

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA DE BEJAIA



Faculté des Sciences Economiques, Commerciales et des Sciences de Gestion

Département des Sciences Economiques

MEMOIRE

En vue de l'obtention du diplôme de

MASTER EN SCIENCES ECONOMIQUES

Option : Economie Quantitative

L'INTITULE DU MEMOIRE

Consommation d'énergie et croissance économique en Algérie : cas de l'énergie électrique

Préparé par :

-GUERMOUCHE Samra

-HADDAD Hadjer

Dirigé par :

- Mr. MOUSLI Abdenadir

Année Universitaire : 2021/2022

Remerciements

Nous remercions, Dieu, le tout -puissant pour nous avoir accordé volonté et force d'accomplir ce travail et de le mener jusqu'au bout.

Nous tenons à exprimer nos remerciements les plus distingués :

En premier lieu, à notre encadreur **Mr. MOUSLI Abdenadir**, de nous avoir fait l'honneur d'accepter l'encadrement de notre travail de recherche, nous vous sommes très reconnaissantes d'avoir veillé à son élaboration en ménageant aucunement votre temps et vos conseils précieux.

Nos remerciements s'adressent également aux membres de jury qui ont accepté de lire et d'évaluer ce mémoire.

Notre profonde reconnaissance aussi à tous les enseignants de la faculté des sciences économiques, commerciales et sciences de gestion qui ont assuré notre formation durant le cursus universitaire.

Enfin, nous manifestons beaucoup de gratitude pour ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail

Dédicaces

A nos parents, pour leurs sacrifices déployés à notre égard, pour leur patience, leur amour et leur confiance. Qu'ils trouvent dans ce modeste travail, le témoignage de notre profonde affection et de notre attachement indéfectible ; nulle dédicace ne puisse exprimer ce qu'on leur doit.

A nos frères et sœurs et tous nos amis pour chaque mot reçu, chaque geste d'amitié, à chaque main tendue et pour toute attention témoignée.

Hadjer, Samra

Liste des abréviations

APRUE	Agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation d'énergie
BTP	Bâtiment et travaux publics
DA	Dinard Algérien
DS	Differncy Stationory
ECM	Modèle de correction d'erreur
EnR	Énergie non renouvelable
GRTE	La société algérienne du réseau de transport d'électricité
GPL	Le gaz de pétrole liquéfié
GPL/L	Le gaz de pétrole liquéfié sur litre
GWh	Giga watt heure
HT	Haute tension
Km	Kilomètres
KV	Kilovolt
MCO	Moindres carrées ordinaires
MT	Moyen tension
MVA	Méga volt ampère
MW	Mégawatt
Mwh	Gigawatt-heure
PIB	Produit intérieur brut
PNB	Produit nationale brut
PNME	Programme national de maîtrise de l'énergie
PPA	La partie de pouvoir d'achat
SNAT	Le schéma national d'augmentation du territoire
Tep	La tonne d'équivalent pétrole
TS	Trend stationory
TWh	Térawattheure
VAR	Vecteur autorégressif
VECM	Modèle vectoriel à correction d'erreur

Sommaire

Introduction générale

Chapitre 01 : Généralités sur l'énergie

Section N°1 : Généralités sur l'énergie

Section N°2 : L'énergie électrique

Chapitre 02 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie :

Description et analyse

Section N°1 : La politique énergétique en Algérie

Section N°2 : La consommation d'énergie électrique en Algérie

Section N°3 : La croissance économique en Algérie

Chapitre 03 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Section N°1 : Présentation des méthodes d'analyse des séries chronologique

Section N°2 : Présentation des données et analyse uni-variée des variables

Section N°3 : Analyse uni-variée des séries

Conclusion générale

INTRODUCTION GENERALE

Depuis des années, l'énergie a joué et continue de jouer un rôle majeur dans le développement humain et économique ainsi que dans le bien-être des individus et des groupes sociaux partout dans le monde. Par exemple, le bois de chauffage est utilisé depuis des siècles pour faire du feu, tandis que les premières civilisations utilisaient déjà le vent pour l'industrie, les services, les habitations, le transport etc. De nos jours, il existe diverses sources d'énergie, certaines sont renouvelables (énergie solaire, éolienne, hydraulique, etc.) tandis que certaines autres sont épuisables (les sources fossiles : hydrauliques, charbon, etc.). Les hydrocarbures constituent, depuis leurs découvertes vers la fin du 19^{ème} siècle, la principale source d'énergie mobilisée partout dans le monde pour la production d'énergie.

