demande en électricité (la demande d'usage) est trouvée en maximisant l'utilité du ménage soumis à ces contraintes. La demande en électricité est fonction du revenu (Rev_i), des dépenses mensuelles de consommation de l'électricité ($DepConso_i$) et des caractéristiques du ménage (CAM_i).

$$E_i = f(Rev_i, DepConso_i, CAM_i) \quad (4)$$

Dans cette partie, la quantité d'électricité consommée par chaque ménage ($QELEC$) sera utilisée comme variable dépendante. Par conséquent, la relation dans l'équation (4) devient :

$$QELEC_i = E_i = f(Rev_i, DepConso_i, CAM_i) \quad (5)$$

Comme le montre l'équation (5), cette partie modélise la demande d'électricité en fonction du revenu, des dépenses mensuelles de consommation et des caractéristiques du ménage. Les caractéristiques du ménage qui sont incluses comme déterminants possibles de la consommation d'électricité, c'est-à-dire l'utilisation d'énergie électrique, sont les suivantes : taille du ménage (*taillem*), nombre de pièces du logement (*ncham*), structure du logement (*typhab*), milieu de résidence (milieu), département (*depart*) et niveau d'instruction (*nivins*).

Le nombre de personnes vivant dans le ménage (*taillem*) est également considéré comme un déterminant possible de la quantité d'électricité consommée, car on peut raisonnablement s'attendre à ce que, plus le nombre de personnes dans le ménage est élevé plus la demande en électricité du ménage sera importante. On s'attend également à ce que, plus le nombre de pièces d'un logement (*ncham*) est élevé plus la demande en électricité est importante, compte tenu

des besoins plus importants en éclairage et en vaisselle des ménages. Cette relation s'est vérifiée dans les travaux de Branch (1993), Tiwari (2000) et Filippini (1995). Le niveau d'instruction du chef de ménage (*nivins*) aussi peut expliquer la demande d'électricité pour les activités de culture, de loisir et d'éducation des enfants. Des variables indicatrices désignant la structure du logement (*typhab*), le milieu de résidence (*milieu*), le département (*depart*), le niveau d'instruction (*nivins*) seront incluses dans le modèle afin de contrôler les caractéristiques de ces ménages. Le déterminant du type de zone de résidence devrait isoler les différences d'habitudes de consommation entre les ménages urbains et ruraux. La variable muette pour la structure du logement indique si un ménage vivant dans un logement construit en matériaux durs devrait utiliser l'électricité pour son confort dans son logement. Une alternative à cette approximation pourrait être une classification plus détaillée et plus compliquée de la structure du ménage et des types de matériaux de construction utilisés. L'inclusion de la structure des logements en tant que déterminant possible de la demande d'électricité domestique fait suite aux travaux de Branch (1993) et de Tiwari (2000). L'ensemble des variables indicatrices indiquant le département dans lequel le logement est situé devrait isoler l'effet de la variation des habitudes de consommation entre les départements du Bénin. On peut s'attendre à cette différence entre les modes de consommation des ménages électrifiés de différents départements, compte tenu des différences entre les cultures en termes de culture, de conditions météorologiques, ainsi que de la disponibilité et du prix des combustibles de substitution (Mehlwana, 1999). Le type de connexion (*typcon*) et la revente d'électricité (*revente*) sont susceptibles d'expliquer la quantité d'électricité du ménage. En effet, la consommation d'électricité d'un ménage qui se situe sur la ligne sous-traitée diffère de celle du ménage qui se situe sur la ligne directe en raison de la différence de prix du kilowattheure. De même un ménage qui revend son électricité pourrait avoir une consommation plus grande qu'un ménage qui ne pratique pas la revente d'électricité.

Les variables explicatives qui intéressent le plus l'objet de cet article (c'est-à-dire les variables d'intérêt) sont les dépenses mensuelles de consommation de l'électricité pour les besoins domestiques, la revente d'électricité et le revenu du ménage. Étant donné que la quantité d'électricité consommée dépend du niveau de revenu du chef de ménage, cette variable reflète à la fois le prix marginal et le prix moyen auxquels sont confrontés les utilisateurs du réseau de distribution. Compte tenu du faible taux d'électrification au Bénin, on s'attend à ce que les dépenses de consommation de l'électricité et le revenu du ménage aient un impact important sur la quantité d'électricité consommée du ménage. L'activité de revente d'électricité est une réalité au Bénin et pourrait donc influencer la quantité d'électricité consommée par le ménage.

Spécification du modèle empirique

La quantité d'énergie électrique consommée est observable uniquement si le ménage i a accès à l'électricité. En effet, ce n'est que si un ménage a une propension à consommer de l'électricité supérieure à zéro, que nous pouvons étudier les facteurs l'ayant poussé à choisir telle quantité plutôt qu'une autre.

Les élasticités de la demande d'électricité par rapport aux dépenses de consommation et aux revenus peuvent être estimées à partir du modèle présenté dans la présente sous-section, de manière assez simple, à l'aide d'une seule forme fonctionnelle log-linéaire à équation unique. Cette forme fonctionnelle est couramment utilisée dans la littérature (Filippini, 1995; Tiwari, 2000). Une telle forme fonctionnelle séduit par sa simplicité et permet d'identifier facilement l'élasticité revenu et l'élasticité dépense, car la variable dépendante est la consommation réelle d'électricité. Dans cet article, nous utilisons une forme log-linéaire dans laquelle la demande d'électricité est représentée par les quantités mensuelles en électricité ($QELEC$). Le calcul de l'élasticité dépense et de l'élasticité revenu avec cet ajustement est officiellement présenté dans l'équation (6). Dans cette équation, les coefficients β_1 et β_2 représentent respectivement l'élasticité revenu et l'élasticité dépense.

$$\ln \text{QELEC} = \beta_1 \ln \text{REV} + \beta_2 \ln \text{DEP CONSO} + \beta_3 \text{TAILLEM} + \beta_4 \text{TYPHAB} + \beta_5 \text{NCHAM} + \beta_6 \text{STATUT} + \beta_7 \text{NIVINS} + \beta_8 \text{AGE} + \beta_9 \text{SEXE} + \beta_{10} \text{REVENTE} + \beta_{11} \text{TYP CON} \quad (6)$$

L'utilisation d'un modèle log-linéaire présente la propriété souhaitable de réduire considérablement la probabilité que l'hétéroscédasticité se produise dans les données, ainsi que de réduire l'influence des observations extrêmes sur les estimations de paramètres (Tiwari, 2000). En l'absence d'un modèle à double logarithme, le problème de l'hétéroscédasticité a très probablement été trouvé dans l'échantillon utilisé dans le présent article en raison de la grande variation du revenu du ménage.

