



Année : 2022/2023

**UNIVERSITE MARIEN NGOUABI  
--- FACULTE DES SCIENCES  
ECONOMIQUES---**

**LABORATOIRE DE RECHERCHES ET  
D'ETUDESECONOMIQUES ET SOCIALES  
(LARES)**



N° d'ordre : 41

# **MEMOIRE**

Pour l'obtention du diplôme de Master en Science Economique

Domaine : Sciences économiques  
Mention : Economie Quantitative  
Spécialité : Econométrie Appliquée  
Parcours : Professionnel

Présenté et soutenu publiquement

Par :

**Christ Oberan MIASSOUEKAMA-SAMBA**

Titulaire d'une Licence en Economie Quantitative 2020

Thème :

**EFFET DU CAPITAL HUMAIN SUR LA CONSOMMATION D'ELECTRICITE  
EN REPUBLIQUE DU CONGO**

Directeur de mémoire :

**Hermann Clachel LEKANA, Maître Assistant, UMNG(CONGO)**

Sous la supervision de :

**Mathias Marie Adrien NDINGA, Professeur Titulaire**

Université Marien NGOUABI

## **JURY**

Président : André MOULEMVO, Maître Assistant cc Université Marien NGOUABI(CONGO)

Rapporteur : Fernand OWONDA, Assistant (CAMES), Université Marien NGOUABI(CONGO)

Membre : Hermann Clachel LEKANA, Maître Assistant (CAMES), Université Marien NGOUABI(CONGO)

## **PREAMBULE**

« La Faculté des Sciences Economiques n'entend donner aucune approbation ou improbation aux opinions contenues dans ce mémoire. Les opinions qui y sont émises doivent être considérées comme étant propres à leurs auteurs ».

## **DEDICACE**

A toute la famille MIASSOUEKAMA

Également à Sara KONGO

A Toute la denrée quincaillerie

## REMERCIEMENTS

Comme cela est de coutume pour toutes personnes qui entreprennent un travail ou une activité professionnelle, le désir de réussir est une ambition noble et légitime. Mais pour y parvenir, il faut non seulement une dose de volonté et parfois beaucoup de sacrifices mais aussi l'apport d'une assistance multiforme.

Ainsi nos remerciements vont tout d'abord à l'endroit du Doyen de la Faculté des Sciences Economiques, Professeur Titulaire Mathias Marie Adrien NDINGA, pour sa supervision. Nous remercions aussi dans la foulée tous nos enseignants qui ont disposé de leurs précieux temps pour nous transmettre des connaissances tout au long de notre parcours universitaire.

Nos vifs remerciements vont à notre Directeur de Mémoire monsieur Hermann Clachel LEKANA, Maître-Assistant CAMES, Université Marien NGOUABI, tout d'abord de nous avoir accepté comme impétrants, ensuite de nous avoir fait confiance en nous donnant des opportunités de travailler avec lui. Aussi, nous témoignons une profonde gratitude à monsieur LOUBELO Denis Billhickok, Maître Assistant CAMES, Université Marien NGOUABI, au Docteur NSOUADI Ange, enseignant à l'Université Marien Ngouabi et à Monsieur Fabrice NDOMBI docteur à l'Université Marien Ngouabi.

Nous n'oublions pas Arnode Rolffe NGOMBI, Ernest NKODIA, Guide GOLO KOLO, Charlie Noel YELLET, Karbely rolbiche ALOUNA, et bien d'autres pour leurs observations, critiques, suggestions et leurs disponibilités qui nous ont énormément aidé dans l'amélioration du document final.

Nous remercions aussi tous nos camarades de la promotion pour les bons et mauvais moments passés ensemble, puisque cela a été un ajout et un encouragement pour nous : Davin EWOULA, Sagesse MIYALOU, Betty MBELA, Elohim DJEMBO, Frantz YOULOU, Franckfort ODZOLA, Marie Kilandi, légis MBAKA, Jos NDEBAKA, Oris PACHAREL, Reddy ONGOMBE, Fidélie TISSA, Asnath DERIKISSA, Durvel KOUALA LANDA, Dercia MAZABA, Audin BOUKOULOU Bissila, sans oublier Renselgie KANGA et MISSAMBOU MBOUDI Priscille Amour pour leurs soutiens depuis la France.

Nous ne saurons conclure sans une pensée affectueuse pour les membres de ma famille particulièrement, Angélique BIBOUSSI, Hilly BASSEHA, Marau MATSIMA, Mavie MIASSOUEKAMA, Rivlin BAYAKA, Druch YONDA, Destinée MBANZOULOU pour leurs soutiens financiers, affections et bénédictions, ainsi que nos frères, nièces, neveux et nos amis pour leurs amours, conseils et encouragements durant la rédaction.

Nos sincères remerciements à tous ceux qui nous ont soutenus de loin ou de près que nous n'avons pas pu citer dans ce document.

## Liste des Tableaux

Tableau 1: Centrale existante .....	10
Tableau 2: Centrale thermique et leurs puissances .....	10
Tableau 3: Tableau de signe .....	30
Tableau 4: Statistique Descriptive .....	31
Tableau 5: Test de stationnarité des variables .....	34
Tableau 6: Résultat du test de cointégration de Pesaran et al (2001) .....	36
Tableau 7 : Résultats du test de corrélation d'erreurs .....	37
Tableau 8: Résultats du test d'hétéroscédasticité .....	37
Tableau 9: Résultats du test de la normalité des erreurs .....	38
Tableau 10 : Résultats du test de spécification.....	38
Tableau 11 : Coefficient de détermination .....	41
Tableau 12: Résultats de l'estimation du modèle à court terme et de la force de Rappel.....	42
Tableau 13 : Résultats de l'estimation du modèle à long terme .....	42

## Liste des Figures

Figure 1: Evolution tendancielle de la consommation d'énergie électrique .....	14
Figure 2 : Evolution tendancielle de l'éducation.....	17
Figure 3: EVolution tendancielle de l'éducation et de la consommation d'énergie .....	18
Figure 4: Choix du Modèle Optimale .....	35
Figure 5: Stabilité du Modèle .....	39

## Sigles et Acronymes

ADF	Dickey-Fuller augmenté
AEF	Afrique Equatoriale Française
AFE	Agence Française de l'énergie
AFREC	Commission africaine de l'énergie
AIC	Critère d'information d'Akaik
AIE	Agence internationale de l'énergie
ARCH	AutoRegressive Conditional Heteroskedasticity
ARDL	Modèle autorégressif à retards échelonnés
BAD	Banque Africaine de développement
BEPC	Brevet d'études du premier cycle
BET	Brevet d'études technique
BM	Banque Mondiale
BP	British Petroleum
BTU	British Thermal Unit
CCG	Cycle combiné gaz
CEC	Centrale Electrique du Congo
CED	Centrale Electrique de Djeno
CEDEAO	Communauté économique des États d'Afrique de l'ouest
CEMAC	Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale
CEP	Centres d'éducation préscolaire
CEPE	Certificat d'études primaires élémentaires
CIB	Congolaise Industrielle de bois
CTB	Centrale Thermique de Brazzaville
CUSUM	Cumulative Sum
DDO	Diesel Dual Fuel Opération
DGTP	Direction Générale des Travaux Publics
EDF	Électricité de France
FBCF	Formation brute de capital fixe
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
GJ	Gigajoule
HAB	Habitant
IRENA	Agence internationale pour les énergies renouvelables
KPSS	Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin
KW	Kilowatt
KWH	Kilowattheure
LCEE	Logarithme consommation d'énergie électrique
LFBCF	Logarithme Formation brute de capital fixe
LIS	Logarithme inscription au secondaire
LPH	Logarithme population urbaine
LPHB	Logarithme Pib par habitant
LPT	Logarithme population totale
MCO	Moindre carrés Ordinaire
MEPSA	Ministère de l'Enseignement primaire, secondaire et de l'alphabétisation
METPFQE	Ministère de l'Enseignement Technique, Professionnel, de la Formation qualifiante et de l'emploi
MW	Mégawatt
NTIC	Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
OCDE	Organisation pour la Coopération et le Développement Economique



ODD	Objectifs de Développement Durable
ONU	Organisation des Nations Unies
PEAC	Pool Energétique de l'Afrique Centrale
PIB	Produit Intérieur Brut
PJ	Picojoule
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
POP	Population
PPA	Parité de pouvoir d'achat
PV	Photovoltaïque
RNI	Réseau Nationale interconnecté
SDES	Service de la donnée et des études statistiques
SEEE	Société Equatoriale de l'Energie Electrique
SIC	Critère d'informations de Schwarz
SNE	Société Nationale d'Electricité
STIPART	Impacts Stochastiques par Régression sur la Population, l'Affluence et la Technologie
TAEP	Taux d'achèvement de l'école primaire
TAG	Tarif d'accès aux Gaz
TAV	Turbine à Vapeur
TBI	Taux brut d'inscription
TEP	Tonne Equivalent Pétrole
TRA	Théorie de l'action raisonnée
UNELCO	Union Electrique du Congo
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'Education, la Science et la Culture
WDI	Indicateurs du Développement dans le Monde

## SOMMAIRE

MATHIAS MARIE ADRIEN NDINGA, PROFESSEUR TITULAIRE.....	1
<b>JURY</b> .....	1
PREAMBULE .....	I
DEDICACE .....	II
REMERCIEMENTS .....	III
LISTE DES TABLEAUX .....	V
LISTE DES FIGURES.....	VI
SIGLES ET ACRONYMES.....	VII
SOMMAIRE .....	IX
I. INTRODUCTION .....	1
II CADRE CONCEPTUEL ET EVOLUTION TENDANCIELLE.....	7
III REVUE DE LITTERATURE.....	19
IV METHODOLOGIE .....	27
V CONCLUSION ET IMPLICATION DE POLITIQUE ECONOMIQUE.....	45
BIBLIOGRAPHIE.....	47
VI ANNEXES .....	IX
TABLE DES MATIERES .....	XII
RESUME.....	XIV

## **I. INTRODUCTION**

Dans cette section, cinq points y sont présentés. Le premier point porte sur le contexte et la justification, le second est consacré à la problématique. L'objectif constitue le troisième point, l'hypothèse de recherche est formulée dans le quatrième point et enfin l'organisation du travail dans le tout dernier point.

### **I.1 Contexte et Justification**

Depuis des décennies, la question sur la consommation d'électricité a suscité un intérêt particulier, aussi bien auprès des institutions (PNUD, 2015 ; AIE, 2023) que les économistes (Vaclav, 2022 ; Rifkin, 2019). C'est ainsi que l'Agence Internationale de l'Energie (AIE, 2023) souligne l'importance de la consommation électrique dans le monde moderne. Selon le Programme des Nations Unies pour le Développement (PNUD, 2015), l'électricité est très importante pour parvenir au développement durable, sa consommation est donc devenue un élément très important, et l'électricité doit être maîtrisée et même contrôlée pour atteindre les objectifs de développement durable (PNUD, 2015).

De même, Vaclav (2022) souligne l'importance de l'énergie électrique dans la société moderne et les défis associés à sa consommation croissante. Rifkin (2019), a souligné l'importance de repenser les modèles de consommation d'électricité et a proposé une vision d'un avenir énergétique combinant les énergies renouvelables avec les technologies de l'information et de la communication pour créer un système énergétique décentralisé et durable. L'accès à l'électricité considérée comme une énergie propre, abordable et durable est une question importante pour le développement économique et social (PNUD, 2015).

En dépit de l'importance accordée par les institutions et les auteurs susmentionnés, la consommation d'électricité demeure un fléau majeur que chaque pays cherche à résoudre. En effet, la consommation mondiale d'électricité a augmentée de manière significative entre 2019 et 2021, d'environ 23000 TWh (AIE, 2019) et 27520,5 TWh (Global Electricity Review, 2022), ce qui représente environ 90 % de la population mondiale. Cela signifie également que près d'un milliard de personnes dans le monde ne consomment pas d'électricité (AIE, 2021). Quant à

l'Afrique, la consommation totale d'électricité en 2019 est d'environ 700 TWh (BM, 2020) et en 2020 cette consommation est d'environ 720 TWh (IRENA, 2021). Bien que la consommation ait augmenté, seulement environ 45 % de la population africaine consomme de l'énergie électrique (BM, 2021). Le Congo, en tant que partie intégrante de l'Afrique, n'est pas à l'abri, en effet, la consommation totale d'électricité en République du Congo est de 1310 kWh en 2018 (BM, 2018) et a augmenté en 2019, passant d'environ 3,9 milliards de kWh (AFREC, 2019). Autrement dit, environ 40 % de la population de la République du Congo utilise l'électricité. L'AIE (2021) montre qu'environ 60% de la population congolaise ne consomme pas d'électricité, soit trois personnes sur cinq. Le manque de consommation d'électricité auquel le monde est confronté, entrave la réalisation de l'Objectif de Développement Durable (ODD) 7, qui vise à garantir à tous, l'accès à des services énergétiques fiables et modernes à des coûts abordables.

Toutefois, cette situation a des conséquences sociales et économiques. En effet, selon l'AIE (2022), le manque d'électricité peut conduire à une dépendance accrue des sources d'énergies moins durables. Les conséquences sociales tels que : la liberté individuelle et le développement humain (Amartya, 2000), la marginalisation communautaire (Klein, 2014), la pauvreté énergétique (AIE, 2021), inégalités sociales (AIE, 2000). Les conséquences économiques tels que : la non croissance des entreprises et de l'emploi (BM, 2017), difficulté d'atteindre la croissance à long terme (Römer, 2018), la non amélioration des conditions de vie (Sachs, 2005), inégalités économiques (Sen, 2016).

Pour y remédier, les économistes ont essayé de mettre en avant des mécanismes pouvant apporter des solutions parmi lesquelles s'inscrivent : Investissement dans l'infrastructure (Sachs, 2005), approches durables (Stern, 2006), partenariats public-privé (Hart, 2016), programmes d'éducation et de sensibilisation, technologies adaptées (Roula, 2017). Mais un intérêt particulier est mis sur le système éducatif (Roula, 2017). C'est ainsi que le PNUD (2020), encourage l'éducation en mettant l'accent sur le développement durable incluant la consommation d'énergie. Toutefois, la résolution du manque d'accès à l'électricité

Par le biais de l'éducation ne fait pas l'unanimité sur le plan théorique et empirique.

Sur le plan théorique, deux approches se dégagent : La première approche dite capital humain facteur qui favorise la consommation d'électricité soutient que l'éducation favorise la consommation d'électricité et la deuxième approche dite capital humain facteur qui freine la consommation d'énergie électrique évoque que l'éducation ne favorise pas la consommation d'électricité. S'agissant de la première approche, elle s'appuie sur la théorie du Capital humain de Becker (1964), qui stipule que l'éducation et la formation constituent une valeur ajoutée, un investissement qui augmente la productivité et les revenus d'un individu. L'éducation et la sensibilisation jouent un rôle crucial pour encourager les comportements économes en énergie et promouvoir l'utilisation de sources d'énergie renouvelable. La théorie de la transition énergétique de Hosier et Dowd (1987) qui stipule qu'en présence d'une énergie moderne comme l'électricité les ménages renoncent à l'utilisation de l'énergie traditionnelle pour éviter la fumée nocive qui nuit à la santé afin d'opter à l'utilisation de l'électricité qui minimise le degré de pollution. Cela fournit le cadre structurel pour ce changement, décrivant comment les sociétés peuvent migrer vers un système énergétique plus durable. La théorie de besoins de Maslow (1943), connue sous le nom de la pyramide des besoins de Maslow, est une théorie psychologique qui explique les motivations humaines et les besoins fondamentaux. Dans le contexte de la consommation d'électricité, la théorie de Maslow peut être appliquée pour comprendre les motivations derrière les choix de consommations, dans ce sens, pour satisfaire les différents besoins, l'homme à travers l'éducation se tourne vers l'énergie renouvelable.