Dans sa politique énergétique, l'Algérie a opté, dès son indépendance, pour le développement des infrastructures électriques et gazières, et l'accès de la population à l'électricité et au gaz naturel ; ces deux vecteurs constituant une priorité qui vise l'amélioration de la qualité de vie du citoyen d'une part, et de la situation économique du pays, d'autre part, contribuent donc au progrès socio-économique de la société d'aujourd'hui. D'où l'importance particulière accordée à leur valorisation.

Conscient de cet enjeu, le secteur s'est fixé comme priorité de développer tous les axes permettant de garantir la couverture à long terme, des besoins en électricité et en gaz du pays, notamment par la diversification des sources d'énergie, le développement du parc de production électrique et des infrastructures de transport et de distribution de l'électricité et du gaz.

Par ailleurs, Sonelgaz en tant qu'entreprise publique et outil de l'État, assume la mission de service public dans le domaine de la distribution de l'électricité et du gaz.

Ces dernières années, la demande en électricité a connu une évolution importante et particulièrement en période estivale, atteignant des pics de consommation importants. Cette forte augmentation de la demande est une conséquence directe du changement des habitudes du consommateur et l'amélioration de sa qualité de vie, ainsi que la pulsion donnée au secteur économique et industriel.

L'expérience des pays développés est un indicateur du rôle déterminant joué par l'énergie dans le développement économique, d'abord en tant qu'intrant principal dans le développement industriel, et ensuite comme un facteur majeur pour stimuler le processus de développement économique et social d'un pays. Ceci étant, la connaissance du lien de causalité entre consommation d'énergie et croissance économique s'avère nécessaire pour la

mise en œuvre des politiques adaptées. Au regard de ces considérations, il nous paraît important de poser la question principale suivante : « *qu'elle est l'impact de la croissance économique sur la consommation d'électricité en Algérie ?* »

Pour répondre à notre problématique, il apparaît important de poser quelques questions complémentaires afin de donner une cohérence à notre travail dans le traitement de notre problématique, qui sont les suivantes :

- Comment se caractérise-t-elle la consommation de l'électricité en Algérie ?
- Quel est l'importance des énergies renouvelables dans le mix énergétique en Algérie ?

Pour bien cerner l'objet de ce travail, nous posons deux hypothèses à savoir :

- La consommation d'électricité est impactée par l'évolution de la croissance économique en Algérie ?
- L'intégration des énergies renouvelables dans le mix énergétique permet de préserver les ressources fossiles et de diversifier les filières de production de l'électricité.

Pour mieux appréhender ses questions et afin de vérifier les hypothèses posées, nous avons opté pour un plan de travail, tel que, après une introduction générale, une description et constitution globale des énergies et d'énergie électrique, fera l'objet du premier chapitre, par la suite, le second chapitre se rapportera sur la situation énergétique en Algérie présentant en première section, l'état des lieux et le programme des énergies renouvelables en Algérie, dans la second section, nous présentons l'évolution de la production et de la consommation nationale d'énergie électrique, la troisième section sera consacrée à la théorie de la croissance économique.

Le troisième chapitre prendra en charge l'analyse empirique à travers, la modélisation vectorielle cela après la définition de quelques concepts clés, dont les tests nécessaires à l'évacuation de notre analyse.

Au terme de ce travail, une conclusion générale synthétisera les résultats des trois chapitres précédemment exposés.

CHAPITRE 1

Généralité sur les énergies

Introduction

De nos jours l'énergie occupe une place primordiale dans l'économie d'un pays, elle est indispensable à la réalisation de tous les processus de production.

L'électricité est la forme la plus élaborée de différentes catégories d'énergie, elle est la base de la modernisation et de développement socio-économique.

Ce chapitre consiste à cerner théoriquement ces deux phénomènes (énergie et énergie électrique). Il est réparti en deux sections, dont la première section sera consacrée à des généralités sur l'énergie, ainsi que à ses différents niveaux de transformation.

Quant à la deuxième section, elle sera consacrée à la définition de l'énergie électrique, à son évolution historique et aux unités de mesure de l'électricité.