Afin d'estimer la demande en électricité, la présente section utilise la méthode de sélection de Heckman utilisant un estimateur du maximum de vraisemblance. Une telle approche est recommandée par Breen (1996), car elle prend tout d'abord en compte la probabilité d'électrification de chaque ménage au moyen d'un probit, puis estime la fonction de demande log-linéaire à la condition d'être électrifiée. Cela garantit que les coefficients de demande sont corrigés pour tout biais de sélection de l'échantillon pouvant survenir entre les ménages électrifiés et non électrifiés.

Le tableau 2 ci-dessous donne une description détaillée de chaque variable utilisée dans l'analyse conditionnelle de la demande d'électricité des ménages, ainsi que des informations techniques éventuellement nécessaires. Le tableau 2 inclut les variables utilisées à la fois dans l'explication de la probabilité d'être électrifiée (la sélection) et de l'estimation de la quantité d'électricité consommée (l'équation substantielle).

Tableau 2: Description des variables utilisées dans les modèles d'estimation

Nom de la variable	Description
Quantité d'électricité (<i>QELEC</i>)	Consommation mensuelle des ménages en électricité (facture SBEE, prépayée).
Dépenses de Consommation d'électricité (<i>DepConso</i>)	Montant mensuel (en FCFA) lié à la consommation de l'électricité prépayée/post-payée par les ménages
Revenu total (<i>Rev</i>)	Revenu mensuel total (en FCFA) du ménage.

Nombre d'individus dans le ménage (<i>taillem</i>)	Le nombre total de personnes vivant dans le ménage au moment de l'interview
Nombre de pièces dans le logement (<i>nchan</i>)	Nombre total de chambres dans le logement
Niveau d'instruction (<i>nivins</i>)	Variable catégorielle : C'est le diplôme le plus élevé que le chef de ménage a obtenu. Il est divisé en huit
Milieu de résidence (<i>milieu</i>)	Variable indicatrice: Lieu de résidence du ménage ; si milieu urbain (on attribue la valeur 1) si rural (on attribue la valeur 2)
Structure d'habitation (<i>typhab</i>)	Variable catégorielle : Type d'habitation qui décrit le type de maison qu'habite le ménage
Département (<i>depart</i>)	Variable indicatrice : Information divisée en 12 variables nominales pour chaque département : LIT, ZOU, MON, ATL, OUE, PLA, COL, COU, ATA, BOR, DON, ALI. Si le ménage vit dans le département en question (on attribue la valeur 1) sinon (on attribue la valeur 0)
Electrification (<i>electrification</i>)	Variable indicatrice : Accès à l'électricité de la SBEE ? Si le ménage a accès (on attribue la valeur 1) si sans accès (on attribue la valeur 0)
Âge (<i>age</i>)	Variable quantitative : elle correspond à l'âge du chef de ménage
Dépenses de raccordement (<i>DepRac</i>)	Variable quantitative : elle correspond à la dépense totale en FCFA (y compris les faux frais) effectuée par le ménage pour se connecter au réseau électrique de la SBEE
Statut d'occupation (statut)	C'est une variable catégorielle qui capte le statut d'occupation de la maison
Type de connexion (typcon)	Variable indicatrice : le ménage dispose-t-il d'une ligne directe dans l'habitation ? Si oui (on attribue la valeur 1) et si non c'est à dire une ligne sous-traitée (on attribue la valeur 2)
Revente d'électricité (<i>revente</i>)	Variable indicatrice : le ménage distribue-t-il l'énergie électrique à d'autres usagers ? Si oui (on attribue la valeur 1) et si non (on attribue la valeur 2)

Source : Auteur à partir de la base de données ECEB, 2020

3.2- Données

Pour l'estimation de la demande d'électricité au Bénin, nous avons donc utilisé les données de l'Enquête sur la Consommation d'Electricité au Bénin (ECEB), volet ménage. Cette enquête a été

réalisée par l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE), appuyé par l'Unité de Coordination et de Formulation du second compact du Millenium Challenge Account (UCF/MCA-2) et la Mission du Millenium Challenge Corporation (MCC), auprès d'un échantillon de ménages répartis sur l'ensemble des douze (12) départements du Bénin. L'enquête s'est déroulée aussi bien en milieu rural qu'en milieu urbain. L'unité statistique observée est le ménage ordinaire. Il se définit comme un ensemble de personnes apparentées ou non reconnaissant l'autorité d'un même individu appelé « chef de ménage », et dont les ressources et les dépenses sont également communes. Elles habitent le plus souvent sous un même toit, dans la même cour ou la même concession. L'échantillon de ménages retenu est un sous échantillon de celui de l'Enquête Modulaire Intégré sur les Conditions de vies des ménages (EMICoV, 2015). L'enquête sur la consommation d'électricité au Bénin a utilisé un plan de sondage à deux degrés comme ce fut le cas pour EMICoV. Au premier degré, les zones de dénombrement (ZD) ont été tirées de façon proportionnelle à leur taille en nombre de ménages dans les départements. Au deuxième degré, les ménages ont été tirés de façon systématique à l'intérieur des ZD. Au total, 164 ZD ont été tirés et 24 ménages étaient prévus pour être enquêtés dans chaque ZD soit 3936 ménages. La méthode de collecte utilisée au cours de cette phase est celle de l'interview directe assistée par ordinateur. Le Computer Assisted Personal Interview (CAPI) permet de disposer des données d'enquête dans des délais très courts. Cette méthode garantit la qualité des données en ce sens que l'application de saisie installée sur les ordinateurs contient des règles de contrôle empêchant de saisir des données aberrantes. Dans le questionnaire d'Enquête sur la Consommation d'Electricité au Bénin (ECEB), la section 9 s'intéresse à la volonté et la capacité de payer des ménages non abonnés au réseau de distribution de la SBEE. La section 10 présente les hypothèses sur la volonté et la capacité de payer des ménages raccordés au réseau de distribution de la SBEE pour une amélioration de l'approvisionnement en énergie électrique. Pour identifier les

déterminants de la demande d'énergie des ménages au Bénin, nous avons donc utilisé les données de l'ECEB.

3- RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

Les caractéristiques de la demande d'énergie électrique

La demande d'énergie électrique par les ménages sur le réseau national de distribution de la Société Béninoise d'Énergie Electrique (SBEE) au Bénin s'analyse suivant le milieu de résidence. Ainsi d'après la répartition des ménages enquêtés (tableau 4) ayant accès au réseau formel de distribution, il ressort significativement une faible proportion des ménages abonnés (34,69%) au niveau national dont (61,45%) en milieu urbain contre (19,27%) en milieu rural.

Ce résultat illustre une répartition inégale de l'énergie électrique au Bénin d'une part, mais explique le développement du réseau parallèle avec la multiplication des lignes indirectes en toile d'araignée qui s'observent dans les douze (12) départements du pays d'autre part.

Tableau 3: Répartition des ménages abonnés au réseau de la SBEE par milieu de résidence

	Pourcentage des ménages		Total
	Urbain	Rural	
	Effectif	Effectif	Effectif
Electrification	(Fréquence)	(Fréquence)	(Fréquence)
Abonnés	856*** (61,45)	466*** (19,27)	1322 (34,69)
Non abonnés	537*** (38,55)	1952*** (80,73)	2489 (65,31)
Total	1393	2418	3811

Source : Auteur à partir de la base ECEB, 2020

L'analyse de la consommation d'énergie électrique par les ménages couvre les ménages qui reçoivent leur électricité de la SBEE, indépendamment du fait qu'ils disposent ou non d'un compteur électrique installé par cette société de distribution. Le tableau 6 ci-dessous présente le niveau de consommation selon les caractéristiques du ménage. De façon significative, dans l'ensemble et selon les ménages enquêtés, le revenu moyen du ménage est estimé à

82 274,17 FCFA, l'âge moyen d'un chef de ménage est de 46 ans révolus avec 6 personnes vivantes par ménage. La quantité mensuelle d'électricité consommée est en moyenne de 83,91657 KWh et le temps moyen de raccordement au réseau après avoir exprimé la demande est de 18 semaines soit un (01) an six (06) mois et le montant effectivement facturé par la SBEE pour raccorder un ménage à son réseau s'élève en moyenne à 101 890,7 FCFA.

Tableau 4: Niveau de consommation d'électricité selon les caractéristiques du ménage

Variables	Statistiques	
	N	Moyenne
Age du chef ménage	3 816	46,15708
Taille du ménage	3 758	6,240021
Revenu	3 474	82 274,17
Consommation mensuelle (KWh)	863	83,91657
Durée de raccordement (semaines)	484	18,44421
Coût total de raccordement (FCFA)	629	101 890,7
Durée facture mensuelle en électricité (jours)	933	29,90247
Dépense mensuelle en électricité (FCFA)	1083	10 308,3

Source : Auteur à partir de la base ECEB, 2020

Le profil des ménages consommateurs d'énergie électrique ayant accès au réseau national de distribution s'analyse suivant le type de connexion du ménage. Ainsi, d'après le tableau 7 présentant la répartition des ménages ayant accès au réseau de distribution de la SBEE, 64,75% des ménages enquêtés possèdent une ligne de connexion directe contre 35,25% possédant une ligne sous-traitée de façon significative. Les lignes directes sont significativement plus fréquentes en milieu urbain (68,65%) qu'en milieu rural (57,51%). Par contre les lignes sous-traitées ou en toile d'araignée s'observent de façon significative en milieu rural (42,40%) qu'en milieu urbain (31,35%).

Tableau 5: Répartition des ménages ayant accès au réseau SBEE

	Milieu de résidence		Total
	Urbain	Rural	
Type de connexion	Effectif (Fréquence)	Effectif (Fréquence)	Effectif (Fréquence)

Ligne directe	589*** (68,65)	269*** (57,60)	858 (64,75)
Ligne sous-traitée	269*** (31,35)	198*** (42,40)	467 (35,25)
Total	858	467	1325

Source : Auteur à partir de la base ECEB, 2020

L'électricité fait partie du quotidien des ménages. Plusieurs utilisations sont donc faites de l'énergie électrique, par les ménages. Le tableau 8 présente les différents usages que font les ménages de l'électricité. Dans l'ensemble et de façon significative, plus de la moitié (50,97%) des ménages enquêtés utilisent l'énergie électrique pour leurs activités domestiques seulement contre (25,30%) qui l'utilisent pour satisfaire leurs activités domestiques et les loisirs. Ce résultat est conforme avec ceux d'Alinsato (2010), qui montre qu'en zone urbaine plus de 90% des ménages utilisent l'énergie électrique pour les besoins d'éclairage, la télévision, la radio et le ventilateur.

Mais selon le type de connexion, les ménages qui se situent sur la ligne directe utilisent significativement l'électricité pour satisfaire leurs activités domestiques et les loisirs (35,12%) tandis que les ménages situés sur des lignes sous-traitées l'utilisent seulement pour satisfaire leurs activités domestiques (85,22%).