Par contre, la deuxième approche soutient l'idée selon laquelle l'éducation ne favorise pas la consommation d'électricité. Elle s'appuie sur la théorie de l'anomalie de Richard (1987), qui stipule que les individus peuvent parfois prendre des décisions irrationnelles en ce qui concerne la consommation. Cette perspective met en lumière les aspects psychologiques et comportementaux qui peuvent influencer le choix d'un individu. La théorie de l'effet rebond de Jevons (1865), connue sous le

Nom de paradoxe de Jevons cette théorie met en évidence le lien entre l'efficacité énergétique et la consommation d'énergie, cette théorie stipule qu'une utilisation plus efficace d'énergie pour une même quantité de production, peut en réalité entraîner une augmentation de la consommation d'énergie totale. La théorie de la thermodynamique de Georgescu (1970), qui souligne l'importance de la notion d'entropie, qui mesure le désordre ou la dégradation de l'énergie dans un système, dans l'analyse des processus économiques. Selon la thermodynamique, l'énergie ne peut pas être créée ni détruite, mais elle peut être transformée d'une forme à une autre.

Sur le plan empirique, ces travaux sont répartis en deux groupes : le premier dont les résultats montrent une influence positive de la consommation d'énergie par l'éducation, Shaojian et al (2020), Inglesi et Diez (2017), Haider (2020), le deuxième dont les résultats montrent une influence négative de l'éducation sur la consommation d'énergie électrique, Shunsuke et Hibiki (2009), Aslan et Yetkiner (2019) et ceux de Sefa et al (2022).

Par ailleurs, ce travail de recherche trouve sa justification par rapport à l'influence et la persistance de l'accès à l'électricité qui est limité depuis les années 2000, et aussi à l'importance qu'accorde la RC sur les problèmes de non consommation d'électricité. La RC à travers la politique du gouvernement Congolais dans le sous-secteur de l'électricité pour la période (2010-2015), visant à mettre en œuvre les orientations permettant d'atteindre les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD), cela traduit la volonté du gouvernement à apporter des réponses urgentes et efficaces aux problèmes majeurs d'électricité. Ce qui prouve, que la RC octroie un intérêt majeur sur les questions d'électricité. Parler de l'électrification en RC c'est toucher l'une des préoccupations majeures qui animent les débats d'aujourd'hui. C'est ainsi que la RC à travers le projet d'électrification Igné (2021-2046), qui est un projet d'électrification hybride, qui vise à réduire les émissions de gaz à effet de serre de plus de 125 mille tonnes et à valoriser 180 mille tonnes de déchets ménagers. Selon La politique sectorielle du Gouvernement adoptée en 2010 visant à fournir à toute la population, l'électricité de qualité, en quantité suffisante et à des coûts abordables. L'objectif était d'atteindre à l'horizon

2015, des niveaux d'accès de 90% en zones urbaines et 50% en milieu rural, puisque l'accès à l'électricité au Congo était faible (35%) avec des disparités entre les zones urbaines (52%) et rurales (16%). Etant un habitant du Congo, et concerné par ce fléau, nous avons choisi de mener des études dans ce sens en vue de répondre aux réelles difficultés sur l'accès à la consommation électrique de la population.

## **I.2 Problématique**

La République du Congo est confrontée à des défis significatifs en matière de consommation d'énergie électrique. Les statistiques actuelles révèlent une situation préoccupante où la consommation d'électricité ne correspond pas aux besoins réels du pays, laissant entrevoir une sous-utilisation ou une mauvaise gestion de cette ressource vitale.

En effet, selon le rapport de BP Statistical Review of World Energy (2020), la consommation d'électricité par habitant et par an en République du Congo est d'environ 161 kWh en 2019, ce qui est faible comparé à d'autres pays, tel que les Etats Unis où elle se situe à 3500 kWh, la Chine où elle est à environ 2500 kWh, l'Inde où elle est à 1900 kWh, la même année. Cette consommation est relativement faible comparée à la moyenne continentale Africaine, qui est d'environ 488 kWh (BP, 2020).

En République du Congo le taux de scolarisation est de 75% pour une consommation totale d'énergie électrique de 345,97 KWh (BM, 2015) ; En 2018 ce taux est estimé à 84,8% pour une consommation de 1310 KWh (BM, 2018), alors que le taux de scolarisation a augmenté en 2019 (soit 88,3%), la consommation d'énergie quant à elle est passée à environ 3.9 milliards de KWh (AFREC, 2019), nous voyons bien que l'éducation évolue dans le même sens que la consommation de l'électricité. Cela nous amène à nous poser la question de savoir quel rôle joue l'éducation en république du Congo concernant la consommation d'énergie électrique ?

La consommation efficace d'énergie électrique est essentielle pour le développement socio-économique et industriel du Congo. Une utilisation adéquate de cette ressource peut favoriser la croissance économique, améliorer les conditions

de vie, stimuler l'entrepreneuriat local et renforcer les secteurs de la santé et de l'éducation. Cependant, pour atteindre ces objectifs, il est crucial de comprendre le rôle crucial du capital humain dans ce processus. Ainsi, la question fondamentale est de savoir : « Dans quelle mesure le niveau d'éducation de la population congolaise peut-il influencer une consommation d'énergie électrique plus efficiente et responsable ? »

Au regard de ce que nous venons d'évoquer, la question centrale de notre travail se présente comme suit : quel est l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie électrique en République du Congo ?

### **I.3 Objectif**

L'objectif principal de ce mémoire est d'analyser l'effet du capital humain sur la consommation d'électricité en République du Congo.

### **I.4 Hypothèse de recherche**

Dans le cadre de notre travail nous défendons l'hypothèse selon laquelle l'éducation a un effet positif sur la consommation d'énergie électrique en République du Congo, cette hypothèse prend appuie sur La théorie du Capital humain de Becker (1964).

### **I.5 Organisation du travail**

Ce mémoire comprend cinq (05) sections : la section (I) est consacrée à l'introduction, la section (II) présente le cadre conceptuel et évolution tendancielle ; la section (III) est consacrée à la revue de la littérature composée des travaux théoriques et empiriques basés sur deux tendances, les détails sur la méthodologie utilisée sont présentés dans la section (IV), ainsi que la procédure d'estimation du modèle et la présentation et interprétation des résultats , la section (V) va parler de la conclusion et des implications de politique.



## **II Cadre Conceptuel et évolution tendancielle**

Dans cette section, il est question premièrement de présenter la définition des concepts pour avoir une idée plus générale sur les notions de la recherche. Présenter les sources d'énergie, le système énergétique congolais et le système éducatif Congolais.

### **II.1 Définition des Concepts**

Cette sous-section a pour objectif de mettre en lumière les différents contours du concept « Capital Humain » afin de mieux l'appréhender. Pour cela, nous avons exploité les définitions des auteurs et institutions comme : OCDE (2001), Gary Becker (1964), BM (2019), Grossman (1972), Lucas (1988).

De ce fait, l'OCDE (2001) définit le capital humain comme : « l'ensemble des connaissances, qualifications, compétences et caractéristiques individuelles et qui facilitent la création du bien-être personnel, social et économique. » « Le capital humain constitue un bien immatériel qui peut faire progresser ou soutenir la productivité, l'innovation et l'employabilité ».

La Banque Mondiale (2019), définit le capital humain comme « la somme des connaissances, des compétences et de la santé qu'un individu accumule le long de sa vie, et qui lui permettent de réaliser son potentiel en tant que membre productif de la société »

Pour sa part Becker (1964) définit le capital humain comme l'ensemble des compétences, des connaissances, de l'éducation, de la formation et de l'expérience qu'une personne acquiert au fil de sa vie et qui augmente sa productivité et ses perspectives de revenus.

Selon Grossman (1972), « chaque individu dispose d'un stock initial de santé. Ce capital santé qui se déprécie avec l'âge, peut être maintenu, voire apprécié en combinant, dans un processus de production individuelle des soins de santé, le stock d'éducation et le temps disponible »

Lucas (1988), définit pour sa part le capital humain comme étant : « le stock de connaissances valorisables économiquement et incorporées aux individus »

A la suite de cette brève littérature, nous pouvons, à notre sens, définir ce concept comme : « Un ensemble de compétences, que peut accumuler un homme au fil du temps, et qu'il est apte à réutiliser pour une bonne efficience ».

### **II.1.1 Définition de la Consommation d'énergie**

Cette deuxième sous-section a pour objectif de mettre en lumière les différents contours du concept « Consommation d'énergie » afin de mieux le comprendre. Pour cela, nous avons exploité les définitions des auteurs et institutions comme : AFE (2016), AIE (2020), Nicolas Georgescu-Roegen (1971).

L'AFE (2016), définit la consommation d'énergie comme étant la quantité d'énergie qui est utilisée par un appareil ou un logement.

Selon l'AIE (2020), la consommation d'électricité est définie comme la quantité d'électricité utilisée par les consommateurs finaux, tels que les ménages, les entreprises et les industries.

De son côté Nicolas G.Roegen (1971), définit la consommation d'énergie comme le processus par lequel l'énergie utile est utilisée pour effectuer un travail ou produire des biens et services.

A la suite de cette brève littérature, nous pouvons, à notre sens, définir ce concept comme : « le procédé qui consiste à utiliser de l'énergie, pour la satisfaction d'un besoin primaire ou secondaire »

### **II.1.2 Les sources d'énergies**

On les classe en deux grandes catégories : les énergies renouvelables et les non renouvelables.

- **L'énergie renouvelable**

Est celle qui provient de sources inépuisables. Quelques exemples de ces formes d'énergie sont le solaire, et l'hydroélectricité, entre autres. Ils proviennent généralement d'une ressource naturelle. Le rayonnement solaire peut être transformé en énergie sans être épuisé.

- **L'énergie non renouvelable**

Ce sont des énergies comme le nucléaire et les combustibles fossiles qui demandent des millions d'années pour que leur reconstitution soit achevée. Leur épuisement est inévitable.

### ➤ **L'énergie électrique**

L'énergie électrique représente de l'énergie transférée d'un système à un autre (ou stockée dans le cas de l'énergie électrostatique) grâce à l'électricité, c'est-à-dire par un mouvement de charges électriques. Elle n'est donc pas une énergie en soi, mais un vecteur d'énergie. Le terme est toutefois communément utilisé par commodité de langage. Les systèmes pouvant fournir ces transferts électriques sont par exemple les alternateurs ou les piles. Les systèmes receveurs de ces transferts sont par exemple les résistances, les lampes ou les moteurs électriques.

### **II.1.3 Le Système Energétique Congolais**

Le Congo dispose d'un fort potentiel hydraulique, qui est pour l'instant assez peu exploité, c'est également un producteur de gaz. E<sup>2</sup>C est la société publique nationale en charge du domaine de l'électricité. Le Ministère de l'Energie et de l'Hydraulique avait fait appel à EDF pour la réalisation de son schéma directeur Production-Transport pour la période 2015-2035.

Le système électrique Congolais est composé du Réseau National Interconnecté (RNI, desservant les deux (02) agglomérations principales : Brazzaville et Pointe Noire), et de centres isolés. Le système électrique du Congo est interconnecté avec le réseau de la République Démocratique du Congo par une ligne 220 kV qui relie les capitales Brazzaville et Kinshasa. Le parc de production existant pour le RNI comprend trois (03) centrales thermiques, majoritairement alimentées au gaz et trois (03) centrales hydrauliques. Les deux (02) centrales thermiques à gaz sont exploitées par un producteur indépendant, la Centrale Electrique du Congo (CEC) ; quant aux centrales hydrauliques, elles sont exploitées par E<sup>2</sup>C. La puissance thermique installée est de 364,5 MW, la puissance hydraulique installée est de 209 MW. Cependant cette dernière puissance est fortement réduite lors de la période d'étiage.

De plus, les deux groupes de production de la centrale du Djoué, d'une puissance de 7.5 MW chacun, sont en cours de réhabilitation. A la remise en service, les groupes auront une puissance unitaire de 9 MW. Pour le RNI, en 2015, la pointe de puissance était prévue à 407 MW, pour une énergie annuelle produite de 2 117 GWh. Pour 2035, toujours pour le RNI la pointe est prévue à 1 444 MW, pour une valeur annuelle de l'énergie à 9 947 GWh. Ce qui signifie qu'en 20 ans la demande va être multipliée par plus de 4, il est donc nécessaire de renforcer fortement la puissance installée au Congo sur la période étudiée 2015-2035 (EDF 2016).

### II.1.3.1 Parc hydraulique existant

Le tableau ci-dessous, résume les différentes centrales hydrauliques de la RC

**Tableau 1: centrale existante**

Centrales électrique	Nombres de groupes	Puissance disponible	Puissance produite
Moukouloulou	4	18,5MW/groupe	62MW
Imboulou	4	30MW/groupe	110MW
Djoué	2	7,5 MW/groupe	/
Liouesso	2	9.2MW/groupe	19.4MW

Source : Ministère de l'énergie et de l'hydraulique 2015

### II.1.3.2 Parc thermique existant

Le parc thermique existant au Congo est composé de 3 centrales : la Centrale Electrique de Djéno (CED), la Centrale Thermique de Brazzaville (CTB) et la Centrale Electrique du Congo (CEC).

Le tableau ci-dessous résume la puissance de chaque centrale

**Tableau 2: centrale thermique et leurs puissances**

Centrales thermiques	Nombres de TAG	Puissance disponible	Puissance produite
CED	2	20MW/TAG	300 MW
CEC	2	146MW/TAG	300 MW
CTB	10	3,25 MW/TAG	32.5MW

Source : Ministère de l'énergie et de l'hydraulique 2015

### **II.1.3.3 Historique de la société Energie Electrique du Congo (E<sup>2</sup>C)**

L'énergie électrique du Congo est une société de la République du Congo qui produit ou fournit l'énergie dans les villes et départements de la République du Congo.

Les origines de la Société Energie Electrique du Congo (E<sup>2</sup>C) remontent depuis 1949 date de l'exécution des travaux du barrage du Djoué qui devrait produire de la houille blanche pour permettre l'implantation des petites et moyennes entreprises, ainsi que l'électrification de Brazzaville, alors capitale de l'Afrique Equatoriale Française (AEF).

Ce projet entraine la création de deux (02) entreprises françaises ci-dessous mentionnées :

- La Société Equatoriale de l'Energie Electrique (SEEE), chargée de la Production ;
- L'Union Electrique du Congo (UNELCO), chargée de la Distribution. En 1966, l'exploitation du barrage du Djoué est cédée au gouvernement de la République Populaire du Congo et placée sous tutelle de la Direction Générale des Travaux Publics (DGTP).

Ainsi, suite à la nationalisation des Entreprises, la Société Nationale d'Energie est créée par la loi n°06/67 du 15 juin 1967 sur les cendres de ces concessionnaires coloniales que sont la SEEE et l'UNELCO. Cette nouvelle société, entreprise verticalement intégrée disposait depuis le monopole de la Production, du Transport, de la Distribution et de la Vente de l'électricité sur toute l'étendue du territoire national. La loi 06/67 du 15 juin 1967 sera abrogée par la loi n°67/84 du 11 septembre 1984 qui modifiera la disposition antérieure pour transformer la Société Nationale d'Energie en Société Nationale d'Electricité (SNE).

L'adoption et la promulgation de la loi n°14-2003 du 10 avril 2003 portant le code de l'électricité a fait perdre le monopole de la production, du transport, de la distribution et de la commercialisation de l'électricité, puisque le secteur à cette date a été ouvert aux opérateurs privés, et instaure un régime de concurrence. La

loi n°22-2018 du 13 juin 2018 portant dissolution de la Société Nationale d'Electricité (SNE).