Section N°1 : Généralité sur les énergies

1.1. Définition de l'énergie : La définition de l'énergie varie avec le domaine dans lequel on se situe :

- **Au sens générale :** Le mot énergie vient du grec et signifie « force en action ». L'énergie représente « travail » qui peut être fourni par un système physique, existe sous différentes formes (électrique, mécanique, chimique, thermique, nucléaire, rayonnements, potentielle). Elle s'est transformée d'une forme à l'autre, mais toute transformation s'accompagne d'une dégénérescence de l'énergie, Autrement dit, l'énergie peut prendre de nombreuses formes et peut être convertie en conservant la même valeur lors de toutes les conversions internes.

- **Au sens physique :** L'énergie représente la capacité à modifier un état et à produire un mouvement, la lumière ou la chaleur. Le travail décrit une force appliquée sur une distance, son unité est le joule. Toute action ou changement d'état nécessite un échange d'énergie.

- **Au sens économique :** l'énergie est considérée comme une marchandise économique, spécialisé pour la variété des utilisations. D'abord, la consommation des ménages n'est rien de moins que les facteurs de production et les matériaux pour l'entreprise, où elle remplaçait le travail de l'homme et le travail de la machine, qui est l'un des principaux éléments du monde.

1.2. Classification d'énergies :

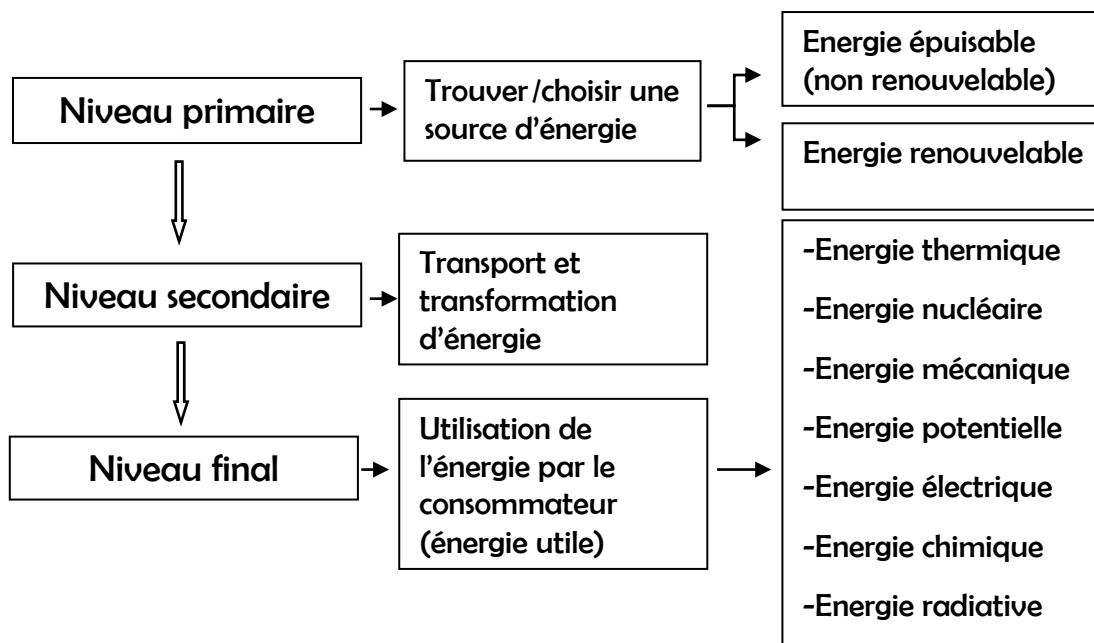
Le système énergétique est devenu très complexe avec le développement de l'industrie et l'apparition de nouvelles technologies. La connaissance de ce système constitue la base de toute réflexion sur l'énergie. Il est structuré en plusieurs niveaux ;

Le niveau primaire est constitué de toutes les sources énergétiques non transformées disponible dans la nature. Elles se subdivisent en énergies épuisantes (le charbon, le pétrole brut, le gaz naturel, l'uranium naturel) et les énergies renouvelables (l'hydraulique, le solaire, l'énergie éolienne, la biomasse, la géothermie, l'énergie marémotrice).

Le niveau secondaire est celui des conversions et du transport de l'énergie après, un stade donné de transformation et éventuellement son stockage. Dans ce niveau, la production d'électricité est prépondérante, mais on y classe, également le raffinage du pétrole et la production de vapeur industrielle.