Tableau 6: Les usages de l'énergie électrique par les ménages

Utilisations	Types de connexions		Total
	Ligne directe	Ligne sous-traitée	
	Effectif (Fréquence)	Effectif (Fréquence)	Effectif (Fréquence)
Activités domestiques seulement	287*** (32,73)	398*** (85,22)	685 (50,97)
Activités domestiques et économiques	46*** (5,25)	18*** (3,85)	64 (4,76)
Activités domestiques et loisirs	308*** (35,12)	32*** (6,85)	340 (25,30)
Activités domestiques, économiques et loisirs	236*** (26,91)	19*** (4,07)	255 (18,97)

Total 877 467 1344

Source : Auteur à partir de la base ECEB, 2020

La Société Béninoise d’Energie Electrique (SBEE) pratique une politique de discrimination par les prix au troisième degré. Mais dans le sous-groupe des ménages, elle pratique une tarification fixe suivant la tranche de consommation de chaque ménage. La facturation s’établit en moyenne sur une période de 29 jours et les ménages enquêtés supportent une charge mensuelle de 10 308,3 *FCFA* liée à la consommation d’électricité en moyenne (Tableau 7). Deux formes de factures sont adressées aux consommateurs formels de la SBEE. Les détenteurs de compteurs de « type conventionnel » reçoivent une facture de consommation d’électricité post-payée, tandis que les détenteurs de compteurs de « type non-conventionnel » reçoivent une facture de consommation d’électricité prépayée. Ce résultat est conforme à celui de Sinsin (2017) qui affirme que dans les zones urbaines, 90% des branchements sont en post paiement contre 10% en prépaiement. Notons que cette deuxième forme de facturation représente un des avantages de l’introduction des Technologies de l’Information et de la Communication sur le marché de l’énergie électrique, en l’occurrence l’utilisation par les ménages des modes de paiement mobile, tels que MTN Mobile Money et Moov SBEE, pour s’acquitter de leurs factures. Par rapport aux autres modes de paiement, les ménages enquêtés qui sont sur la ligne directe privilégient le mode de règlement physique de facturation de la SBEE (82,08%) malgré les longues files d’attente, alors que les ménages qui utilisent la ligne sous-traitée recourent plus au mode de règlement à un tiers, sans reçu (54,19%) de façon significative (Tableau 9).

Tableau 7: Modes de règlement de facturation selon le type de connexion

Modes de paiement	Types de connexions		Total
	Ligne directe	Ligne sous-traitée	
	Effectif (Fréquence)	Effectif (Fréquence)	Effectif (Fréquence)
Sur facturation de la SBEE	678*** (82.08)	89*** (19.60)	767 (59,92)
Consommation prépayée	116***	33***	149

	(14.04)	(7.269)	(11,64)
Paielement à un tiers contre reçu	11***	62***	73
	(1.332)	(13.66)	(5,7)
Paielement à un tiers sans reçu	17***	246***	263
	(2.058)	(54.19)	(20,55)
Autre (à préciser)	4***	24***	28
	(0.484)	(5.286)	(2,19)
Total	826	454	1280

Source : Auteur à partir de la base ECEB, 2020

3-1- Estimation de la fonction de demande d'électricité

Tableau 8: Résultats du modèle de sélection de Heckman

Variables	Demande conditionnelle d'électricité	Etape de sélection	Ratio de Mills
	Quantité d'électricité consommée	Electrification	
	Coefficients	Coefficients	Coefficients
	(écart-type)	(écart-type)	(écart-type)
<i>LDepConso</i>	0,794*** (0,0253)		
LR	-0,170*** (0,0211)	0,0324** (0,0151)	
Taille du ménage (<i>taillem</i>)	0,0103** (0,00479)		
Ligne sous-traitée (<i>typcon</i>)	-0,264 (0,290)		
Age	-0,00750*** (0,00165)		
Sexe féminin (<i>sexe</i>)	-0,0849 (0,0644)		
Niveau d'instruction (<i>nivins</i>)			
CEP	-0,0927 (0,0578)		
BEPC	-0,0865 (0,0695)		
CAP	0,111 (0,182)		
BEP	-0,173 (0,199)		
BAC	0,269** (0,110)		

BAC+2	-0,00964 (0,122)	
Diplôme supérieur à BAC+2	0,147* (0,0818)	
Autres	0,239 (0,319)	
<hr/>		
<i>Statuts</i>		
Propriétaire sans titre foncier	-0,170** (0,0830)	
Propriétaire familial avec titre foncier	-0,391*** (0,119)	
Propriétaire familial sans titre foncier	-0,284*** (0,0877)	
Logé par l'employeur (Etat ou privé)	-0,134 (0,183)	
Logé par un parent/ami (gratuitement)	-0,0788 (0,235)	
Locataire	-0,266** (0,113)	
Autre (à préciser)	-0,281 (0,285)	
Non déclaré	0,211 (0,479)	
<i>Type d'habitation (typhab)</i>		
Maison individuelle ou villa	0,0518 (0,0742)	-0,174 (0,182)
Immeuble (maison à étages)	0,571*** (0,215)	-0,782 (0,512)
Maison en bandes (compartimentée)	0,0517 (0,0702)	-0,239 (0,165)
Case isolée (habitat traditionnel)	-0,00391 (0,131)	-0,0724 (0,313)
Autre (à préciser)	0,981*** (0,347)	-0,691 (0,699)
Nombre de chambre (ncham)	-0,00257 (0,0103)	
Revente	-0,242*** (0,0467)	

Dépenses de raccordement (<i>DepRac</i>)	6,94e-06***		
	(9,95e-07)		
Milieu rural	-0,329***		
	(0,128)		
lambda			-0,525***
			(0,123)
Observations	524	524	524

Source : Calcul de l'auteur à partir de la base ECEB, 2020

3.2- Significativité du modèle

Le tableau 8 ci-dessus présente les résultats d'estimation de la demande d'électricité des ménages au Bénin par la méthode de sélection de Heckman (1979). Le coefficient estimé pour l'inverse du ratio de Mills (lambda) de $-0,525$ est significatif à 1%. Cela signifie que l'équation substantielle est indépendante de l'équation de sélection ; les deux décisions sont donc prises indépendamment l'une de l'autre. C'est pourquoi nous pouvons affirmer qu'une estimation du modèle par les Moindres Carrés Ordinaires (MCO) aurait fourni des estimateurs biaisés. Le modèle expliquant la consommation d'électricité des ménages correspond à cette situation, puisque la *pvalue* du test de significativité de *rho* ou de la corrélation de Spearman inférieure à 1% prouve qu'il existe une dépendance statistique non paramétrique avec l'électrification (voir annexe).