Par décret n°2018-295 portant création d'une nouvelle Société Energie Electrique du Congo (E<sup>2</sup>C.SA), il est formé entre les propriétaires des actions ci-après créées et celles qui pourront l'être ultérieurement, une Société Anonyme qui sera régie par l'acte uniforme de l'OHADA relatif au droit des sociétés commerciales et du groupement d'intérêt économique et tous les textes ultérieurs, complémentaires ou modificatif et par les présents statuts.

Le mode d'Administration est celui de la Société Anonyme avec conseil d'Administration, Président du Conseil d'Administration, Directeur Général et Directeur Général Adjoint. Au Congo, il existe un organe chargé de la régulation du secteur de l'électricité. Cet organe s'appelle « Agence de Régulation du Secteur de l'Electricité » créée par la loi n° 16-2003 du 10 Avril 2003. L'Agence de Régulation du Secteur de l'Electricité est un service public, à caractère administratif et technique, jouissant de la personnalité juridique et l'autonomie de gestion. Elle est placée sous la tutelle du ministre chargé de l'électricité.

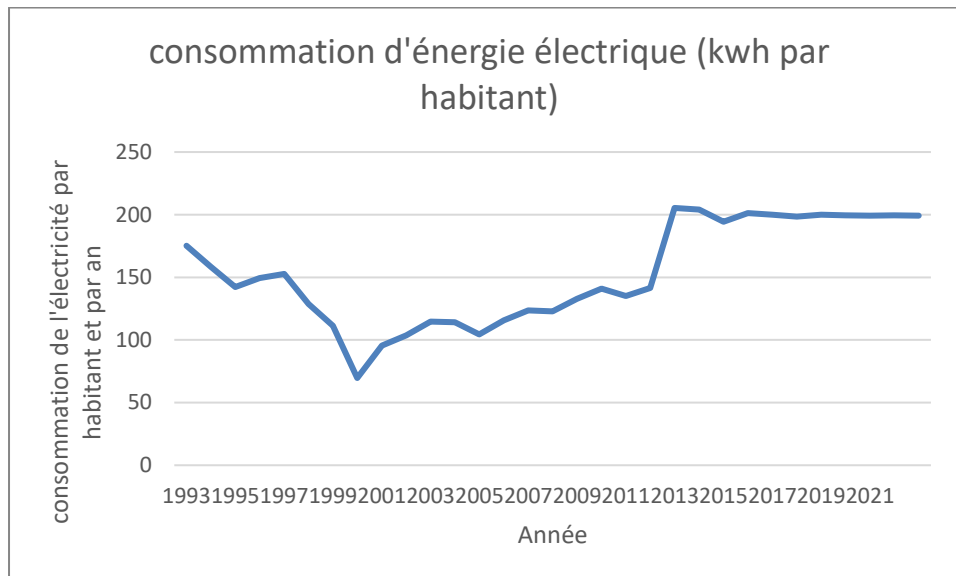
L'Agence de régulation du secteur de l'électricité est, notamment, chargée de :

- participer à la promotion du développement rationnel de l'offre d'énergie électrique ;
- veiller à l'équilibre économique et financier du secteur de l'électricité et à la préservation des conditions économiques nécessaires à sa viabilité ;
- veiller aux intérêts des consommateurs et assurer la protection de leurs droits pour ce qui est du prix, de la fourniture et de la qualité de l'énergie électrique ;
- promouvoir la concurrence et la participation du secteur privé en matière de production, de transport, de distribution, d'importation, d'exportation et de vente de l'énergie électrique dans des conditions objectives transparentes et non discriminatoires ;

- soumettre pour signature à l'autorité compétente, après avoir donné son avis de conformité, les contrats de concession ainsi que les demandes de licence et d'autorisation ;
- mettre en œuvre, suivre et contrôler, le système tarifaire établi dans le respect des méthodes et des procédures fixées par l'administration chargée de l'électricité ;
- assurer, dans les secteurs de l'électricité, le respect de la législation relative à la protection de l'environnement ; - veiller au respect, par les opérateurs du secteur, des conditions d'exécution des contrats de concession, des licences et des autorisations ;
- veiller à l'accès des tiers aux réseaux de transport de l'électricité dans la limite des capacités disponibles ;
- suivre l'application des standards et des normes par les opérateurs du secteur de l'électricité ; - veiller à l'application des sanctions prévues par la loi ; arbitrer les différends entre opérateurs du secteur de l'électricité sur saisine des parties ;
- contribuer à l'exercice de toute mission d'intérêt public, que pourrait lui confier le Gouvernement pour le compte de l'Etat dans le secteur de l'électricité ; - assurer la régulation, le contrôle et le suivi des activités des exploitants et des opérateurs du service public de l'électricité.

## Evolution tendancielle de la consommation d'énergie

**Figure 1: Evolution tendancielle de la consommation d'énergie électrique**



Source : Auteur(2023), à partir des données de la Banque Mondiale (WDI)

Ce graphique comporte quatre phases. La première phase présente une allure baissière qui va de 1993 à 1999, ceci s'explique par une diminution de la consommation de l'énergie électrique pendant cette période, causé par l'instabilité politique et économique qu'a connu le pays, avec des événements comme les troubles sociaux économiques de 1993 et celui de 1997, la deuxième phase présente une tendance croissante qui s'étend sur la période de 1999 à 2013 ce qui traduit une légère augmentation de la consommation de l'énergie électrique, la troisième phase qui s'étend sur la période allant de 2013 à 2020 est constante ce qui signifie que la consommation au cours de la période est presque constante, avec un léger creux en 2014. La dernière phase va de 2021 à 2022, la consommation d'énergie électrique est constante.

### II.1.3.4 Le Système éducatif Congolais

Dans cette section nous passerons en revue le système éducatif Congolais.

Le système éducatif Congolais est géré par trois départements ministériels (le ministère de l'Enseignement Primaire, Secondaire et de l'Alphabétisation (MEPSA), le Ministère de l'Enseignement Technique, Professionnel, de la



Formation Qualifiante et de l'Emploi (METPFQE) et le Ministère de l'Enseignement Supérieur (MES) et couvre principalement six domaines qui concerne aussi bien le public que le privé à savoir :

L'alphabétisation et l'éducation non-formelle, l'éducation préscolaire, l'enseignement primaire, l'enseignement secondaire, l'enseignement supérieur et les écoles de formations professionnelles. En ce qui concerne l'alphabétisation et l'éducation non-formelle, son système éducatif est géré par le MEPSA. Son offre consiste en un cycle de rattrapage et de remise à niveau des enfants et des adolescents non scolarisés ou déscolarisés, en vue de leur alphabétisation et leur insertion dans le système éducatif.

Autrement dit, il vise également à offrir des possibilités de seconde chance aux déscolarisés et aux jeunes adultes. Selon la BM (2011), le taux d'alphabétisation des hommes adultes était de 86,43% contre 72,88% des femmes adultes et le taux d'alphabétisation des jeunes hommes (personnes âgées de 15 à 24 ans) était de 85,68% contre 76,95% des jeunes femmes. S'agissant de l'éducation préscolaire, le système accueille les enfants âgés de 3 à 5 ans et les prépare à l'école, à travers les centres d'éducation préscolaire (CEP) situés pour la plupart en milieu urbain et les centres préscolaires communautaires situés en milieu rural. En 1990, le taux brut d'inscription (TBI) des garçons s'élevait à 2,62% contre 2,63% des filles et 12,95% pour les garçons contre 12,78% pour les filles en 2012 (BM, 2012).

Il y a eu une amélioration des inscriptions au préscolaire au cours du temps, que ce soit du côté des garçons que celui des filles. Pour ce qui est de l'éducation primaire, le système reçoit les élèves âgés de 6 à 11 ans, pour un cursus scolaire de 6 ans et qui est sanctionné par un certificat d'études primaires élémentaires (CEPE). Une fois ce diplôme obtenu, les élèves peuvent ensuite passer au premier cycle du secondaire. Le taux d'achèvement de l'école primaire (TAEP) s'élève à 66,17% pour les garçons contre 74,46% pour les filles (BM, 2012).

Alors qu'en 1990, ce taux était de 59,25% pour les garçons contre 58,38% pour les filles. Il ressort de ces informations qu'au cours du temps, le TAEP du genre féminin a plus évolué par rapport à celui du genre masculin. Concernant

L'éducation secondaire, le système offre des formations générales, techniques et professionnelles, et est subdivisé en deux cycles. Le premier reçoit les élèves âgés de 12 à 15 ans, pour un cursus scolaire de 4 ans et qui est sanctionné par un brevet d'études de premier cycle (BEPC) ou un brevet d'études technique (BET).

Le second reçoit les élèves âgés de 16 à 18 ans, pour un cursus scolaire de 3 ans et qui est sanctionné par un diplôme de bachelier de second degré. D'un point de vue factuel, le taux brut d'inscription au secondaire des hommes est de 51,36% contre 42,34% des femmes (BM, 2017). Ce qui n'est pas trop éloigné de la situation de l'an 2000 ; où ce même taux était de 53,59% pour les hommes contre 42,08% pour les femmes. 14 Pour ce qui est de l'éducation supérieure, le système est subdivisé en trois cycles. Le premier cursus académique, qui dure 3 ans, est sanctionné par une licence. Le deuxième, qui dure deux ans, est sanctionné par un master (5 ans d'études) et le troisième, qui dure 3 ans, est sanctionné par un doctorat (8 ans d'études).

De manière statistique, le taux brut d'inscription à l'enseignement supérieur des hommes est de 10,62% contre 7,97% des femmes (BM, 2013). Une tendance qui semble accentuée par rapport à celle de 1990, puisqu'à cette date ce taux était de 8% pour les hommes contre 1,58% pour les femmes.

Selon le PNUD (2020), le taux brut d'inscription au primaire est de 82,4% en 2017 contre 82,2% en 2018, celui du secondaire est de 49,2% en 2017 contre 49,4% en 2018, enfin le taux d'inscription universitaire est de 9,5% en 2017 contre 9,7% en 2018.

Quant aux écoles de formation professionnelles, elles forment les instituteurs, les infirmiers, les cadres des carrières administratives et juridiques, etc. L'admission dans ces écoles se fait uniquement sur concours et est destinée aux élèves titulaires soit d'un BEPC, BET ou d'un baccalauréat, et aussi aux cadres moyens des administrations publiques ou privées pour parfaire leur compétence et, par conséquent, améliorer leur carrière professionnelle.

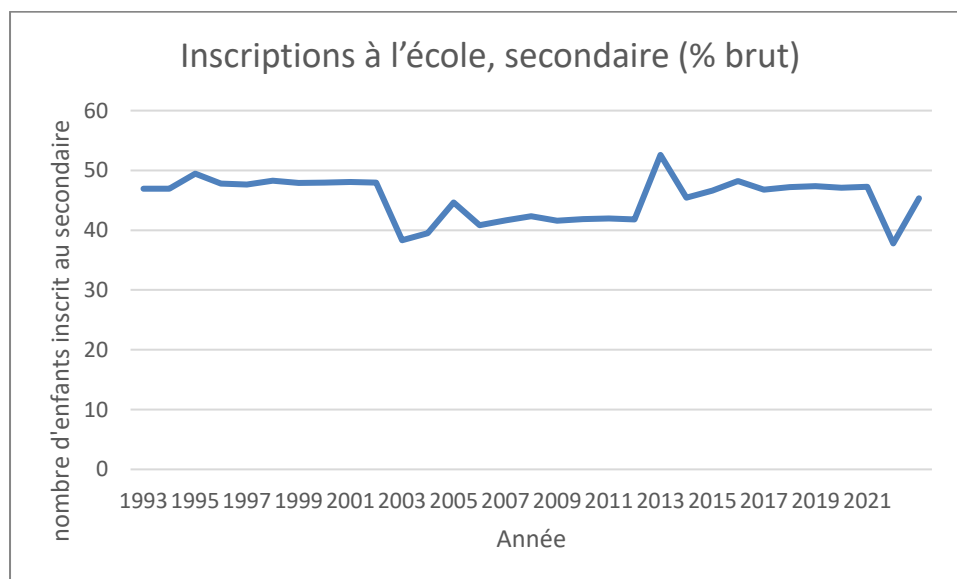
La durée de la formation est de 2 à 4 ans selon la spécialité et la fin de la formation est sanctionnée par un diplôme professionnel. Par ailleurs, quatre autres

ministères participent également aux activités de l'éducation, à savoir : le ministère des sports et de l'éducation civile, le ministère de la jeunesse et de l'éducation civique, le ministère de la promotion de la femme et de l'intégration de la femme au développement et le ministère des affaires sociales, de l'action humanitaire et de la solidarité. Malgré le fait que le Congo présente l'image d'un des pays les plus scolarisés de la sous-région de l'Afrique centrale, l'éducation et la formation ne semblent pas répondre aux attentes de la société et de l'économie (UNESCO, 2014).

Ci-dessous, l'évolution tendancielle de l'éducation

### Evolution tendancielle de l'éducation

**Figure 2 : évolution tendancielle de l'éducation**



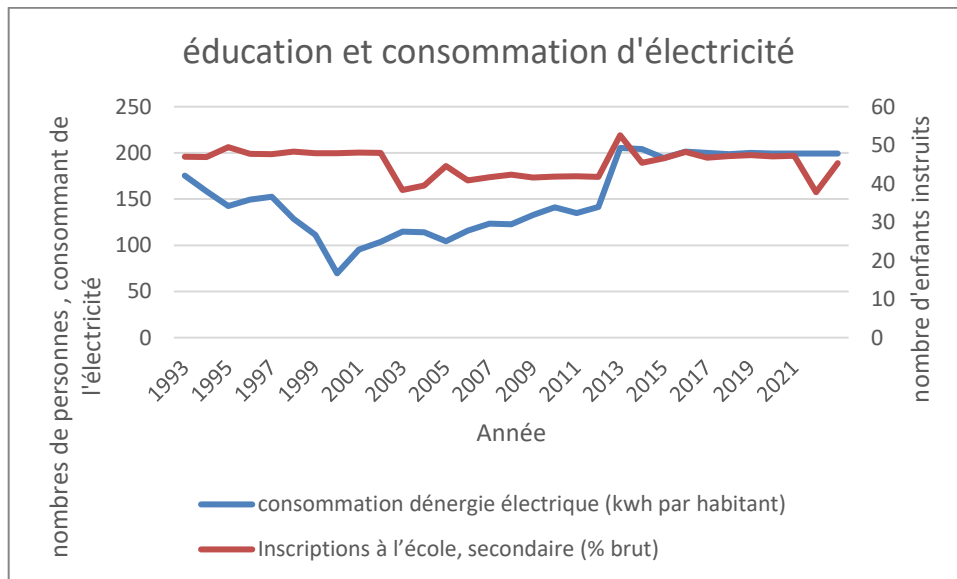
Source : Auteur (2023), à partir des données de la Banque Mondiale

Ce graphique comporte quatre phases. La première phase présente une allure croissante qui va de 1993 à 1995, puis de 1995 à 2001, elle semble être constante, ceci s'explique par une augmentation du taux d'inscription au secondaire pendant cette période, et aussi par les troubles sociaux économiques que le pays a connu d'où il y a des creux pendant cette phase, la deuxième phase présente une tendance baissière qui s'étend sur la période de 2001 à 2002 ce qui traduit un faible taux d'inscription pendant cette période, la troisième phase s'étend sur la période allant de 2002 à 2011 et présente une tendance haussière, avec un point culminant en

2004. La quatrième phase va de 2011 à 2022, et présente une tendance croissante, cela s'explique par l'augmentation du taux d'inscriptions. La tendance de cette courbe est croissante.