Le niveau final correspond à l'usage de cette énergies par le consommateur (essence à la lampe, électricité au compteur) et que l'on peut regrouper en trois catégories, bien distinctes, présentes dans tous les secteurs de l'économie : l'énergie mécanique, l'énergie thermique et les rayonnements¹.

Figure 1.1 : Schéma démonstratif de la classification d'énergies



¹AMARDJIA-A « Algérie énergie solaire et hydrogène développement durable », édition OPU, année 2007.

Section N° 2 : L'énergie électrique

2.1. Définition :

Le terme électricité provient du grec (elektron) signifiant « ambre jaune ». Les savants Grecs tel que, Thalès (625-547 av. J.-C.), avaient déjà constatés que l'ambre jaune, après avoir été frotté avec un morceau de fourrure, attirait de petits objets légers.

L'électricité est un phénomène physique résultant du mouvement des charges électriques de la matière, se manifestant par une énergie. Cette énergie a commencé à être maîtrisée au cours du XIXe siècle, permettant l'avènement de la seconde révolution industrielle. Depuis, les moyens de production sont multipliés : centrales hydrauliques, thermiques, éoliennes, puis nucléaires.

L'électricité est aujourd'hui omniprésente, employée à de très nombreux usages dans nos vies quotidiennes comme dans l'industrie. On distingue deux principaux types d'usage :

- **Les usages spécifiques** : ce sont ceux qui ne peuvent être assurés que par l'électricité (informatique, éclairage, appareils audiovisuels...)

- **Les usages dits substituables** : ce sont les usages thermiques qui peuvent être assurés par d'autres sources d'énergie (chauffage, climatisation, réfrigération, etc.).

Dans un objectif de développement durable, les chercheurs en énergie explorent actuellement d'éventuelles énergies renouvelables, dites vertes (énergies solaires, énergies marines, etc.).

2.2. Le développement industriel et domestique de l'électricité :

L'utilisation du courant électrique se propagea dans les villes par un usage industriel et pour l'éclairage public éliminant peu à peu le gaz d'éclairage. Le problème à résoudre pour réaliser l'extension du réseau électrique était celui du transport du courant. L'augmentation de la tension (exprimé en volts) permet de transmettre l'électricité sur de plus longues distances avec peu de perte en ligne. Cette technique fut mise au point par l'ingénieur français Marcel Deprez en 1883 laquelle bénéficia de l'invention du transformateur par le français Lucien Gouard en 1881 qui permettait d'abaisser ou d'augmenter la tension du courant. Enfin, le perfectionnement du courant alternatif par l'ingénieur Croate Nikola tesla eut un effet sur la qualité de transport de l'électricité sur de plus longues distances.

2.3. Le moteur et la lampe électrique fondation de la seconde révolution industrielle :

La seconde révolution industrielle débute en France dans les années 1870 et se poursuit juste dans les années 1920, période qui voit l'énergie de la vapeur garder la suprématie. L'électricité éclaira d'abord les ateliers et les usines avec des lampes à arc en 1870 et des lampes à incandescence inventées en 1880 par **Thomas Edison**. Elle surpassa le gaz par sa qualité lumineuse rendant possible le travail de nuit et contribua à augmenter les rendements par une organisation plus rationnelle du travail. Le moteur électrique inventé par le russe Herman Von Jacobi en 1834 et amélioré par le Belge De Gramme en 1873, notamment par sa réversibilité produisant à la fois du courant électrique ou de la force.

L'électrification gagne tous les secteurs industriels : les transports, le textile, la métallurgie, et permet la création de nouvelles industries telles que l'électrométallurgie et la galvanoplastie. Face à la vapeur, le moteur électrique présente des avantages : vitesse constante, suppression des courroies, possibilité de dispersion de la fabrication dans de petits ateliers, comme c'est le cas aujourd'hui des PME et PMI.

2.4. L'invention du compteur :

La mesure de l'électricité devient une nécessité pour la production et la distribution du courant dans les années 1880. Après l'exposition internationale de Paris en 1881 des unités de mesure ont été adoptées conformes au système métrique : le watt pour la puissance, l'ampère pour l'intensité et le volt pour la tension. En 1887, l'ingénieur suisse **François Borel** met au point le premier compteur à induction pour courant triphasé. En 1896 les sociétés d'électricité installent leur premier compteur à tarif unique².

2.5. Grandeurs et unités de mesure :

La mesure joue un rôle de plus en plus important dans les domaines électrique et électronique.