3.3- Déterminants de l'électrification

Comme prévu, de nombreux déterminants de la demande d'électricité semblent également affecter la probabilité qu'un ménage ait accès à l'électricité. Le revenu du ménage, les dépenses de raccordement au réseau formel de la SBEE et le milieu de résidence des ménages, semblent tous avoir un effet positif sur la probabilité d'électrification sauf le milieu de résidence. Comme on pouvait s'y attendre, les ménages urbains sont plus susceptibles d'être électrifiés que les ménages ruraux en raison du bon équipement des centres villes et de leur forte densité de population, comparativement aux localités rurales qui sont moins équipées et peu densifiées en population. Dans l'analyse de la variable dichotomique milieu de

résidence, le milieu rural est le milieu de base. Les ménages ruraux ont la plus faible probabilité d'être électrifiés. Ce résultat est conforme aux taux d'électrification présentés par l'Institut National de la Statistique et de l'Analyse Economique (INSAE) en 2013) estimés à 56,4% en milieu urbain, 5,4% en milieu rural et 29,2% au plan national (Tableau de Bord Social, 2013). Il convient de souligner que bien que ces déterminants soient importants, une grande partie de la force motrice derrière l'électrification des ménages peut être aléatoire étant donné la nature du programme d'électrification au Bénin.

3.4- Demande conditionnelle d'électricité

Le tableau 10 montre que la demande résidentielle d'électricité des ménages est positivement influencée par les dépenses de consommation mensuelles d'électricité. Plus précisément, le coefficient de la variable *DepConso* qui est de 0,794 représente l'élasticité de la demande mensuelle d'électricité par rapport aux dépenses de consommation mensuelle des ménages et est significatif au seuil de 1%. Cela signifie que si les dépenses mensuelles de consommation d'électricité devaient augmenter de 10%, la demande d'électricité, toutes les autres variables restant constantes, augmenterait en moyenne faiblement de 7,94%. Ce résultat signifie que ce qui guide la consommation des ménages est la dépense mensuelle de consommation. En effet, le prix du kilowattheure étant relativement stable, c'est la hausse ou la baisse des dépenses de consommation qui influencent le niveau de consommation d'électricité des ménages. Cette sensibilité de la demande d'électricité aux dépenses de consommation des ménages au Bénin est attendue, étant donné le degré élevé apparent de substituabilité entre l'électricité et les autres formes d'énergie notamment les énergies renouvelables et la biomasse-énergie.

Le revenu des ménages est un déterminant important de la demande d'électricité. Le coefficient associé à la variable revenu correspond à l'élasticité-revenu. Il est de $-0,17$ et significatif au seuil de 1%. Lorsque toutes les autres variables sont maintenues constantes, une augmentation de 10% du revenu des ménages sera en moyenne

associée à une diminution de 1,7% de la consommation d'électricité. Ce résultat montre que l'électricité est un bien inférieur pour les ménages au Bénin. En effet, selon la théorie microéconomique du consommateur, les biens à élasticité revenu négative sont des biens de faible qualité. Pour l'ensemble des ménages enquêtés et de façon significative, 72,83% sont peu ou très mécontents de la qualité du service électrique sur le réseau national de distribution (voir annexe 1). L'estimation quantitative présentée dans cet article soutient des recherches antérieures qui suggèrent que le revenu joue un rôle particulièrement crucial dans la détermination de la demande d'électricité résidentielle au Bénin (Alinsato, 2010; Kolawole, Adesola, & Vita, 2017; Sinsin, 2017). Il convient de noter que, bien que ces résultats suggèrent que le revenu est un déterminant à court terme, l'effet à long terme devrait être beaucoup plus important du fait de l'effet indirect du revenu des ménages sur les appareils électriques.

Ces résultats suggèrent que toute augmentation future du prix de l'électricité entraînera une baisse importante de la consommation d'électricité (Cardenas & Whittington, 2019; Faruqui & Sergici, 2010; Reiss & White, 2005). En suivant la répartition des ménages par tranche de consommation, une politique de tarification progressive doit se baser sur les élasticités dépense et revenu de la demande. Or, depuis le 1^{er} janvier 2020, les tarifs des ménages situés dans la seconde tranche et la troisième tranche de consommation sont passés respectivement de 109 FCFA à 114 FCFA soit une hausse de 4,58%, et de 115 FCFA à 134 FCFA soit une hausse de 16,52%. Cette politique tarifaire contraste avec l'objectif social qui vise à donner accès à tous à l'électricité, en subventionnant un niveau de consommation vital par les consommateurs utilisant un grand volume d'énergie électrique. En effet, pour les plus gros consommateurs (ménages) ayant une sensibilité au prix plus importante que les consommateurs à revenu modeste, une variation importante du prix induira une baisse de consommation apparente.

D'un point de vue économique, si la tarification progressive semble être défendable en cas de régulation des prix, elle ne constitue pas l'optimum. L'attractivité d'une telle tarification dépend fortement

de la position et de la pente des courbes de coût et du poids que l'Etat attache au bien-être des ménages (Bertram, 1996). Il est donc nécessaire de connaître, en détail, les coûts afin d'analyser si la situation correspond à un schéma de courbe permettant l'instauration d'un tarif progressif. Si, après analyse, les courbes de coûts sont positionnées de telle manière que l'on puisse établir un tarif progressif, cela permettrait de limiter la prépondérance de l'acteur dominant (SBEE) dans le secteur et de redistribuer les marges injustifiées voire excessives qui seraient dégagées. La mise en place de cette tarification doit être associée à une régulation des différentes composantes du prix, ce qui est d'ailleurs le cas au Japon et en Californie. La tarification progressive permet de diminuer la consommation et donc éventuellement les investissements qui doivent être réalisés au niveau du réseau.

D'un point de vue environnemental, l'objectif poursuivi par cette hausse pourrait viser la réduction de la consommation, et par ce biais, la contribution du Bénin aux Objectifs du Développement Durable de réduction des émissions de CO₂. Cet objectif semble donc être conditionné par l'élasticité-dépense de la consommation. Comme cette élasticité est faible, peu d'économies d'énergie seront réalisées à court terme. Toutefois au Bénin, si on suppose qu'il existe une corrélation positive entre le revenu et la facture d'énergie électrique des ménages, alors à long terme cette politique tarifaire permettrait de réaliser des économies d'énergie plus significatives.