## Evolution de l'éducation et de la consommation d'énergie électrique

**Figure 3: évolution tendancielle de l'éducation et de la consommation d'énergie**



Source : Auteur (2023), à partir des données de la Banque Mondiale (WDI)

Ce graphique nous montre l'évolution de la consommation d'électricité et de l'éducation.

Nous voyons par cette courbe que l'éducation et la consommation d'électricité évoluent presque dans le même sens, hormis quelques années où l'un croît et l'autre décroît. De 1992 à 1999, l'éducation et la consommation d'électricité évoluent dans le sens contraire, tandis que de 1999 à 2011, ils évoluent dans le même sens, l'augmentation d'une unité d'étude augmente la consommation d'électricité, cela s'explique par la politique sur l'éducation et l'électricité qu'a adopté le pays pendant cette période, de 2012 à 2021, la consommation évolue dans le même sens que l'éducation, cela s'explique par le niveau d'éducation qui a considérablement augmenté en RC, impliquant ainsi une demande de même ampleur. De 2021 à 2022, il y a une forte consommation d'électricité, cela pourrait s'expliquer par le fort niveau que connaît le pays.

### **III REVUE DE LITTERATURE**

Cette section traite des aspects théoriques et empiriques de la relation entre l'éducation et la consommation d'énergie. Par conséquent, il est question de présenter les différentes approches théoriques et les travaux empiriques sur la problématique de l'efficience.

#### **III.1 Revue Théorique**

Sur le plan théorique, la relation entre le capital humain et la consommation d'énergie oppose deux approches à savoir l'approche appelée capital humain facteur qui favorise et l'approche appelée capital humain facteur qui ne favorise pas la consommation d'énergie électrique.

##### **III.1.1 Capital humain facteur qui favorise la consommation d'énergie électrique**

Les tenants de cette approche soutiennent l'idée selon laquelle le capital humain influence positivement la consommation d'énergie, ils s'appuient sur la théorie du capital humain de Becker (1964), la théorie de la transition énergétique de Hosier et Dowd (1987) ; la théorie de la hiérarchie des besoins d'Abraham Maslow (1943).

La théorie du capital humain de Gary Becker (1964), est une théorie économique qui considère les individus comme des investisseurs rationnels dans leur propre capital humain. Selon Becker, le capital humain se compose de connaissances, des compétences, de l'éducation et de l'expérience acquise par une personne, qui peuvent être considérées comme des actifs ou des investissements. Ainsi donc pour lui, les individus prennent des décisions d'investissements dans leur capital humain en analysant les coûts et les avantages associés à ces investissements. Les coûts peuvent inclure le temps, et l'argent dépensés pour l'éducation et la formation, ainsi que les opportunités perdues de gagner un revenu immédiat. Les avantages, quant à eux, sont les revenus futurs plus élevés et les meilleures perspectives d'emploi qui découlent de l'investissement dans le capital humain.

Cette théorie, dans le cas de ce travail se contextualise dans le sens où les individus ayant un niveau d'études plus élevé, sont enclins à vouloir utiliser l'énergie de

manière rationnelle et adopter un comportement énergétique efficace. Aussi, les individus ayant un niveau d'étude satisfaisant ont une grande sensibilisation aux enjeux environnementaux, pouvant conduire à des comportements plus économes en énergie, tels que l'utilisation d'appareils électroménagers plus efficaces, participer à des programmes d'efficacité énergétique ou d'investir dans des technologies d'énergie renouvelable. Enfin les investissements dans le capital humain des travailleurs du secteur énergétique, tels que les ingénieurs et les techniciens, peuvent conduire à une meilleure compréhension et à une utilisation plus efficace des technologies de production d'énergie électrique, cela peut ainsi se traduire par des gains de productivité, une réduction des coûts de productions et une utilisation plus efficace des ressources énergétiques, ce qui peut contribuer à une consommation d'énergie électrique plus durable.

La théorie de la transition énergétique de Hosier et Dowd (1987), stipule qu'en présence d'une énergie moderne comme l'électricité les ménages renoncent à l'utilisation de l'énergie traditionnelle pour éviter la fumée nocive qui nuit à la santé afin d'opter à l'utilisation de l'électricité qui minimise le degré de pollution. En effet, cette théorie s'articule autour de quatre phases, et selon la quatrième phase, dite de la stabilité énergétique, à un stade ultérieur, les sociétés atteignent un équilibre entre leur demande énergétique et leur capacité à produire de l'énergie à partir des sources renouvelables, créant ainsi une stabilité environnementale.

Cette théorie dans le cas de ce travail, se contextualise dans le cas où lorsque les personnes renoncent aux énergies fossiles considérés comme sale, en raison du dioxyde de carbone qu'elles laissent échapper, se tourneront vers l'électricité qui est considéré comme propre, par le biais de l'éducation, ainsi cette demande favorisera la consommation d'énergie électrique.

Pour ce qui est de la théorie des besoins, elle a été postulée par l'économiste Abraham Maslow en 1943 dans son livre intitulé la théorie de la motivation humaine. Elle soutient l'hypothèse selon laquelle les individus ont une hiérarchie de besoins qui doivent être satisfait pour atteindre l'épanouissement personnel. Ainsi la pyramide de Maslow comprend cinq niveaux de besoins, à savoir les

besoins physiologiques, de sécurité, d'appartenance, d'amour, et les besoins d'accomplissement personnel.

Cette théorie se contextualise dans le cadre de ce travail par le fait que cela donne la compréhension des motivations derrière le choix de consommation. A travers l'éducation, l'homme, fait recours à l'énergie renouvelable comme l'électricité pour satisfaire ces besoins, par exemple les besoins physiologiques tels que le besoin de se nourrir et de se loger peuvent être liés à la consommation d'électricité pour cuisiner ou se chauffer. Les besoins de sécurité peuvent être satisfaits par l'utilisation d'électricité pour assurer l'éclairage, extérieurs ou les systèmes d'alarmes.

### **III.1.2 Capital humain facteur qui ne favorise pas la consommation d'énergie électrique**

Les tenants de cette approche soutiennent l'idée selon laquelle le capital humain influence négativement la consommation d'énergie, ils s'appuient sur : La théorie de l'anomalie de Richard (1987), La Théorie de l'effet rebond de William Stanley Jevons (1865), La théorie de la thermodynamique de Georgescu (1970).

La théorie de l'anomalie, est une théorie économique développée par Richard Thaler en 1987. Elle stipule que les individus peuvent parfois prendre des décisions irrationnelles en ce qui concerne la consommation. Cette perspective met en lumière les aspects psychologiques et comportementaux qui peuvent influencer le choix d'un individu.

Dans le cas de ce travail, cette théorie peut s'expliquer par le fait que les individus éduqués peuvent prendre des décisions irrationnelles en matière de consommations d'énergie, notamment en négligeant les choix plus éco énergétiques en faveur de comportements traditionnels ou habituel, ainsi ils peuvent adopter des pratiques plus économes en énergie même si celles-ci sont disponible et bénéfiques sur le plan environnemental.

La théorie de la thermodynamique est une théorie économique développée par l'économiste Roumain Nicholas Georgescu-Roegen en 1970. Georgescu (1970), souligne l'importance de l'entropie qui mesure le désordre ou la dégradation de

l'énergie dans un système, dans l'analyse des processus économiques. Cette théorie, remet en question le paradigme économique traditionnel, qui considère la croissance économique comme infinie et basée sur des ressources illimitées. Elle souligne, au contraire les limites physiques de la planète et la nécessité de prendre en compte les contraintes de la thermodynamique. Dans le cas de ce travail, elle se contextualise par le fait, que les individus éduqués dans le but de satisfaire leurs besoins en énergie, mettent l'accent sur la production d'électricité à partir de sources non renouvelables, telles que l'énergie fossiles, qui est la cause des émissions de gaz à effet de serre et contribue au changement climatique.

La théorie de l'effet rebond de William Stanley Jevons, également connue sous le nom de paradoxe de Jevons, est une théorie économique formulée par l'économiste britannique William Stanley Jevons en 1865. Cette théorie met en évidence le lien entre l'efficacité énergétique et la consommation d'énergie. Selon Jevons, une amélioration de l'efficacité énergétique, c'est-à-dire une utilisation plus efficace de l'énergie pour une même quantité de production, peut en réalité entraîner une augmentation de la consommation d'énergie totale, l'efficacité énergétique augmente, les coûts de production diminuent, ce qui encourage une plus grande utilisation de l'énergie et peut conduire à une augmentation globale de la consommation.

Dans le contexte de la consommation d'énergie électrique, cette théorie peut s'appliquer pour comprendre comment l'efficacité énergétique peut influencer la demande et la consommation d'électricité. Si l'efficacité des appareils électriques s'améliore, les coûts de consommation d'électricité pour une même quantité de production ou d'utilisation peuvent diminuer. Cela peut inciter les consommateurs à utiliser davantage d'appareils électriques ou à les utiliser plus longtemps, ce qui peut finalement entraîner une augmentation de la consommation d'électricité.

Pour compenser le besoin en électricité, les gouvernements font recours aux énergies fossiles, pour la production d'électricité et ainsi combler le besoin en énergie, ainsi dans ce sens, en dépit du niveau d'éducation, l'énergie fossile est indispensable, pour combler le besoin énergétique.



### **III.2 Revue empirique**

La relation entre la consommation d'énergie et le capital humain étant d'une importance cruciale et capitale, plusieurs chercheurs ont de ce fait tenté de comprendre en quoi une forte éducation favorise ou non la consommation d'énergie. Plusieurs travaux empiriques ont été fait pour comprendre la complexité de ce phénomène afin de mieux l'expliquer et l'appréhender. Nous avons ainsi divisé notre revue empirique en deux blocs : capital humain facteur qui favorise la consommation d'énergie électrique et capital humain facteur qui ne favorise pas la consommation d'énergie électrique.

#### **III.2.1 Capital humain facteur qui favorise la consommation d'énergie électrique**

Shaojian Wang et al. (2020), en utilisant le modèle STIPART ont étudié comment le niveau d'éducation dans la province du Guangdong influençait la consommation d'énergie, en utilisant des données de panel de 2002 à 2017 et en distinguant la région du delta de la rivière des Perles et la région « non-delta de la rivière des Perles », ont trouvé qu'il existe une disparité importante entre le niveau d'éducation et la consommation d'énergie des deux régions. Le niveau d'éducation a exercé des effets significatifs sur la consommation d'énergie dans l'ensemble de la province du Guangdong. Et Dans les villes avec des niveaux d'éducation plus faibles, cet impact était plus évident. Cependant, dans les endroits où les niveaux de scolarité sont plus élevés, cet impact a été éclipsé par d'autres facteurs plus importants, comme le niveau de revenu. Il a été constaté que la qualité de l'éducation au sein de la population augmentait la consommation d'énergie dans la région autre que le delta de la rivière des Perles, alors que cela n'avait pas d'impact significatif sur la consommation d'énergie dans le delta de la rivière des Perles.

Inglesi-Lotz et Luis Diez (2017), en étudiant la relation entre la consommation d'énergie et l'éducation à travers un panel des pays développés et en voie de développement sur une période allant de 1980-2013, en utilisant un modèle STIPART et ont trouvés que dans les pays en développement, la consommation d'énergie augmente avec le niveau d'éducation supérieur. De plus ayant fait le test

de causalité au sens de Granger, ils ont trouvé une relation unidirectionnelle entre la consommation d'énergie et l'éducation.

Haider Mahmood (2020), en étudiant l'impact de l'éducation et de la croissance économique sur la consommation d'énergie renouvelable en Arabie Saoudite, de 1971 à 2018, en utilisant un ARDL, a trouvé qu'à long comme à court terme, le revenu et l'éducation secondaire augmente la consommation d'énergie renouvelable.

Bradford Mills et Shaojian Wang (2013), ayant travaillé sur un panel des pays de L'Union Européennes concernant l'adoption de technologie économes en énergie dans le secteur résidentiel, économies d'énergie, connaissances et attitudes, en appliquant la méthode des Moindres Carrés Ordinaires sont arriver à cette conclusion que l'éducation agit positivement sur la consommation d'énergie (Mills et Scheich 2012).

Paco et Lav rador (2017) en étudiant la relation existante entre Connaissances environnementales et attitudes et comportements envers la consommation d'énergie dans divers pôles de l'UBI et de l'Université de Beira Interior au Portugal par l'approche de recherche, basée sur la théorie de l'action raisonnée (TRA), réfutent l'existence d'une relation entre connaissance et comportement, constatant que la relation entre les attitudes environnementales et le comportement est faible. L'amélioration du niveau d'éducation des résidents peut améliorer leurs ressources sociales, leurs identités et leurs niveaux de revenu. Dans un tel cas, il est plus probable qu'ils développent un style de vie axé sur le luxe, ce qui entraîne une augmentation de la consommation de biens comme les automobiles, ainsi que d'énergie sous forme de carburant, d'électricité, de gaz naturel, etc.

Nicolas Aspergis, et al., (2018) ayant travaillé sur la relation entre la pauvreté énergétique et l'éducation dans un panel de 30 pays en développement allant de la période de 2001-2016 par la méthode des moments généralisés ont montré que l'éducation à un impact négatif sur la pauvreté énergétique.

### **III.2.2 Capital humain facteur qui ne favorise pas la consommation d'énergie électrique**

Sefa Awawory et al. ;(2022) en étudiant la relation entre le capital humain et la consommation d'énergie au Royaume Unis dans la période allant de 1500 à 2020, en utilisant les données de série temporelles et la méthode paramétrique traditionnelle ont trouvés qu'il y a une relation négative entre le capital humain total et la consommation d'énergie à long terme, et en appliquant la méthode d'identification, concluent qu'une année d'études supplémentaire réduit la consommation d'énergie de 4% à 9%. En étudiant les propriétés non linéaires de la série chronologique ils trouvent une relation à long terme entre le capital humain et la consommation d'énergie.

Aussi, Shunsuke Managi et Akira Hibiki (2009) ayant étudié la relation entre le capital humain et la consommation d'énergie, de 77 pays développés entre 1971 et 2001 par la méthode de modèle de panel dynamique avec variables ont conclu que plus le niveau d'éducation est élevé, moins la consommation d'énergie est importante.

Aslan, A & Yetkiner, İ. H. (2019), examinent comment le capital humain, mesuré par les années de scolarité, influence la consommation d'énergie dans les pays de l'OCDE. Les résultats indiquent que le capital humain a un effet significativement négatif sur la consommation d'énergie.

Xiaohui Liu et al (2015) examine l'impact de l'éducation sur la consommation d'énergie en Chine. Les résultats montrent que les personnes avec un niveau d'éducation plus élevé ont une consommation d'énergie plus faible.

Phetkeo Poumanyvong et Shinji Kaneko (2010), en étudiant les effets de l'urbanisation sur la consommation d'énergie et les émissions de CO<sub>2</sub> en tenant compte des différentes étapes de développement et En utilisant le modèle Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology (STIRPAT) et un ensemble de données de panel équilibré de 99 pays sur la période 1975-2005, les résultats suggèrent que l'impact de l'urbanisation sur la consommation d'énergie et les émissions varie selon les stades de développement. Étonnamment, l'urbanisation par le biais de l'éducation diminue la consommation

d'énergie dans le groupe à faible revenu, tandis qu'elle augmente la consommation d'énergie dans les groupes à revenu moyen et élevé.

### **III.2.3 Enseignement à tirer de la revue de littérature**

De cette revue de littérature, ressort un enseignement à tiré, La littérature théorique et empirique sur la relation entre le capital humain et la consommation d'énergie électrique, est une relation pouvant faire preuve d'une étude approfondie, car d'un côté le capital humain booste la consommation d'énergie électrique, de l'autre, il le freine. Ainsi, l'objet de cette étude est d'analyser l'effet du capital humain, sur la consommation d'énergie électrique en République du Congo pour savoir de quel côté du consensus se placer pour le cas du Congo. La valeur ajoutée de ce travail, réside dans le fait que nous avons choisis l'électricité comme forme d'énergie, au lieu d'étudier le phénomène dans sa globalité, comme dans d'autres études.