On mesure avec pour but :

- La vérification expérimentale d'un circuit ;
- La modélisation de la mise au point ou le dépannage d'un montage ;
- La certification d'un procédé ou d'un produit, dans le domaine industriel ;

²BENHEMOUDI Meriem « la production de l'énergie électrique destinée à la consommation industrielle et sa contribution à la croissance hors hydrocarbures en Algérie, chapitre 1 (2017).

- La maintenance ou la répartition d'un dispositif électrique ou électronique.

Elle reste bien souvent, le seul moyen de vérifier le fonctionnement ou les performances d'un procédé industriel, grâce à des appareils de mesures très performants. Il faut savoir que les laboratoires disposent maintenant d'appareils extrêmement sophistiqués, pilotés par ordinateurs. Par exemple on peut mesurer simultanément plusieurs paramètres d'un véhicule en marche à l'aide d'une unité d'acquisition reliée à un ordinateur.

A. La tension

La tension électrique est un déséquilibre qui pousse le courant à circuler. Dans les calculs on symbolise la tension par « **U** » et son unité de mesure est le volt « **V** », l'homme du comte pour ses travaux sur l'électricité qui inventa la première pile électrique en 1800. Pour mesurer la tension aux bornes d'un dipôle il faut utiliser un voltmètre branché en dérivation avec ce dipôle.

B. L'intensité

L'intensité du courant électrique mesure la quantité d'électricité ; le nombre d'électrons qui traversent un fil chaque seconde.

L'intensité du courant électrique se note « **I** » et se mesure en ampère « **A** », du nom du physicien français [André-marie Ampère](#). L'intensité du courant dans un dipôle se mesure avec un ampèremètre branché en série.

C. La résistance

La résistance électrique traduit la propriété physique d'un matériau conducteur à ralentir le passage d'un courant électrique. Elle est souvent désignée par « **R** » et son unité de mesure est l'Ohm « **Ω** », en hommage à [Georg Simon Ohm](#), un physicien Allemand du 19^e siècle qui a travaillé sur le sujet.

Lorsqu'un courant traverse une résistance, il se crée aux bornes de la résistance une chute de tension proportionnelle à la relation $U = R \times I$; (une loi établie une relation entre la valeur d'une résistance la tension qu'elle reçoit et l'intensité du courant qu'il la traverse). La résistance est responsable d'une dissipation d'énergie sous forme de chaleur, cette propriété inévitable porte le nom d'effet joule et peut-être un effet souhaité comme la résistance d'un chauffage, son équation est $W = R \times I^2 \times t$.

D. La puissance

La puissance électrique d'un appareil, c'est la quantité d'énergie électrique qu'il consomme si c'est un récepteur ou qu'il produit si c'est un générateur, en une seconde. L'unité de la puissance est le watt « **W** ».

Généralement, plus la puissance d'un appareil est élevée, va consommer plus d'électricité, en contrepartie l'action de cet appareil sera plus efficace s'il a été bien conçu évidemment. Pour calculer la puissance d'un appareil électrique, on utilise cette relation :

$$P = U \times I.$$

E. Puissance et énergie

La puissance et l'énergie électrique :

La quantité d'énergie consommée par un appareil électrique dépend de deux choses :

- La puissance (**P**) de l'appareil utilisée,
- La durée d'utilisation (**t**).

Pour calculer l'énergie électrique consommée par un appareil électrique, on utilise cette relation : $E = P \times t$.

- L'énergie électrique est exprimée en joule (j).
- Le Kilojoule (Kj) tel que $1Kj = 1000j$
- Le Watt-heure (Wh) tel que $1Wh = 1W \times 1h = 1W \times 3600s = 3600j$.

Tableau 1.1 : Grandeurs et unités de base

Grandeur	Symbole	Unité	Symbole	Appareil de mesure
Tension	U	Volt	V	Voltmètre
Intensité	I	Ampère	A	Ampèremètre
Puissance	P	Watt	W	Wattmètre
Résistance	R	Ohm	Ω	Ohmmètre

Source : « Les grandeurs électrique et unité de mesure », support de cours : mesures électrique.

2.6. Les centrales de production d'électricité en Algérie :

Les centrales de la production d'électricité transforment différentes sources d'énergie naturelles en énergie électrique afin d'alimenter en électricité les consommateurs. Elles diffèrent entre elles par l'origine de la force et la nature de la machine motrice utilisée, d'où la classification suivante :

2.6.1. Les centrales hydroélectriques :

L'énergie hydraulique ; est une source d'énergie propre et non polluante de l'environnement, économique et fiable et entièrement renouvelable.