Le nombre de personnes dans un ménage aussi a un effet positif et significatif au seuil de 5% sur la consommation d'électricité des ménages. Plus précisément, en maintenant les autres variables constantes, pour chaque personne supplémentaire appartenant à un ménage, la consommation d'électricité de ce ménage est susceptible d'augmenter en moyenne de 1,03%. Ce résultat suggère que lorsque l'on considère la consommation d'électricité, l'analyse devrait prendre en compte le nombre de personnes dans chaque ménage, car cela semble être un déterminant majeur de la demande d'électricité du ménage. Ceci est important en ce qui concerne la fourniture d'électricité aux ménages. Bien qu'il s'agisse d'un déterminant important, l'effet marginal sur la

consommation d'électricité d'un occupant supplémentaire de la maison est relativement faible. La raison de cet effet minimal se trouve probablement dans la grande partie de la population qui n'utilise l'électricité qu'à des fins d'éclairage. Pour ces ménages, la demande d'électricité ne dépendra probablement pas fortement du nombre de personnes qui utilisent les lumières, mais dépend fortement du nombre de pièces qui ont besoin de lumière.

L'âge du chef de ménage influence négativement et significativement au seuil de 1% la consommation d'électricité au sein du ménage. Après chaque année passée par le chef de ménage, la consommation d'électricité du ménage est susceptible de diminuer de 0,75% toutes choses égales par ailleurs. Ce résultat suggère que la consommation du ménage baisse avec le vieillissement du chef de ménage.

Sans surprise, le niveau d'instruction affecte positivement la demande d'électricité des ménages. Comparativement aux ménages dont les chefs n'ont aucun niveau d'étude, ceux dont les chefs ont le baccalauréat (BAC) et un diplôme supérieur deux (02) ans après le BAC influencent positivement et significativement la quantité d'électricité consommée, respectivement aux seuils de 5% et 10%. Cette différence pourrait s'expliquer par une meilleure appréhension du rôle de l'électricité dans les activités domestiques des ménages par les chefs de ménage ayant un niveau d'étude universitaire. En effet, selon Munasinghe (1980) l'électricité joue un rôle important dans la vie quotidienne des ménages.

De même, le statut d'occupation du chef de ménage influence significativement la demande d'électricité. Les chefs de ménages qui sont des propriétaires avec ou sans titre foncier, ainsi que ceux qui sont dans des maisons avec des propriétaires familiaux possédant ou non des titres fonciers et des locataires, influencent négativement la consommation d'électricité.

Comme prévu, la structure physique d'un logement est également un déterminant important de la demande d'électricité des ménages. Dans l'estimation de la fonction de demande des ménages, les immeubles (maisons à étages) et d'autres types de maisons

influencent positivement et significativement au seuil de 1% la consommation d'électricité des ménages. Ce résultat significatif suggère que, moins un logement dispose de chambres et moins le ménage consomme d'électricité.

Comme espéré, l'activité de revente d'électricité influence la demande d'électricité. Comparativement aux ménages qui revendent l'électricité à ceux n'ayant pas la ligne directe de la SBEE, les ménages qui ne revendent pas l'électricité ont significativement une faible consommation d'électricité au seuil de 1%. Ce résultat pourrait s'identifier à la consommation des ménages situés dans les milieux urbains et périurbains qui disposent de la plus faible proportion de lignes en toile d'araignée.

CONCLUSION ET IMPLICATIONS DE POLITIQUE

La fourniture d'un accès généralisé à un approvisionnement fiable d'électricité est cruciale pour promouvoir l'égalité, non seulement dans le secteur de l'électricité, mais au Bénin en général. Dans cet article, il a été possible grâce à la base de données sur la consommation d'électricité des ménages, de disposer d'informations sur les ménages, y compris les caractéristiques des ménages, les dépenses en consommation d'électricité ainsi que les dépenses de raccordement au réseau de distribution de la SBEE. A partir de cet ensemble de données, un modèle de demande conditionnelle a été estimé par la méthode de sélection d'échantillon de Heckman (1979) pour les déterminants de la demande d'électricité des ménages au Bénin. La fonction de demande d'énergie électrique peut être influencée par des facteurs qui sont liées, d'une part à la gestion de la ressource et d'autre part à des caractéristiques socio-économiques du ménage. Cependant, la structure de consommation des ménages au Bénin dépend des variables comme le revenu du chef de ménage, la taille des ménages, la structure physique des logements, le milieu de résidence des ménages et l'activité de revente. Il est particulièrement intéressant de noter que l'élasticité-revenu est de $-0,17$. Ce résultat suggère que l'électricité constitue un bien inférieur pour les ménages au Bénin, en raison de la faible qualité du service en milieu urbain

comme en milieu rural. De même, ce sont les dépenses de consommation mensuelle qui déterminent le niveau de consommation des ménages. Il est urgent d'investir dans le secteur de l'électricité pour améliorer le degré de satisfaction des services énergétiques et renforcer l'existence du faible degré de substituabilité entre l'électricité et les énergies alternatives, particulièrement renouvelables, et d'évolution des ménages dans un environnement d'asymétrie informationnelle.

Références bibliographiques

Agbandji L., Behanzin P., & Saïnou D. G., (2020). Déterminants de la demande résidentielle de l'énergie électrique au Bénin : une étude empirique. *Repères et Perspectives Economiques*, 4(2), 332–357.

Aigner D. J., & Hirschberg J. G., (1985). Commercial/Industrial Customer Response Time-of-use Electricity Prices: Some Experimental Results. *The RAND Journal of Economics*, 16(3), 341–355. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2555562>.

Alinsato A., (2010). *Demande d'Electricité Résidentielle et Préférence des Ménages pour la Fiabilité du service d'Electricité : cas des ménages urbains du Bénin*.

Anderson K. P., (1973). Residential Demand for Electricity: Econometric Estimates for California and the United States. *The Journal of Business*, 46(4), 526. <https://doi.org/10.1086/295576>

Anderson P., (2004). Household Consumption of Electricity: An estimation of the price and income elasticity for pre-paid users in South Africa. In *Economics*.

Auffhammer M., & Wolfram C. D., (2014). Powering up China: Income distributions and residential electricity consumption. *American Economic Review*, 104(5), 575–580. <https://doi.org/10.1257/aer.104.5.575>

Berndt R., & Samaniego R., (1984). Residential Electricity Demand in Mexico: A Model Distinguishing Access from Consumption. *Land Economics*, 60(3), 268–277.