## **IV METHODOLOGIE**

Dans cette section, il est question d'examiner successivement, les modes d'investigations, la modélisation théorique et empirique de l'effet du capital humain sur la consommation d'électricité en République du Congo et de faire une présentation des sources de données et des variables.

### **IV.1 Mode d'investigation**

Pour la vérification de l'hypothèse formulée dans le cadre de notre travail, la méthodologie basée sur un mode d'investigation a été nécessaire, il s'agit en effet de la recherche documentaire.

#### **IV.1.1 Recherche Documentaire**

Elle consiste en l'exploitation de diverses informations à partir d'une analyse du contenu de la documentation disponible concernant l'effet du capital humain sur la consommation d'électricité en République du Congo. En effet, cette recherche nous a permis de recenser sur internet : les études, les documents de recherche, les articles, les mémoires, les thèses et les rapports de différents organismes comme : BAD (2012), MEPSA (2016), PNUD (2000), EDF (2016), AIE (2020), AFE (2016), OCDE (2001), Xpair climat énergie (2021), SDES (2021).

#### **IV.1.2 Modèle théorique et empirique**

Le cadre théorique de ce travail qui met en relation nos deux concepts de recherche (capital humain et consommation d'électricité), est le modèle théorique développé par Gbaguidi (2009) et Djezou (2013). Ces auteurs utilisent le modèle général intertemporel de production de type Capital-travail-Énergie (KLE). La production  $Y$  est fonction de tous les facteurs (capital, travail, énergie,) qui entrent dans le processus de production.

$$Y = (X_1, X_2, \dots, X_n) \dots\dots\dots (1)$$

La résolution du problème énoncé, ci-dessus (minimisation des coûts sous contrainte d'un niveau de production donné) permet de dériver les fonctions de demande qui se présentent de la façon suivante :

$$X = (C, P) \dots\dots\dots (2)$$

Où  $C$  est le coût des facteurs de production et  $P$  est le niveau de production.

Gbaguidi ayant travaillé sur la demande d'énergie dans l'espace de la CEDEAO ont pris en compte plusieurs variables telles que : la demande d'énergie, le PIB réel par tête, la part de valeur ajoutée des secteurs primaires et secondaires respectivement dans la valeur ajoutée totale. L'indice des prix à la consommation, Proxi des prix de l'énergie. Son équation d'estimation a été formulée comme suit :

$$Ldemeni_t = \alpha_{1i} + \alpha_{2i} Lagvalu_{it} + \alpha_{3i} Lindvalu_{it} + \alpha_{4i} Lpitet_{it} + \alpha_{5i} Lprix_{it} + e_t \quad (2)$$

Lekana et Ndinga (2020) ont travaillé sur l'Analyse des déterminants de l'intensité énergétique dans les pays membres de la CEMAC et, ils ont utilisé un modèle économétrique (ad-hoc) mettant en relation la consommation d'électricité et d'autres variables socioéconomiques telles que : la consommation d'électricité par habitant ( $Elect\_tête_t$ ) ; le taux de croissance du PIB ( $GROW_t$ ) ; le taux de croissance démographique ( $POP-GROW_t$ ) ; le taux d'urbanisation ( $URBAN_t$ ). L'équation d'estimation se présente :

$$S.E_t = \alpha_{1i} + \alpha_{2i} Elect\_tête_t + \alpha_{3i} GROW_t + \alpha_{4i} POP\_GROW_t + \alpha_{5i} URBAN_t + e_t \quad (3)$$

Lors des travaux de recherche sur les Déterminants de la consommation d'électricité en Côte D'ivoire entre 1960 Et 2019, Capri (2020) s'inspire du modèle de Cobb Douglas pour la modélisation économétrique. Ce dernier utilise les variables : consommation d'électricité ; nombre d'abonnés ; prix moyen d'électricité ; temps moyen de coupure tel présentés dans le modèle ci-dessous :

$$LOGCEL_t = \alpha_{1i} + \alpha_{2i} LOGNOBON_t + \alpha_{3i} LOGPRMB_t + \alpha_{4i} LOGTMC_t + e_t \quad (4)$$

Au regard de ces différents travaux, notre modèle empirique va s'inspirer de celui de Capri (2020) en mettant en relation les variables suivantes : la consommation

d'énergie (C.E), le PIB par habitant (PIB\_HAB), l'évolution de la population totale (PT), le capital physique (FBCF), et le capital humain que nous avons captés par le niveau d'inscription au secondaire (IS) ; ainsi le modèle empirique ainsi reformulé se présente de la manière suivante :

$$\text{LnCE}_t = \alpha_1 + \alpha_2 \text{LnIS}_t + \alpha_3 \text{LnPIB}_{ht} + \alpha_4 \text{LnPT}_t + \alpha_5 \text{LnFBCF}_t + e_t \quad (5)$$

#### **IV.1.2.1.1 Présentation des sources de données et des variables du modèle**

Les données sous-jacentes à cette étude proviennent des indicateurs du développement dans le monde, de la Banque Mondiale (WDI), elles couvrent la période allant de 1993 à 2022.

#### **IV.1.2.1.2 La variable expliquée ou endogène**

La variable endogène dans le cas de notre étude est la consommation d'énergie électrique captée par la consommation d'énergie par habitant mesuré en Kwh comme dans les travaux de Shaojian Wang et al (2020) et ceux de Grosset et Nguyen-Van (2016).

#### **IV.1.2.1.3 Les variables explicatives**

Pour expliquer la consommation d'énergie, nous avons mobilisé les variables explicatives que nous avons réparties en deux groupes à savoir : la variable d'intérêt et les variables de contrôle.

Concernant la variable d'intérêt, nous avons l'inscription au secondaire mesuré par le taux d'inscription au secondaire (en %) comme dans les travaux de Roula Inglesi-Lotz et Luis Diez (2017).

A propos des variables de contrôle, nous avons la formation brute du capital fixe (FBCF) en pourcentage de croissance annuelle, inspiré de travaux de Huanying (2016), le PIB habitant comme indicateur mesurant le revenu par habitant mesuré en parité du pouvoir d'achat (PPA) en milliers de dollars internationaux et à prix constants en 2005 inspiré des travaux de Grosset et Nguyen-Van (2016), la

variable évolution de la population totale (proxy de l'urbanisation) par tête de la population active, inspiré des travaux de Roula Inglesi-Lotz et Luis Diez (2017).

**Tableau 3: tableau de signe**

Variables	Explications	Signe attendus
Inscriptions secondaire	L'augmentation d'une unité d'étude augmentera la consommation d'énergie électrique	+
FBCF	L'augmentation du capital physique peut impacter physiquement la consommation d'énergie	-
PIB habitant	Le revenu des habitants peut impacter positivement ou négativement la consommation d'énergie	+/-
Population totale	L'urbanisation peut impacter positivement ou négativement la consommation d'énergie	+/-

Source : Auteur (2023), à partir des données de la Banque Mondiale

#### IV.1.3 Procédure d'estimation

Pour vérifier l'hypothèse de cette étude : l'éducation a un effet positif sur la consommation d'énergie électrique (c'est à dire que l'augmentation d'une unité d'étude réduira la consommation d'énergie) en République du Congo, nous procéderons par plusieurs étapes. L'estimation du modèle comprendra l'analyse des données afin de dégager les caractéristiques essentielles des variables. Avant de procéder à l'estimation du modèle, et compte tenu du fait que les données sont des séries chronologiques d'une longue période, il serait mieux de procéder à l'analyse de la stationnarité de l'ensemble des variables utilisées. Si les résultats du test de stationnarité montrent que certaines variables ne sont pas stationnaires, alors dans ce cas on pourra estimer notre modèle par le mécanisme à correction des erreurs. Par ailleurs, l'usage de la stationnarité est conditionné par le fait que les variables doivent suivre une loi normale ou encore doivent être distribuées normalement.

#### IV.1.4 Analyse descriptive

L'analyse de la statistique descriptive des données nous permet d'avoir une idée sur la moyenne, l'écart type, la valeur maximale, la valeur minimale, ensuite les



coefficients Skewness, Kurtosis et Jarque-Bera et sa probabilité nous permettent de tester la normalité de la série étudiée.

Le tableau ci-dessous présente les statistiques des variables utilisées pour cette analyse. Ces statistiques couvrent une période allant de 1993 à 2022 de la République du Congo et sont sélectionnées en fonction de la disponibilité des données en particulier pour la variable expliquée et les variables explicatives.

#### Tableau 4: Statistique Descriptive

Le tableau ci-dessous présente les statistiques descriptives des différentes variables de notre étude.

	LCEE	LFBCF	LIS	LPH	LPT
Mean	5.026505	3.212605	3.819323	7.877230	15.18366
Median	4.958385	3.113855	3.852640	7.882956	15.19083
Maximum	6.393872	3.969137	3.962580	8.009563	15.60233
Minimum	4.242958	2.881445	3.645831	7.755159	14.74015
Std. Dev.	0.377208	0.252704	0.074316	0.066472	0.274813
Skewness	1.224147	1.281037	-0.680483	0.271233	-0.059785
Kurtosis	6.897992	4.255102	2.628970	2.164420	1.641624
Jarque-Bera	27.36846	10.51353	2.570276	1.281931	2.401831
Probability	0.000001	0.005212	0.276612	0.526784	0.300919
Sum	155.8216	99.59076	118.3990	244.1941	470.6934
Sum Sq. Dev.	4.268584	1.915786	0.165685	0.132556	2.265664
Observations	30	30	30	30	30

**Source :** Auteur (2023), Eviews 9 à partir des données de la Banque Mondiale (WDI)

De ce tableau, nous constatons que la probabilité associée à la statistique de Jarque-Bera pour toutes les variables n'est pas inférieur au seuil de probabilité de 0.05, mais comme  $n=30$ , nous pouvons appliquer le théorème Centrale limite (loi des grands nombres) pour approximer les variables vers la loi normale, ainsi toutes les variables du modèle sont normalement distribuées.

#### IV.1.5 Test de stationnarité

Avant toute analyse, il est important de déterminer la stationnarité des variables utilisées dans le modèle. Les tests de stationnarité permettent d'une part de déceler l'existence d'une tendance (test de racine unitaire ou Unit root test), d'autre part de déterminer la bonne manière de rendre stationnaire une variable qui ne l'est pas.

En effet, il existe plusieurs tests de stationnarité, dans le cadre de ce travail nous n'étudierons que : le test d'Augmented Dickey-Fuller (ADF), le test de Phillips-perron (PP) et le test de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS). Ces tests seront utilisés, pour tester la présence de la racine unitaire de nos variables et les trois options feront l'objet d'une vérification (Trend and Intercept, Intercept, None).

#### IV.1.5.1.1 Test de Dickey-Fuller augmenté

Les tests de Dickey-Fuller augmenté (ADF) prennent en compte l'hypothèse d'autocorrélation d'erreur et sont donc sous l'hypothèse alternative valeur absolue  $\theta_1 < 1$ , sur l'estimation par les MCO des modèles suivants. Le test ADF a pour fondement les trois équations suivantes :

**Modèle (A) :**  $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} - \sum_{i=2}^k \theta_i \Delta Y_{t-i+1} + \varepsilon_t$

**Modèle (B):**  $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} - \sum_{i=2}^k \theta_i \Delta Y_{t-i+1} + c + \varepsilon_t$

**Modèle (C):**  $\Delta Y_t = \lambda Y_{t-1} - \sum_{i=2}^k \theta_i \Delta Y_{t-i+1} + c + b_t + \varepsilon_t$

On commence par étudier le modèle(C). On regarde si  $b_t$  est significativement différent de 0 ou non. Si  $b_t$  est significativement non différent de 0, on passe à l'étude du modèle(B) et on cherche à savoir si c'est significativement différent de 0 ou pas. Si c'est significativement non différent de 0, on étudie le modèle(A). Sous  $H_0$  vrai, les  $t$  de Student de la constante et de la tendance sont à comparer avec la valeur de la table de Dickey-Fuller au seuil de 5%. Les règles de décision sont les suivantes :

- Si  $|t| > 0,05$ , on accepte  $H_0$  : la série est non stationnaire
- Si  $|t| < 0,05$ , on rejette  $H_0$  : la série est stationnaire

#### IV.1.5.1.2 Le test Phillips-perron

Le test de Phillips et Perron permet de prendre en compte à la fois l'autocorrélation et l'hétéroscédaticité des erreurs. Il s'appuie sur les mêmes modèles que ceux du test Dickey-Fuller mais propose une correction non-paramétrique de la statistique

t. ce test est une adaptation non paramétrique du test de Dickey-Fuller. L'hypothèse nulle du test est comme pour le test Dickey-Fuller, la présence d'une racine unitaire.

Le déroulement du test de Phillips-Perron s'effectue en quatre étapes qui sont :

1. Estimation par la méthode des moindres carrés ordinaires les trois modèles du test de Dickey-Fuller et calcul des statistiques associées.

2. Détermination de la variance dite de court terme :  $\sigma^2 = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2$

3. Estimation du facteur correctif appelé variance de long terme :

$$S_t^2 = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N e_t^2 + 2 \sum_{l=1}^I \left(1 - \frac{l}{I+1}\right) \frac{1}{n} \sum_{t=l+1}^n e_t e_{t-l} \text{ où } I \approx 4 \left(\frac{n}{100}\right)^{\frac{2}{9}}$$

Avec I le nombre de retard exprimé en fonction du nombre d'observation.

#### IV.1.5.1.3 Calcul de la statistique de Phillips-Perron

$$t_{\varphi 1}^* = \sqrt{K} * \frac{\varphi 1 - 1}{\sigma \varphi 1} + \frac{n(k+1)\sigma \varphi 1}{\sqrt{K}} \text{ Avec } k = \frac{\sigma^2}{st^2}.$$

Phillips et Perron (1988), montrent que cette correction non- paramétrique apportée à t ne modifie pas la distribution asymétrique de la statistique qui reste identique à celle qui est observée dans le cas du test de Dickey-Fuller. En conséquence, les valeurs critiques tabulées par Dickey-Fuller demeurent également valables pour le test de Phillips-Perron.

#### IV.1.5.1.4 Test de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

La faible puissance des tests ADF incite à la pratique d'autres tests. Par exemple : le test KPSS qui prend pour hypothèse nulle la stationnarité de la série. Le principe consiste à estimer les deux modèles (modèles avec constante et modèle avec constante et tendance) et, ensuite on calcule la statistique  $st = \sum_{t=1}^n e_t$  et on estime la variance de long terme  $st^2$  comme pour le test de Phillips et Perron. Les deux hypothèses relatives au test KPSS sont :

Ho : Il y a présence de racine unitaire (série non stationnaire) ;

H1 : Il y a absence de racine unitaire (série stationnaire).

La règle de décision est la suivante : Si la statistique de LM est inférieure à la valeur critique de Mackinnon au seuil de 5%, alors l'hypothèse H1 est acceptée, il y a absence de la racine unitaire. D'où la série est stationnaire.

Si la statistique de LM est supérieure à la valeur critique de Mackinnon au seuil de 5%, alors l'hypothèse Ho est acceptée, il y a présence de la racine unitaire. D'où la série est non stationnaire. Les tests de stationnarités sont appliqués en niveaux, puis en différences au cas où il y aurait présence de racine unitaire à ce premier stade. Le tableau ci-dessous résume les résultats des tests de racine unitaire appliqués à l'ensemble des variables.