La mise en service est simple, flexible et très rapide, en effet lorsque l'eau est stockée, il suffit d'ouvrir des vannes pour commencer le cycle de production d'électricité.

Elle est avantageusement utilisée lors des pics de consommation. Ce qui permet d'éviter la prise en route coûteuse des autres types de centrales électriques reliés au même.

Les principaux désavantages de l'énergie hydroélectriques ; est qu'elles ne sont pas des énergies qui peuvent répondre à des besoins certains, à des moments sûrs, c'est-à-dire; que la production d'énergie électrique est dépendante des conditions météorologiques, ainsi qu'en cas de défaillance du barrage, les conséquences peuvent être graves mal en aval.

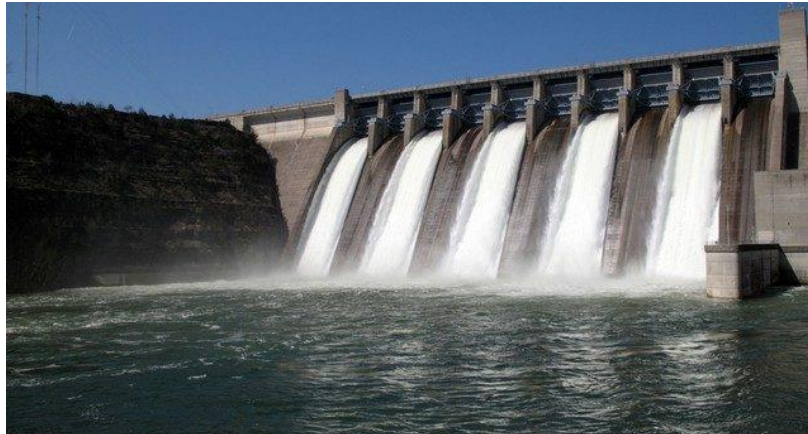
Une centrale hydroélectrique se compose principalement d'un réservoir, d'une conduite à la turbine, d'une turbine couplée avec génératrice électrique.

L'énergie hydroélectrique utilise la force de l'eau, c'est-à-dire ; la combinaison d'un débit et d'une chute afin de produire de l'énergie électrique.

Les centrales hydroélectriques sont classées en trois grandes catégories selon la hauteur de chute d'eau et par voie de conséquence, selon le débit ; on trouve :

- Les centrales électriques de haute chute ;
- Les centrales électriques de moyenne chute ;
- Les centrales électriques de basse chute.

Figure 1.2 : Exemple de barrage



2.6.1.1. Les centrales hydroélectriques en Algérie :

En Algérie, dans la région de la Kabylie, au niveau de la commune de Kherrata, dans la wilaya de Bejaia situe la seule centrale hydroélectrique en Algérie, appelée "centrale IghilEmda ". Elle est d'une capacité de 1954 24 Mwh.

Tableau 1.2 : Les centrales hydroélectriques en Algérie

Nom de la centrale	Localisation	Capacité Mwh	Nom de barrage
IghilEmda	Kherrata, Bejaia	1954 24	IghilEmda, Agrioum

Source : <https://nrme.net/detail1373952123.html>

2.6.2. Les centrales éoliennes :

La ressource éolienne provient du déplacement des masses d'air qui est dû indirectement à l'ensoleillement de la terre. Par le réchauffement de certaines zones de la planète et le refroidissement d'autres une différence de pression est créé et les masses d'air sont en perpétuel déplacement³.

Dans une centrale éolienne, l'énergie électrique est produite directement par des génératrices éoliennes. Ces machines sont formées d'un mat, surmonté d'un générateur électrique entraîné par une hélice. Elles sont positionnées idéalement sur les plans d'eau ou des collines ventées.

L'alternateur permet de transformer cette énergie mécanique en énergie électrique.

³ Sidi oufela. A, Abbane. S, "Evaluation de la puissance aérodynamique d'une éolienne à axe horizontal", mémoire master université de Tizi Ouzou, 2013

L'énergie éolienne présente les avantages d'être gratuite inépuisable et non polluante, elle a le défaut d'être irrégulière et son installation est très coûteuse.

Figure 1.3 : Éolienne.