Bertram G., (1996). Non-linear pricing theory: The case of wholesale electricity pricing in New Zealand. *New Zealand Economic Papers*, 30(1), 87–108. <https://doi.org/10.1080/00779959609544250>

- Boiteux M., (1956).** Sur la gestion des Monopoles Publics astreints à l'équilibre budgétaire. *Econometrica*, 24(1), 22–40.
- Branch R., (1993).** Short Run Income Elasticity of Demand for Residential Electricity Using Consumer Expenditure Survey Data. *The Energy Journal*, 14(4), 111–121. <https://doi.org/10.5547/issn0195-6574-ej-vol14-no4-7>
- Brisepierre G., (2013).** *Analyse sociologique de la consommation d'énergie dans les bâtiments résidentiels et tertiaires.*
- Burgess R., Greenstone M., Ryan N., & Sudarshan A. (2019).** *Demand for Electricity in a Poor Economy.*
- Cardenas H., & Whittington D., (2019).** The consequences of increasing block tariffs on the distribution of residential electricity subsidies in Addis Ababa , Ethiopia. *Energy Policy*, 128, 783–795. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.01.033>
- Chang Y., Sik, C., Miller J. I., Park J. Y., & Park S., (2014).** Time-varying Long-run Income and Output Elasticities of Electricity Demand with an Application to Korea. *Energy Economics*, 46, 334–347. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.10.003>
- Cramton P., (2017).** Electricity market design. *Oxford Review of Economic Policy*, 33(4), 589–612. <https://doi.org/10.1093/oxrep/grx041>
- Dalen H. M., & Larsen B. M., (2013).** *Residential end-use electricity demand. Development over time.*
- Dubin J. A., & McFadden D. L., (1984).** An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption. *Econometrica*, 52(2), 345. <https://doi.org/10.2307/1911493>
- Dutta G., & Mitra K., (2017).** A literature review on dynamic pricing of electricity. *Journal of the Operational Research Society*, 68(10), 1131–1145. <https://doi.org/10.1057/s41274-016-0149-4>
- Farsi M., Filippini M., & Pachauri S., (2007).** Fuel choices in urban Indian households. *Environment and Development Economics*, 12(6), 757–774. <https://doi.org/10.1017/S1355770X07003932>
- Faruqui A., & Sergici S., (2010).** Household response to dynamic pricing of electricity: A survey of 15 experiments. In *Journal of Regulatory Economics* (Vol. 38). <https://doi.org/10.1007/s11149-010-9127-y>

- Filippini M., (1995).** Swiss residential demand for electricity by time-of-use: an application of the almost ideal demand system. *Energy Journal*, 16(1), 27–39. <https://doi.org/10.5547/ISSN0195-6574-EJ-Vol16-n°1-2>
- Halvorsen B., & Larsen B. M., (2001).** The flexibility of household electricity demand over time. *Resource and Energy Economics*, 23(1), 1–18. [https://doi.org/10.1016/S0928-7655\(00\)00035-X](https://doi.org/10.1016/S0928-7655(00)00035-X)
- Halvorsen R., (1975).** Residential demand for electric energy. *The Review of Economics and Statistics*, 57(1), 12–18.
- Hausman J. A., M., K., & McFadden D., (1979).** A Two-level Electricity Demand Model: Evaluation of the Connecticut Time-of-Day Pricing Test. *Journal of Econometric*, 263–289.
- Heckman J. J., (1979).** Sample Selection Bias as a Specification Error
Author (s): James J . Heckman Published by : The Econometric Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/1912352> Accessed : 03-06-2016 19 : 11 UTC Your use of the JSTOR archive indicates your acceptanc. *Econometrica*, 47(1), 153–161.
- Hirschman A. O., (1979).** “Exit, voice, and loyalty” : Further reflections and a survey of recent contributions. *Soc.Sci.Inform.*, 13(1), 7–26.
- Houthakker, H. S., (1951).** Some Calculations on Electricity Consumption in Great Britain. *Journal of the Royal Statistical Society*, 114(3), 359–371. <https://doi.org/10.1093/ej/35.140.661>
- Kolawole A., Adesola S., & Vita G. De., (2017).** Factors that drive energy use in Africa : panel data evidence from selected Sub-Sahara African countries. *OPEC Energy Review*, 41(4), 364–380. <https://doi.org/10.1111/opec.12115>
- Lafrance G., & Perron D., (1994).** Evolution of residential electricity demand by end-use in Quebec 1979–1989: A conditional demand analysis. *Energy Studies Review*, 6(2), 164–173. [https://doi.org/10.1016/0140-6701\(95\)93256-9](https://doi.org/10.1016/0140-6701(95)93256-9)
- Lévy J.-P., Roudil N., Flamand A., & Belaïd F., (2014).** Les déterminants de la consommation énergétique domestique. *Flux*, 2(96), 40–54. <https://doi.org/10.3917/flux.096.0040>
- Li C. Z., Wei C., & Yu Y., (2020).** Income threshold, household appliance ownership and residential energy consumption in urban

- China. *China Economic Review*, 60(December 2019), 101397. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2019.101397>
- McFadden D., & Puig C., (1977).** Déterminants of the long-run demand for electricity. *American Statistical Association.*, 5.
- Mehlwana M., (1999).** The economics of energy for the poor: fuel and appliance purchase in low-income urban households. *Energy and Development Research Centre, University of Cape Town*, 1–24.
- Meyabad A. F., & Deihimi M. H., (2017).** A review of demand-side management: Reconsidering theoretical framework. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 80(March), 367–379. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.207>
- Mir A. A., Alghassab M., Ullah K., Khan Z. A., Lu Y., & Imran M., (2020).** A Review of Electricity Demand Forecasting in Low and Middle Income Countries: The Demand Determinants and Horizons. *Sustainability*, 12(15), 5931. <https://doi.org/10.3390/su12155931>
- Mori K., (2012).** Modeling the impact of a carbon tax : A trial analysis for Washington State. *Energy Policy*, 48, 627–639. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.05.067>
- Munasinghe M., (1980).** Costs Incurred Due by Residential Electricity Consumers to Power. *Journal of Consumer Research*, 6(4), 361–369. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2488737> .
- Nakajima T., & Hamori S., (2010).** Change in consumer sensitivity to electricity prices in response to retail deregulation : A panel empirical analysis of the residential demand for electricity in the United States. *Energy Policy*, 38(5), 2470–2476. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.12.041>
- Parti M., & Parti, C., (1980).** Total and Appliance-Specific Conditional Demand for Electricity in the Household Sector. *Bell Journal of Economics*, 11(1), 309–321. <https://doi.org/10.2307/3003415>
- Reiss P. C., & White M. W., (2005).** Household electricity demand, revisited. *Review of Economic Studies*, 72(3), 853–883. <https://doi.org/10.1111/0034-6527.00354>
- Sinsin L. M., (2017).** *Economie de l'énergie et accès à l'électricité: Trois essais sur le Bénin.*