**Tableau 5: Test de stationnarité des variables**

Le tableau ci-dessous fait une récapitulation de tous les tests de Stationnarité des variables

Variables	Type de test	Avec constante sans tendance	Avec constante et avec tendance	Sans constante et tendance	Décision du test
LCE	ADF	Oui	Oui	Oui	I(1)
	PP	Oui	Oui	Oui	I(1)
	KPSS	Oui	Non	Oui	I(0)
LPT	ADF	Oui	oui	Oui	I(1)
	PP	Oui	oui	Oui	I(0)
	KPSS	Oui	Oui	Non	I(0)
LPHB	ADF	Oui	oui	Oui	I(0)
	PP	Oui	Oui	Oui	I(1)
	KPSS	Oui	Oui	Non	I(0)
LIS	ADF	Oui	oui	oui	I(1)
	PP	Oui	Oui	Oui	I(0)
	KPSS	Oui	Oui	Non	I(0)
LFBCF	ADF	Oui	oui	oui	I(1)
	PP	Oui	Oui	Oui	I(0)
	KPSS	Oui	Oui	Non	I(0)

Source : Auteur (2023), à partir d'Eviews 9

D'une manière générale, ce tableau nous montre la synthèse des résultats de différents tests de stationnarité obtenus sur Eviews 9, notamment celui d'ADF, PP et KPSS. L'on note que les séries Population totale, consommation d'électricité, Inscription au secondaire, Formation brute en capital fixe, sont intégrées d'ordre 1 (stationnaire après la première différence) au vue du Test de ADF. Les séries sont ainsi intégrées à des ordres différents, ce qui rend inefficace le test de cointégration

de Engle et Granger (cas multivarié) et celui de Johansen, et rend opportun le test de cointégration aux bornes (Pesaran, 2001).

#### IV.1.6 Test de cointégration de Pesaran et al. (2001)

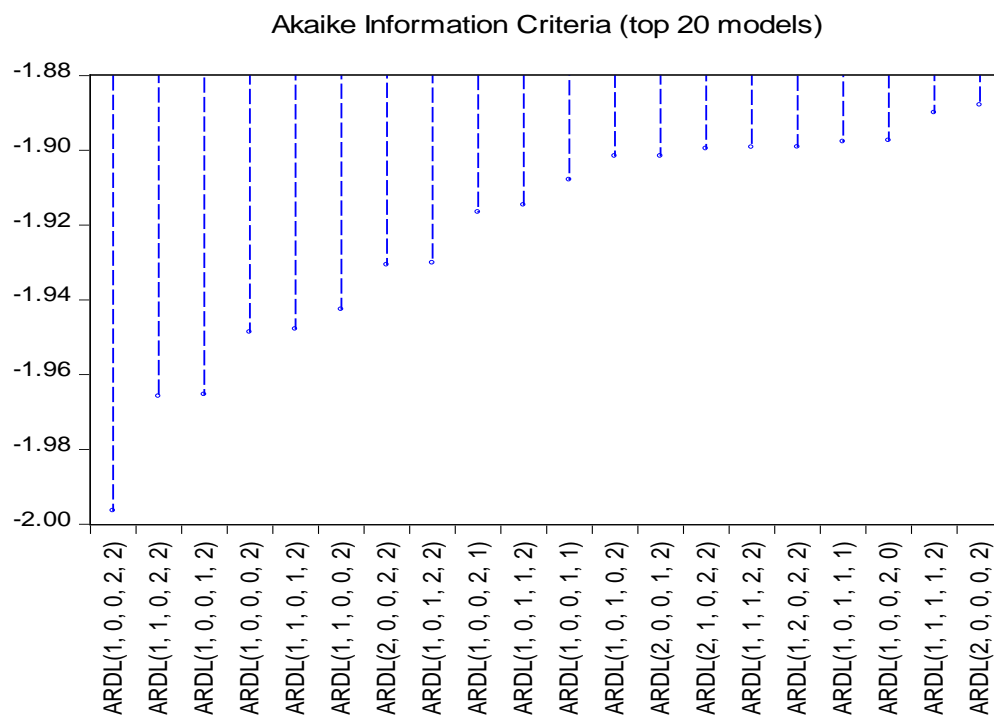
Nous avons signalé que le test de cointégration aux bornes de Pesaran et al. (2001) était adapté pour nos séries. Aussi, rappelons qu'il y a deux étapes à suivre pour appliquer le test de cointégration de Pesaran :

- Déterminer le décalage optimal avant tout (AIC, SIC) ;
- Recourir au test de Fisher pour tester la cointégration entre séries.

##### IV.1.6.1 Décalage optimal et estimation du modèle ARDL

Nous allons nous servir du critère d'information de Akaike (AIC) pour sélectionner le modèle ARDL optimal, celui qui offre des résultats statistiquement significatifs avec les moins des paramètres. Ci-dessous les résultats d'estimation du modèle ARDL optimal retenu

**Figure 4: Choix du Modèle Optimale**



Source : Auteur (2023), à partir d'Eviews 9

Comme on peut le voir, le modèle ARDL (1,0,0,2,2) est le plus optimal parmi les 19 autres présentés, car il offre la plus petite valeur du AIC.

#### IV.1.6.2 Test de cointégration de Bounds

La statistique du test calculée soit la valeur de F de Fisher, sera comparée aux valeurs critiques (qui constituent les bornes) qui se présente de la manière suivante :

- Si Fisher > borne supérieur : cointégration existe
- Si Fisher < borne inférieur : cointégration n'existe pas
- Si borne inférieur < Fisher < borne supérieur : pas de conclusion

**Tableau 6: Résultat du test de cointégration de Pesaran et al (2001)**

Test Statistic	Value	k
F-statistic	7.995508	4
<b>Critical Value Bounds</b>		
Significance	I0 Bound	I1 Bound
5%	2.56	3.49

Source : Auteur (2023), à partir d'Eviews 9

Ces résultats nous révèlent que la valeur de la statistique de Fisher est supérieure à la valeur de la borne supérieure de l'ensemble des seuils de significativité retenus, soit ( $F = 7.995508 >$  aux valeurs de seuil de significativité de 1% ; 2,5% ; 5% et 10%). Donc nous rejetons  $H_0$ , tout en acceptant l'hypothèse alternative  $H_1$  qui affirme l'existence d'une relation de Cointégration sur le long terme entre les variables du modèle.

#### IV.1.6.3 Diagnostic et validation du modèle

La spécification obtenue dans le modèle ARDL (1,0,0,2,2), est globalement satisfaisante car ce modèle permet d'expliquer à 51.17% la consommation d'énergie électrique en République du Congo. Pour vérifier la robustesse du modèle ARDL, nous allons effectuer plusieurs tests statistiques, à savoir le test d'autocorrélation des erreurs, d'hétéroscédasticité, de normalité des erreurs, de spécification du modèle et de stabilité du modèle.

#### IV.1.6.4 Test d'autocorrélation des erreurs

Les résultats de ce test se présentent dans le tableau ci- dessous :

## Tableau 7 : Résultats du test de corrélation d'erreurs

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:

F-statistic	0.085181	Prob. F(2,18)	0.9187
Obs*R-squared	0.281275	Prob. Chi-Square(2)	0.8688

Source : Auteur (2023), à partir des estimations d'Eviews 9

Le tableau ci-dessus indique l'absence d'autocorrélation d'erreurs. En effet, les probabilités associées aux statistiques de Fisher et de Chi-Square étant supérieures au seuil de 5% (0.05), soit Prob. F(2,18) = 0.9187 et Prob. Chi-Square(2) = 0.8688, nous concluons que les résidus de notre modèle ne sont pas auto corrélés.

### IV.1.6.5 Test d'hétéroscédasticité

Les résultats du test sont présentés dans le tableau ci-après :

## Tableau 8: Résultats du test d'hétéroscédasticité

Heteroskedasticity Test: ARCH

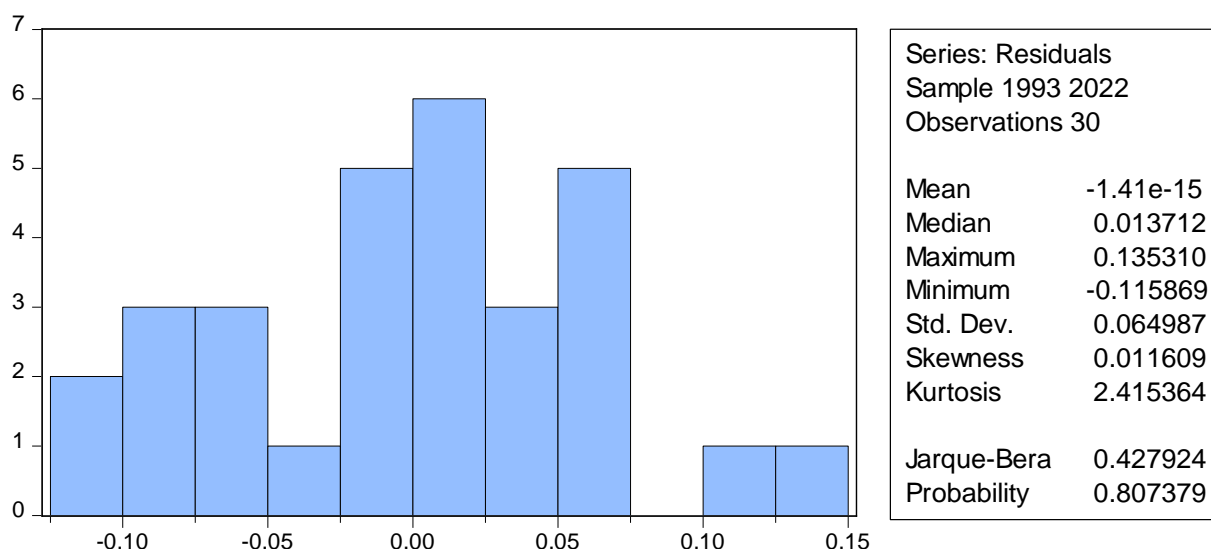
F-statistic	0.506270	Prob. F(1,27)	0.4829
Obs*R-squared	0.533763	Prob. Chi-Square(1)	0.4650

Source : Auteur (2023), à partir des estimations d'Eviews 9

Les résultats nous montrent que les erreurs ne présentent pas d'hétéroscédasticité car la probabilité F(1,27) = 0.48 est supérieure à 0.05.

#### IV.1.6.6 Test de la normalité des erreurs

**Tableau 9: Résultats du test de la normalité des erreurs**



De ce fait, la probabilité Jarque-Bera (0.807379) est supérieure à 0,05 ; ce qui nous amène à conclure que les erreurs de notre modèle sont normalement distribuées.

#### IV.1.6.7 Test de spécification

**Tableau 10 : Résultats du test de spécification**

Ramsey RESET Test  
Equation: UNTITLED  
Spécification : D(LCE) D (LCE (-1)) D(LFBCF) D(LIS) LPH LPH (-1) LPH (-2)  
D(LPT) D (LPT (-1)) D (LPT (-2)) C  
Omitted Variables: Squares of fitted values

	Value	df	Probability
t-statistic	0.341356	19	0.7366
F-statistic	0.116524	(1, 19)	0.7366

Source : Auteur (2023), à partir des estimations d'Eviews 9

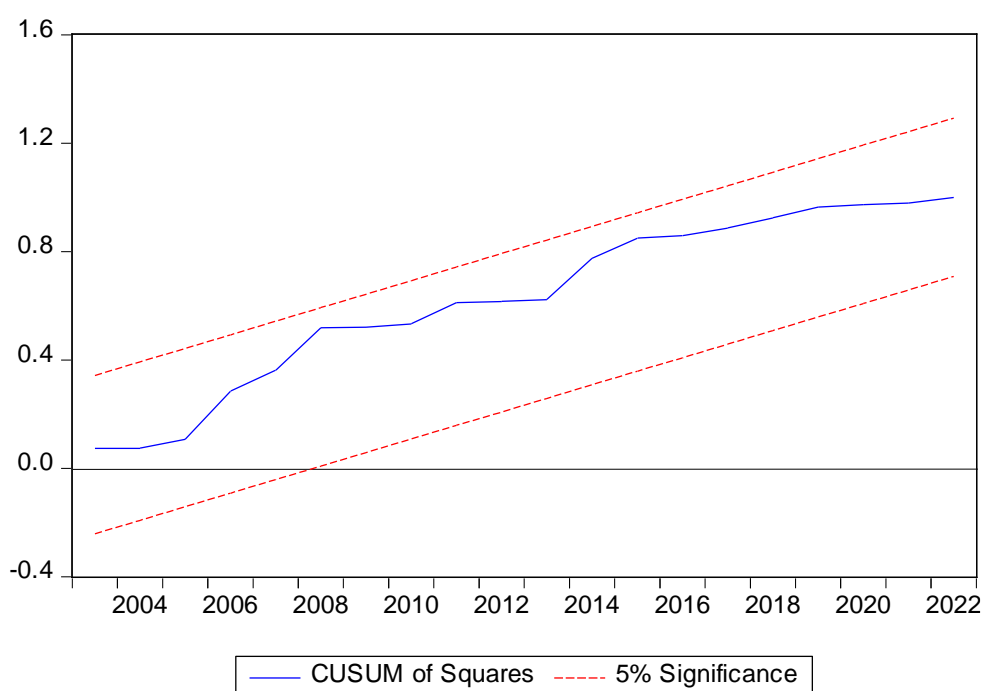
Nous constatons que le modèle est bien spécifié car, la probabilité de t-statistic (0.73) et F-statistic (0.73) est supérieure à 0.05.

#### IV.1.6.8 Test de stabilité du modèle

Le test de stabilité (test de Cusum) se présente dans le ci-après



**Figure 5: Stabilité du Modèle**



Le test Source : Auteur (2023), à partir des estimations lité du modèle et au  
seuil de signification de 5% puisque la courbe ne dépasse pas les limites des deux  
droites (corridor en pointillé). Notre modèle peut donc être utilisé à des fins  
d'estimation. Ce qui justifie la validation du modèle d'ARDL.

#### **IV.2 Présentation du Modèle d'autorégressive à retards distribués.**

Les modèles ARDL sont des modèles dynamiques. Ils ont une spécificité de tenir compte de la dynamique temporelle (délai d'ajustement ou d'anticipation) dans l'explication d'une variable ou série chronologique, améliorant ainsi les prévisions et efficacité des politiques (décisions ou actions), contrairement au modèle simple dont l'explication ne restitue qu'une partie de la variation de la variable à expliquer. En effet, l'on retiendra d'un modèle ARDL que, faisant partie de la famille des modèles dynamiques, il permet d'estimer les dynamiques de court terme et les effets de long terme pour des variables cointégrées ou même intégrées à différents ordres, comme on le constatera avec l'approche de test aux bornes de Pesaran et al (2001). Par ailleurs, les variables considérées dans ce modèle doivent être stationnaires pour éviter des régressions fallacieuses.

Il faut ajouter que le processus d'estimation d'ARDL présente plusieurs avantages, dont les principaux sont les suivantes :

- La méthodologie de test ARDL est applicable indépendamment de savoir si les séries explicatives sont intégrées d'ordre un ou si elles sont stationnaires.
- Il possède des bonnes propriétés pour les petits échantillons par rapport à d'autres techniques.
- La méthode ARDL corrige le problème de la corrélation sérielle et d'endogénéité, suite à une augmentation appropriée de l'ordre des variables explicatives. De façon explicite, nous pouvons décrire le processus de l'élaboration de ce modèle comme suit :

$$Y_t = \alpha + \beta_t(t) + (t) \quad (1)$$

A long terme, l'application du processus ARDL s'effectue en deux étapes à savoir : déterminer le nombre du retard optimal et recourir au test de la statistique de Fisher pour vérifier les hypothèses. S'agissant de la première étape, elle consiste à déterminer les ordres des retards dans le modèle ARDL tout en s'appuyant sur les critères d'information Akaike (AIC). Ensuite, on estime le modèle retenu par la méthode de moindres carrés ordinaires afin de d'obtenir une estimation de long terme qui donne des résultats des coefficients de la relation de cointégration. En ce qui concerne la deuxième étape, elle permet de tester l'existence d'une relation de cointégration au moyen du calcul de F-statistique afin de tester la significativité des niveaux décalés des variables sous la forme de correction d'erreur du modèle ARDL. D'une manière générale, un modèle ARDL s'écrit de la forme suivante :

$$Y_t = \varphi + a_t y_{t-1} + \dots + a_p y_{t-p} + b_0 x_t + \dots + b_q x_{t-q} + \varepsilon_t \dots \quad (2)$$

Avec Y la dynamique à court terme du modèle et a et b les coefficients de long terme et  $\varepsilon$  le terme d'erreur. Il faut ajouter que l'hypothèse nulle du test de Fisher est la non existence de la relation de cointégration. Ainsi, nous pouvons donc avoir le système d'hypothèses suivant :

- $H_0 : \beta_1 = \beta_2 = 0$  Existence d'une relation de cointégration
- $H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq 0$  Absence d'une relation de cointégration

En effet, la procédure du test est telle que l'on devra comparer les valeurs critiques simulées pour plusieurs cas et différents seuils par Pesaran et al (2001). L'on retiendra que les valeurs critiques que présente la borne supérieure représente les variables intégrées d'ordre un soit I (1) et celles que présentent la borne inférieure constitue les variables intégrées en niveau soit I (0). Alors, nous reformulons les hypothèses suivantes :

- Si Fisher calculé > borne supérieure : existence d'une cointégration
- Si Fisher calculé < borne inférieure : cointégration n'existe pas
- Si borne inférieure < Fisher calculé < borne supérieure : pas de conclusion, les résultats dépendent du fait que les variables sont soit stationnaires en I (0) soit en I (1). Enfin, une fois l'hypothèse nulle rejetée, on procède donc à la prochaine étape de la procédure d'estimation ARDL, qui n'est autre que l'estimation des coefficients de long terme.

#### IV.2.1.1 Présentation et interprétation des résultats

Dans cette sous-section, il s'agit de présenter d'abord les résultats de l'estimation du modèle ensuite d'interpréter ces résultats.

##### IV.2.1.1.1 Présentation des résultats

Les résultats issus de l'estimation du modèle se présentent comme suit : Les résultats relatifs au coefficient de détermination, les résultats relatifs à l'estimation de la dynamique de court terme, les résultats de l'estimation du modèle à long terme et enfin les résultats de la vitesse d'ajustement vers la cible de long terme (force de rappel).

### IV.3 Coefficient de détermination

**Tableau 11 : Coefficient de détermination**

R-squared	0.511794	Mean dependent var	0.018094
Adjusted R-squared	0.292102	S.D. dependent var	0.093009
S.E. of regression	0.078255	Akaike info criterion	-1.996484
Sum squared resid	0.122477	Schwarz criterion	-1.529419
Log likelihood	39.94727	Hannan-Quinn criter.	-1.847066
F-statistic	2.329594	Durbin-Watson stat	1.913739
Prob(F-statistic)	0.055317		

Source : Auteur (2023), à partir des estimations d'Eviews 9

Ce tableau nous indique que le  $R^2$  de ce modèle est de 51.17%, soit la hauteur à laquelle nos variables explicatives expliquent le modèle.

#### IV.3.1.1 Résultats de l'estimation du modèle à court terme

**Tableau 12: Résultats de l'estimation du modèle à court terme et de la force de Rappel**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LFBCF)	-0.047190	0.042574	-1.108420	0.2808
D(LIS)	0.301808	0.131328	2.298117	0.0325
D(LPH)	1.027404	0.397381	2.585439	0.0177
D(LPT))	-6.469964	3.314407	-1.952073	0.0651
CointEq(-1)	-1.424256	0.179683	-7.926478	0.0000

Source : Auteur (2023), à partir des estimations d'Eviews 9

#### IV.4 Résultat du modèle à long terme

**Tableau 13 : Résultats de l'estimation du modèle à long terme**

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LFBCF)	-0.052235	0.048676	-1.073116	0.2960
D(LIS)	0.209516	0.163571	1.280890	0.2149
LPH	0.196770	0.191156	1.029370	0.3156
D(LPT)	5.685603	2.460902	2.310374	0.0317
C	-1.737417	1.540924	-1.127516	0.2729

Source : Auteur (2023), à partir des estimations d'Eviews 9

Après estimation du modèle, la lecture des deux tableaux ci-dessus, nous avons constaté que la force de rappel (CointEq(-1)) de -1,42 et une valeur absolue de la statistique de student de -7.926478, cela nous permet d'affirmer l'existence d'une relation d'ajustement vers la cible à long terme. De plus, le tableau 9 montre que le coefficient de détermination  $R^2$ (RSquared) s'élève à hauteur de 0.511794. (Soit 51,17%). Cela nous permet de dire que 51,17% de la consommation d'énergie électrique est expliqué par les variables explicatives retenues dans le cadre de notre recherche. De ce fait, ces résultats nous autorisent à valider le modèle ARDL. Ainsi, nous pouvons donc procéder à l'interprétation des résultats.

#### **IV.4.1 Analyse et interprétation**

##### **IV.4.1.1 Analyse**

Sur la base des résultats rapportés dans les tableaux (modèle à long et court terme), nous voyons que les variables utilisées dans le cadre de cette étude, ne sont pas toutes significatives au seuil de 5%.

De ce fait, à long terme l'éducation n'explique pas la consommation d'énergie électrique en République du Congo au seuil de 5%, car la probabilité associée à la variable éducation n'est pas significative, soit  $0.21 > 0.05$ .

A court terme, l'éducation a le signe attendu, et explique de manière positive et significative la consommation d'électricité au seuil de 5%. En effet, l'augmentation d'un niveau d'étude augmentera la consommation d'énergie de 30.18%.

##### **IV.4.2 Interprétation des résultats**

De cette analyse, il ressort deux enseignements à tirer : l'éducation est un facteur qui explique positivement et significativement la consommation d'énergie à court terme, mais par contre n'explique pas la consommation d'énergie à long terme en République du Congo. Ces résultats sont conformes à la littérature portant sur la théorie de la transition énergétique de Hosier et Dowd (1987), qui stipule qu'en présence d'une énergie moderne comme l'électricité, les ménages renoncent à l'utilisation de l'énergie traditionnelle pour éviter la fumée nocive qui nuit à la santé afin d'opter à l'utilisation de l'électricité qui minimise le degré de pollution. Ces résultats corroborent avec les travaux de Roula Inglesi-Lotz et Luis Diez (2017), qui ont analysé la relation entre la consommation d'énergie et l'éducation dans les pays en développement et dans les pays développés pour la période 1980-2013, à travers un modèle STIRPAT, et ont trouvés que dans les pays en développement, la consommation d'énergie augmente avec le niveau d'éducation supérieur. Ces résultats ne corroborent pas avec les travaux d'Aslan, A & Yetkiner, İ. H. (2019) qui ont étudiés l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie dans le cadre des pays de l'OCDE en utilisant la méthode des moments généralisé ont trouvé que le capital humain a un effet significativement négatif sur la consommation d'énergie.

Ces résultats s'expliquent dans le cadre de la République du Congo sur un bon nombre de facteurs, parmi lesquels nous pouvons citer :

- Infrastructure et accès à l'électricité : La République du Congo, est un pays en pleine essor, la stratégie pour l'éducation 2015-2025, vise à contribuer à la formation d'une société apprenante à tout âge, d'une société démocratique, et de savoirs, d'un nouveau congolais responsable, créatif, producteur, ayant le sens des valeurs universelle et doté de compétences. En ce sens, le gouvernement de la République du Congo, a lancé un programme de construction des écoles modernes, électrifiées, permettant aux étudiants et élèves d'étudier dans les conditions adéquates, avec application aux nouvelles technologies, qui font recours à l'énergie.

- Niveau de développement économique : La République du Congo est un pays en voie de développement, qui vise l'émergence en 2025, ainsi pour atteindre cet objectif, le pays a mis au point des stratégies, et programmes d'électrification, la municipalisation accélérée engagée par le Gouvernement en 2004, visant à doter tous les chefs-lieux de districts en infrastructures sociaux de base. La réalisation du programme est prévue en plusieurs étapes tenant compte du développement en cours des réseaux électriques de transport, La politique du Gouvernement congolais dans le sous-secteur de l'électricité pour la période 2010-2015, vise à mettre en œuvre les orientations permettant d'atteindre les OMD. Elle traduit la volonté du Gouvernement à apporter des réponses urgentes et efficaces aux problèmes majeurs d'électricité, pour permettre aux structures de base de bénéficier l'accès à l'énergie propre qui est l'électricité.

## **V Conclusion et implication de politique économique**

En somme, L'étude de la consommation d'énergie est essentielle, car l'électricité joue un rôle prépondérant dans la croissance économique, l'amélioration des conditions de vie et le développement (AIE, 2022). L'objectif principal de cette étude a été d'analyser l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie : le cas de l'énergie électrique en République du Congo sur la période allant de 1993 à 2022. Ainsi pour atteindre cet objectif une recherche documentaire a été menée dans le but de faire un état de lieux de la question afin de faire une synthèse des informations qui permettent d'identifier les variables qui peuvent expliquer la consommation d'énergie électrique. Ensuite pour estimer ces variables, nous avons utilisé le modèle théorique proposé par Gbaguidi (2009) et Djezou (2013). Après une revue de littérature approfondie, le modèle ARDL a été utilisé pour voir quel effet l'éducation a telle sur la consommation d'énergie électrique en République du Congo. La consommation d'énergie électrique a été choisie comme variable expliquée et comme variable d'intérêt le capital humain qui a été capté par l'éducation, la formation brute du capital fixe, la population urbaine, le Pib par habitant comme variables de contrôle. De plus les résultats obtenus d'ARDL à partir de l'effet de l'éducation sur la consommation d'énergie électrique, nous ont permis de conclure que l'éducation a un effet positif à court terme sur la consommation d'énergie électrique et n'explique pas la consommation d'énergie électrique à long terme. De ce fait, nous pouvons donc affirmer que notre hypothèse qui soutient l'idée selon laquelle l'éducation a un effet positif sur la consommation d'énergie électrique en République du Congo (c'est à dire une augmentation du nombre d'années de scolarité augmentera la consommation d'énergie) est vérifiée à court terme.

Au terme de cette étude, des recommandations émergent. En effet, les pouvoirs publics devraient s'engager activement à œuvrer pour une augmentation de la production et une sécurisation de la distribution de l'énergie électrique par un accroissement adéquat des investissements, tout en favorisant l'apparition de nouveaux producteurs privés d'énergie avec de meilleurs contrats de partenariat

Publics-privés ; Mettre en œuvre des mécanismes d'utilisation rationnelle de l'énergie disponible avec des équipements économes et la sensibilisation des usagers à de meilleures pratiques en vue de limiter les pertes et gaspillage et une promotion et vulgarisation de l'énergie solaire ; ainsi que la mise en place des programmes scolaires au niveau élémentaire, et organiser des campagnes de sensibilisation afin de sensibiliser la population sur la sobriété énergétique. Mettre en place des installations moins énergivores et fiables.





## Bibliographie

- Acharya, R. H. et Sadath, A. C. (2019). Energy poverty and economic development: Household-level evidence from India. *Energy and Buildings*, 183, 785-791. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2018.11.047>
- Akram, V., Jangam, B. P. et Rath, B. N. (2020a). Examining the linkage between human capital and energy consumption: cross-country evidence. *OPEC Energy Review*, 44(1), 3-26. <https://doi.org/10.1111/opec.12167>
- Akram, V., Jangam, B. P. et Rath, B. N. (2020b). Examining the linkage between human capital and energy consumption: cross-country evidence. *OPEC Energy Review*, 44(1), 3-26. <https://doi.org/10.1111/opec.12167>
- Akram, V., Jangam, B. P. et Rath, B. N. (2020c). Examining the linkage between human capital and energy consumption: cross-country evidence. *OPEC Energy Review*, 44(1), 3-26. <https://doi.org/10.1111/opec.12167>
- Apergis, N., Polemis, M. et Soursou, S.-E. (2022). Energy poverty and education: Fresh evidence from a panel of developing countries. *Energy Economics*, 106, 105430. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2021.105430>
- Atebo Boyomo, H. A. et Tchitchoua, J. (2022). Effet de la consommation d'énergie fossile sur la croissance économique et sur l'environnement en Afrique subsaharienne : une analyse de la causalité en données de panel sur 14 pays. *les cahiers du cread*, 38(2), 143-173. <https://doi.org/10.4314/cread.v38i2.6>
- Awaworyi Churchill, S., Inekwe, J., Ivanovski, K. et Smyth, R. (2023). Human capital and energy consumption: Six centuries of evidence from the United Kingdom. *Energy Economics*, 117, 106465. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106465>
- Becker, g. S. (1964). Human Capital: A Theoretical and Empirical Analyses, WWith Special Reference to Education. *New York*.
- Bois, E., Frédéric, G. et Mandarine, H. (s. d.-a). Evaluer les comportements liés à l'EDD: cas de l'éducation à l'énergie.

- Bois, E., Frédéric, G. et Mandarine, H. (s. d.-b). Evaluer les comportements liés à l'EDD: cas de l'éducation à l'énergie.
- bp Energy Outlook 2023. (s. d.).
- Dietz, T. et Rosa, E. A. (1997). Effects of population and affluence on CO<sub>2</sub> emissions. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 94(1), 175-179. <https://doi.org/10.1073/pnas.94.1.175>
- Djezou, W. B. (2013). Analyse des determinants de l'efficacite energetique dans l'espace Uemoa.
- Edziah, B. K., Sun, H., Anyigbah, E. et Li, L. (2021). Human Capital and Energy Efficiency: Evidence from Developing Countries. *American Journal of Industrial and Business Management*, 11(06), 599-610. <https://doi.org/10.4236/ajibm.2021.116038>
- Ehrlich, P. R. et Holdren, J. P. (1971). Impact of Population Growth: Complacency concerning this component of man's predicament is unjustified and counterproductive. *Science*, 171(3977), 1212-1217. <https://doi.org/10.1126/science.171.3977.1212>
- Europäische Kommission. (2006). *L'éducation à l'énergie: préparer les consommateurs d'énergie de demain*. Office des Publ. Officielles des Communautés Européennes.
- Georgescu-Roegen, N. (1970). The entropy law and the economic problem. *Energy and Economic Myth. Institutional and Analytical Economic Essays*, 53-60.
- Hosier, R. H., et Dowd, J. (1987). Le choix des combustibles domestiques au Zimbabwe : un test empirique de l'hypothèse de l'échelle énergétique. *Ressources et énergie*, 9(4), 347-361.
- Inglesi, R. (2017). L'effet de l'éducation sur la consommation d'énergie d'un pays : données provenant de pays développés et en développement.
- Investment in Human Capital: Rates of Return. (1964). Dans *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis with Special Reference to Education, First Edition* (p. 37-66). NBER. <https://www.nber.org/books-and-chapters/human-capital-theoretical-and-empirical-analysis-special-reference-education-first-edition/investment-human-capital-rates-return>