- Smith C., (2001).** Environmental physics. In *Environmental physics*. <https://doi.org/10.1119/1.18430>
- Taylor L., (1975).** The Demand for Electricity. *The Bell Journal of Economics*, 6(1), 74–110.
- Tiwari P., (2000).** Architectural, Demographic, and Economic Causes of Electricity Consumption in Bombay. *Journal of Policy Modeling*, 22(1), 81–98. [https://doi.org/10.1016/s0161-8938\(98\)00003-9](https://doi.org/10.1016/s0161-8938(98)00003-9)
- Wei C., Löschel A., & Managi S., (2020).** Recent advances in energy demand research in China. *China Economic Review*, 63(July), 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2020.101517>
- Yang C., Meng C., & Zhou K., (2018).** Residential electricity pricing in China: The context of price-based demand response. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81(June), 2870–2878. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.06.093>

Annexes

Résultats d'estimation du modèle de sélection de Heckman

do "C:\Users\USER\AppData\Local\Temp\STD00000000.tmp".

heckman LQ LDepConso LR taillem i.typcon age i.sexe i.nivins i.statut i.typhab ncham revente, noconstant twostep select (> ELEC = LR deprecordement i.milieu i.typhab, noconstant) rhosigma

Heckman selection model -- two-step estimates	Number of obs	= 524
(regression model with sample selection)	Censored obs	= 146
	Uncensored obs	= 378
	Wald chi2(29)	= 8021.06
	Prob > chi2	= 0.0000

	Coef.	Std. Err	z	P> z	[95% Conf.	Interval]
LQ						
LDepConso	.7937727	.0252567	31.43	0.000	.7442704	.843275
LR	-.1697435	.0210793	-8.05	0.000	-.2110582	-.1284288
taillem	.0102519	.0047879	2.14	0.032	.0008678	.0196359
typcon						
Ligne sous-traité	-.2642919	.2899386	-0.91	0.362	-.8325611	.3039772
age	-.0074982	.001651	-4.54	0.000	-.0107342	-.0042622
sexe						
Féminin	-.0849153	.0644113	-1.32	0.187	-.2111591	.0413286
nivins						
CEP	-.0926645	.0577909	-1.60	0.109	-.2059327	.0206036

BEPC	-0865418	.0695497	-1.24	0.213	-.2228568	.0497731
CAP	.1113827	.1823257	0.61	0.541	-.2459692	.4687345
BEP	-.1734123	.1986763	-0.87	0.383	-.5628108	.2159862
BAC	.2689095	.1104924	2.43	0.015	.0523484	.4854705
BAC + 2	-.0096374	.122273	-0.08	0.937	-.2492882	.2300133
Diplôme supérieur BAC + 2	.1474939	.0818477	1.80	0.072	-.0129247	.3079126
Autres	.2386765	.3189382	0.75	0.454	-.386431	.8637839
statut						
Propriétaire sans titre foncier	-.1698689	.0830209	-2.05	0.041	-.3325868	-.0071511
Propriété familiale avec titre foncier	-.3909797	.1188453	3.29	-0.001	-.6239122	-.1580471
Propriété familiale sans titre foncier	-.2844103	.0876583	-3.24	0.001	-.4562175	-.1126032
Logo par l'employeur (Etat ou privé)	-.1335943	.182711	-0.73	0.465	-.4917013	.2245127
Logo par un parent/ami (gratuitement)	-.078841	.23515	-0.34	0.737	-.5397265	.3820446
Locataire	-.2658594	.1132467	-2.35	0.019	-.4878188	-.0438999
Autre (préciser)	-.2809398	.2845234	-0.99	0.323	-.8385954	.2767159
Non déclaré	.2112018	.4785486	0.44	0.659	-.7267362	1.14914
typhab						
Maison individuelle ou villa	.0517903	.0742238	0.70	0.485	-.0936857	.1972664
Immeuble (maison + étage)	.571212	.2151464	2.65	0.008	.1495328	.9928912
Maison en bandes (compartimentée)	.0516926	.0701922	0.74	0.461	-.0858816	.1892668
Case isolée (habitat traditionnel)	-.0039145	.1307929	-0.03	0.976	-.2602639	.2524348
Autre (+ préciser)	.9814544	.3466291	2.83	0.005	.3020738	1.660835
ncham	-.002571	.0102929	-0.25	0.803	-.0227448	.0176027
Revente	-.2420606	.046651	-5.19	0.000	-.3334949	-.1506262
ELEC						
LR	.0323646	.0150963	2.14	0.032	.0027765	.0619527
dep. raccordement	6.94e-06	9.95e-07	6.98	0.000	4.99e-06	8.89e-06

milieu rural	-3288523	.1275963	-2.58	0.010	-.5789365	-.0787682
typhab						
Maison individuelle ou villa	-.1739817	.1822591	-0.95	0.340	-.5312029	.1832396
Immeuble (maison + étage)	-.7823815	.5122289	-1.53	0.127	-1.786332	.2215688
Maison en bandes (compartimentée)	-.2387781	.164667	-1.45	0.147	-.5615195	.0839634
Case isolée (habitat traditionnel)	-.0723584	.3127646	-0.23	0.817	-.6853658	.540649
Autre (+ préciser)	-.6914782	.6993257	-0.99	0.323	-2.062131	.679175
mills						
lambda	-.5247986	.1228931	-4.27	0.000	-.7656645	-.2839326
rho	-.098328					
sigma	.533721					
end of do-file						
end of do-file						