- La consommation mondiale d'énergie en 2019.* (s. d.). <https://www.planete-energies.com/fr/media/chiffres/consommation-mondiale-denergie-en-2019>
- Lekana, H. C. et Ikiemi, C. B. S. (2021). Effect of Energy Consumption on Human Development in the Countries of the Economic and Monetary Community of Central Africa (EMCCA). *Theoretical Economics Letters*, 11(03), 404-421. <https://doi.org/10.4236/tel.2021.113027>
- Lekana, H. C., & Ndinga, M. M. A. (2020). Analyse des déterminants de l'intensité énergétique dans les pays membres de la CEMAC. *REVUE CEDRES-ETUDES*, 9(69).
- Liu, Q., Wang, S., Zhang, W., Li, J. et Kong, Y. (2019). Examining the effects of income inequality on CO2 emissions: Evidence from non-spatial and spatial perspectives. *Applied Energy*, 236, 163-171. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.11.082>
- Loscher, G., Splitter, V. et Seidl, D. (2019). Theodore Schatzki's practice theory and its implications for organization studies. Dans S. Clegg et M. P. E. Cunha (dir.), *Management, Organizations and Contemporary Social Theory* (1<sup>re</sup> éd., p. 115-134). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429279591-7>
- Managing the Global Commons.* (s. d.). MIT Press. <https://mitpress.mit.edu/9780262537469/managing-the-global-commons/>
- Maslow, A. H. (1943). Préface à la théorie de la motivation. *Médecine psychosomatique*, 5(1), 85-92.
- Mills, B. et Schleich, J. (2012). Residential energy-efficient technology adoption, energy conservation, knowledge, and attitudes: An analysis of European countries. *Energy Policy*, 49, 616-628. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.07.008>
- Mouhtadi, M. J. et Kamdem, J. S. (2020). ECONOMIC GROWTH, ENERGY CONSUMPTION, AND TRANSITION IN MOROCCO.
- Mukhlis, M. (2020). The Causality between Human Capital, Energy Consumption, CO2 Emissions, and Economic Growth: Empirical Evidence from Indonesia. *SSRN Electronic Journal*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.3626060>

- Musolino, M. (2020). *Les grandes théories économiques pour les nuls: en 50 notions clés*. First éditions.
- Paço, A. et Lavrador, T. (2017). Environmental knowledge and attitudes and behaviours towards energy consumption. *Journal of Environmental Management*, 197, 384-392. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.100>
- Polonsky, M. J. (1994). An Introduction To Green Marketing. *Electronic Green Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.5070/G31210177>
- Poumanyong, P. et Kaneko, S. (2010). Does urbanization lead to less energy use and lower CO2 emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics*, 70(2), 434-444. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.029>
- Radetzki, M. (1995). Review of Managing the Global Commons: The Economics of Climate Change. *The Energy Journal*, 16(2), 132-135.
- Republique du CONGO. (s. d.).
- Rifkin, J. (2018). The third industrial revolution: a radical new sharing economy. *Special Broadcasting Service (SBS), Australia.[video online]* Available at: <https://www.sbs.com.au/ondemand/video/1165831747733/the-third-industrialrevolution> [Accessed 1 January 2019].
- Robert, p. (2021). L'approche de la transition énergétique des organisations internationales pour les pays du Sud : une analyse critique. *NAAJ - Revue africaine sur les changements climatiques et les énergies renouvelables*, 2(1). <https://www.revues.scienceafrique.org/naaj/texte/robert2021/>
- Roques, P. et Roux, D. (2018a). Consommation d'énergie et théorie des pratiques : vers des pistes d'action pour la transition énergétique. *Décisions Marketing*, 90(2), 35-54. <https://doi.org/10.7193/DM.090.35.54>
- Roques, P. et Roux, D. (2018b). Consommation d'énergie et théorie des pratiques : vers des pistes d'action pour la transition énergétique: *Décisions Marketing*, N° 90(2), 35-54. <https://doi.org/10.7193/DM.090.35.54>

- Roques, P. et Roux, D. (2018c). Consommation d'énergie et théorie des pratiques : vers des pistes d'action pour la transition énergétique. *Décisions Marketing*, 90, 35-54. <https://doi.org/10.7193/DM.090.35.54>
- Rifkin, J. (2019). The green new deal: Why the fossil fuel civilization will collapse by 2028, and the bold economic plan to save life on earth. St. Martin's Press.
- Salim, R., Yao, Y. et Chen, G. S. (2017). Does human capital matter for energy consumption in China? *Energy Economics*, 67, 49-59. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.05.016>
- Schubert, K. (2019). William D. Nordhaus : Intégrer le changement climatique dans l'analyse macroéconomique de long terme. *Revue d'économie politique*, 129(6), 887-908. <https://doi.org/10.3917/redp.296.0887>
- Statistical Review of World Energy 2022. (2022).
- Van der Kroon, B., Brouwer, R. et van Beukering, P. J. H. (2013). The energy ladder: Theoretical myth or empirical truth? Results from a meta-analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 20, 504-513. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.11.045>
- Wang, S., Xie, Z. et Wu, R. (2020). Examining the effects of education level inequality on energy consumption: Evidence from Guangdong Province. *Journal of Environmental Management*, 269, 110761. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110761>
- Yao, Y., Ivanovski, K., Inekwe, J. et Smyth, R. (2019a). Human capital and energy consumption: Evidence from OECD countries. *Energy Economics*, 84, 104534. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104534>
- Yao, Y., Ivanovski, K., Inekwe, J. et Smyth, R. (2019b). Human capital and energy consumption: Evidence from OECD countries. *Energy Economics*, 84, 104534. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104534>
- Yao, Y., Ivanovski, K., Inekwe, J. et Smyth, R. (2019c). Human capital and energy consumption: Evidence from OECD countries. *Energy Economics*, 84, 104534. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2019.104534>

York, R., Rosa, E. A. et Dietz, T. (2003). STIRPAT, IPAT and ImPACT: analytic tools for unpacking the driving forces of environmental impacts. *Ecological Economics*, 46(3), 351-365. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(03\)00188-5](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(03)00188-5)

## VI Annexes

### Annexe 1 : le Modèle ARDL

Dependent Variable: D(LCE)

Method: ARDL

Date: 12/23/23 Time: 18:20

Sample: 1993 2022

Included observations: 30

Maximum dependent lags: 3 (Automatic selection)

Model selection method: Akaike info criterion (AIC)

Dynamic regressors (2 lags, automatic): D(LFBCF) D(LIS) LPH D(LPT)

Fixed regressors: C

Number of models evaluated: 243

Selected Model : ARDL (1, 0, 0, 2, 2)

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.*
D (LCE (-1))	-0.413582	0.192465	-2.148877	0.0441
D(LFBCF)	-0.073838	0.068911	-1.071497	0.2967
D(LIS)	0.296168	0.237262	1.248276	0.2263
LPH	1.011870	0.468605	2.159322	0.0431
LPH (-1)	0.030672	0.728689	0.042092	0.9668
LPH (-2)	-0.764391	0.533309	-1.433300	0.1672
D(LPT)	2.162576	4.337636	0.498561	0.6235
D (LPT (-1))	-0.904924	5.346003	-0.169271	0.8673
D(LPT (-2))	6.779416	3.815189	1.776954	0.0908
C	-2.455982	2.214102	-1.109245	0.2805
R-squared	0.511794	Mean dependent var		0.018094
Adjusted R-squared	0.292102	S.D. dependent var		0.093009
S.E. of regression	0.078255	Akaike info criterion		-1.996484
Sum squared resid	0.122477	Schwarz criterion		-1.529419
Log likelihood	39.94727	Hannan-Quinn criter.		-1.847066
F-statistic	2.329594	Durbin-Watson stat		1.913739
Prob(F-statistic)	0.055317			

\*Note: p-values and any subsequent tests do not account for model selection.

### Annexe 2 : Matrice de Correlation

	LCEE	LFBCF	LIS	LPH	LPT
LCEE	1	0.0467	0.3024	0.6385	0.6276
LFBCF	0.0467	1	0.3622	0.1843	-0.2274
LIS	0.3024	0.3622	1	0.1178	-0.0019
LPH	0.6385	0.1843	0.1178	1	0.6207
LPT	0.6276	-0.2274	-0.0019	0.6207	1

## Annexe 3 : test de Bound

### ARDL Bounds Test

Date: 12/23/23 Time: 18:21

Sample: 1993 2022

Included observations: 30

Null Hypothesis: No long-run relationships exist

Test Statistic	Value	k
F-statistic	7.995508	4

### Critical Value Bounds

Significance	I0 Bound	I1 Bound
10%	2.2	3.09
5%	2.56	3.49
2.5%	2.88	3.87
1%	3.29	4.37

### Test Equation:

Dependent Variable: D(LCE,2)

Method: Least Squares

Date: 12/23/23 Time: 18:21

Sample: 1993 2022

Included observations: 30

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LPH)	1.002502	0.484532	2.069011	0.0517
D(LPH(-1))	0.404243	0.567966	0.711738	0.4848
D(LPT,2)	3.182917	4.113708	0.773734	0.4481
D(LPT(-1),2)	-5.992776	4.290325	-1.396812	0.1778
C	-3.172487	2.325366	-1.364295	0.1876
D(LFBCF(-1))	-0.040490	0.068172	-0.593943	0.5592
D(LIS(-1))	-0.112125	0.248208	-0.451738	0.6563
LPH(-1)	0.367661	0.288313	1.275215	0.2168
D(LPT(-1))	8.313156	3.796492	2.189694	0.0406
D(LCE(-1))	-1.327842	0.202484	-6.557776	0.0000
R-squared	0.735154	Mean dependent var		0.001317
Adjusted R-squared	0.615973	S.D. dependent var		0.132294
S.E. of regression	0.081983	Akaike info criterion		-1.903418
Sum squared resid	0.134423	Schwarz criterion		-1.436352
Log likelihood	38.55127	Hannan-Quinn criter.		-1.754000
F-statistic	6.168387	Durbin-Watson stat		2.022278
Prob(F-statistic)	0.000356			



































# Annexe 4 : Correlogram of Residuals Squared

Date: 12/23/23 Time: 18:25

Sample: 1993 2022

Included observations: 30

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1 0.133	0.133	0.5893	0.443
		2 -0.170	-0.191	1.5766	0.455
		3 0.209	0.277	3.1367	0.371
		4 0.140	0.022	3.8613	0.425
		5 -0.069	-0.008	4.0456	0.543
		6 -0.195	-0.229	5.5639	0.474
		7 0.026	0.057	5.5928	0.588
		8 -0.141	-0.267	6.4650	0.595
		9 -0.136	0.087	7.3073	0.605
		10 0.011	-0.071	7.3135	0.696
		11 0.003	0.119	7.3141	0.773
		12 -0.149	-0.243	8.4953	0.745
		13 -0.243	-0.141	11.830	0.542
		14 0.024	-0.112	11.864	0.617
		15 -0.096	-0.133	12.449	0.645
		16 -0.091	0.052	13.017	0.672

\*Probabilities may not be valid for this equation specification.

# TABLE DES MATIERES

PREAMBULE .....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
DEDICACE .....	II
REMERCIEMENTS .....	III
LISTE DES TABLEAUX .....	V
LISTE DES FIGURES.....	VI
SIGLES ET ACRONYMES.....	VII
SOMMAIRE .....	IX
I INTRODUCTION .....	1
I.1 CONTEXTE ET JUSTIFICATION.....	1
I.2 PROBLEMATIQUE .....	5
I.3 OBJECTIF .....	6
I.4 HYPOTHESE DE RECHERCHE .....	6
I.5 ORGANISATION DU TRAVAIL.....	6
II CADRE CONCEPTUEL.....	7
II.1 DEFINITION DES CONCEPTS.....	7
II.1.2 DEFINITION DE LA CONSOMMATION D'ENERGIE .....	8
II.1.3 LES SOURCES D'ENERGIES .....	8
II.1.5 LE SYSTEME ENERGETIQUE CONGOLAIS .....	9
II.1.5.1 Parc hydraulique existant.....	10
II.1.5.2 Parc thermique existant .....	10
II.1.6.1 Historique de la société Energie Electrique du Congo (E <sup>2</sup> C) .....	11
II.1.6.2 Le Système éducatif Congolais .....	14
III REVUE DE LITTERATURE.....	19
III.1 REVUE THEORIQUE .....	19
III.1.1 CAPITAL HUMAIN FACTEUR QUI FAVORISE LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE.....	19
III.1.2 CAPITAL HUMAIN FACTEUR QUI NE FAVORISE PAS LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE .....	21
III.2 REVUE EMPIRIQUE .....	23
III.2.1 CAPITAL HUMAIN FACTEUR QUI FAVORISE LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE.....	23
III.2.2 CAPITAL HUMAIN FACTEUR QUI NE FAVORISE PAS LA CONSOMMATION D'ENERGIE ELECTRIQUE .....	25
III.2.3 ENSEIGNEMENT A TIRER DE LA REVUE DE LITTERATURE .....	26
IV METHODOLOGIE .....	<b>ERREUR ! SIGNET NON DEFINI.</b>
IV.1.2 MODELE THEORIQUE .....	27
IV.1.3 PROCEDURE D'ESTIMATION .....	30
IV.1.4 ANALYSE DESCRIPTIVE.....	30
IV.1.5 TEST DE STATIONNARITE .....	31
IV.1.6 TEST DE COINTEGRATION DE PESARAN ET AL. (2001) .....	35
IV.1.6.1 Décalage optimal et estimation du modèle ARDL .....	35
IV.1.6.2 Test de cointégration de Bounds .....	36
IV.1.6.3 Diagnostic et validation du modèle .....	36
IV.1.6.4 Test d'autocorrélation des erreurs .....	36

IV.1.6.5	Test d'hétéroscédasticité.....	37
IV.1.6.6	Test de la normalité des erreurs .....	38
IV.1.6.7	Test de spécification.....	38
IV.1.6.8	Test de stabilité du modèle.....	38
IV.2	PRESENTATION DU MODELE D'AUTOREGRESSIVE A RETARDS DISTRIBUES. ....	39
IV.2.1.1	Présentation et interprétation des résultats .....	41
IV.3	COEFFICIENT DE DETERMINATION .....	41
IV.3.1.1	Résultats de l'estimation du modèle à court terme .....	42
IV.4	RESULTAT DU MODELE A LONG TERME.....	42
IV.4.1	ANALYSE ET INTERPRETATION .....	43
IV.4.1.1	Analyse.....	43
IV.4.2	INTERPRETATION DES RESULTATS.....	43
V	CONCLUSION ET IMPLICATION DE POLITIQUE ECONOMIQUE.....	45
	BIBLIOGRAPHIE.....	47
	ANNEXES.....	IX
	RESUME.....	XIV



## RESUME

L'objectif de la présente étude est d'analyser l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie en République du Congo : cas de l'hydroélectricité. Les données utilisées proviennent de World développement Indicators (WDI) de la Banque Mondiale, allant de 1993 à 2022. A partir du modèle Autorégressif à retard échelonnée (ARDL), les résultats des analyses montrent que : l'éducation a un effet positif sur la consommation d'énergie électrique à court terme en République du Congo, et à long terme l'éducation n'est pas significative ce qui signifie qu'elle n'explique pas la consommation d'énergie électrique en République du Congo à long terme. Il est recommandé de mettre en place des politiques d'efficacité énergétique, mettre en place des programmes scolaires sur l'utilisation rationnelle de l'énergie, sensibiliser la population sur l'importance de l'hydroélectricité.



Mots Clés : Capital Humain, Consommation d'électricité, ARDL, République du Congo

## ABSTRACT

The aim of this study study is to analyze the effect of human capital on energy consumption in the Republic of Congo : the case of hydroelectricity. The data used are those of the World Development Indicators indicators (WDI), from 1993 to 2022. Based on the 3Autoregressive Staggered Lag (ARDL) model, the results of the analyses show thatshow that: education has a positive effect on electrical energy consumptionconsumption in the Republic of Congo, while in the long term education is notededucation is not significant, which means that it does not explain long-termconsumption in the Republic of Congo in the long term. It is recommended to implementenergy efficiency policies, set up school programs on the rational use of energyon the rational use of energy, and raise awareness of the importance of hydropower.