2.6.3. Les centrales thermiques :

Une centrale thermique est une source électrique qui produit de l'électricité à partir d'une source de chaleur ; passant dans un premier temps par la conversion de la chaleur en énergie mécanique (moteur, turbine) pour faire tourner des générateurs électriques produisant de l'électricité.

Les centrales de production électriques utilisent ce principe avec du gaz naturel, du charbon ou du pétrole (centrales thermiques classiques), de l'uranium enrichi (centrales nucléaires) pour produire la chaleur initiale, ou en brûlant des déchets végétaux ou animaux pour récupérer de la chaleur (thermique à biomasse),

On y retrouve également, parmi les centrales thermiques à énergies renouvelables, les centres solaires ; (les parcs photovoltaïques), qui sont de plus en plus utilisés, l'eau chaud (la chaudière) le principe de fonctionnement de la centrale type géothermie.

Figure 1.4 : Centrale thermique



Figure 1.5 : Parc photovoltaïques



2.6.3.1. Les centrales thermiques à gaz en Algérie :

Environ 99% d'énergie électrique produite en Algérie provient du gaz naturel, le tableau 1.3, ci-après dresse la liste des centrales thermiques à gaz situées en Algérie.

Tableau 1.3: Les centrales thermiques à gaz en Algérie.

Nom de la centrale	Wilaya	Puissance (Mwh)
Bab Ezzouar	Alger	108
Mers El Hadjadj	Oran	200
Ferkina	Oum el berouaghi	300
El Hamma	Alger	418
Boutlélis	Oran	445
Berrouaghia	Medea	500
Hassi Messaoud	Ouargla	660
Skikda	Skikda	880
KoudietEddraouch	El tarf	1200
Kaïs	Khenchela	1200
Mecheria	Naâma	1200
Oumache	Biskra	1200
Cap Djinet	Boumerdès	1200
Mostaganem	Mostaganem	1200
HadjeretEnnous	Tipaza	1260
AïnOussara	Djelfa	1263
Bellara	Jijel	1600

Source : <https://nrme.net/detail1373952123.html>

2.6.3.2. Les centrales solaires en Algérie :

Douze stations solaires ont été recensées en Algérie, le tableau 1.4, ci-après donne le nom, la puissance en Mwh, et la superficie en hectare de chacune d'elles.

Tableau 1.4: Les centrales solaires en Algérie

Nom de la centrale	Wilaya	Puissance(MWh)	Superficie (hectare)
Djelfa	Djelfa	48	96
Mila	Mila	44	88
Ouargla	Ouargla	39	79
El Bayadh	El Bayadh	30	60
El Meghaier	El Oued	28	59
AïnBeïda	Oum El Bouagli	27	54
AïnOuassara	Djelfa	26	52
Béchar	Béchar	26	52
Tissemsilt	Tissemsilt	26	52
Saïda	Saïda	25	50
Naâma	Naâma	25	50
Biskra	Biskra	25	50

Source : <https://nrme.net/detail1373952123.html>

2.6.3.3. Le central solaire gaz hybride en Algérie :

Le premier central hybride solaire gaz en Algérie a été inauguré 14 juillet 2011 située à HassiR'mel. Elle produit 150 Mwh (puissance nette).

Tableau 1.5 : Les centraux solaire gaz à effet de serre en Algérie

Nom de la centrale	Wilaya	Puissance (Mwh)
HassiR'mel	Naâma	150

Source : <https://nrme.net/detail1373952123.html>

Conclusion

L'électricité a connu une énorme évolution au fil du temps depuis le commencement des âges, les humains ont tenu percé les secrets et conçu des instruments permettant de la produire et la stocker.

Celle-ci est de plus en plus utilisée, or qu'elle n'existe pas dans la nature, il faut la produire ; dans une centrale hydroélectrique, thermique, nucléaire, à partir des sources renouvelables tel que l'eau, le vent et le soleil, ou des sources non renouvelables tel que le pétrole, le gaz, le charbon et l'uranium. Passant par un processeur de transformation de différents niveaux.

CHAPITRE 2

Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie : description et analyse

Introduction

L'énergie électrique est un facteur essentiel de développement économique, dans tous les pays du monde. Son importance relative s'accroît avec les progrès techniques, l'industrialisation et le besoin de confort moderne. L'augmentation de sa production est synonyme d'amélioration de la qualité de vie et de création de richesse. La production d'électricité, ramenée au nombre d'habitants, est donc un bon indicateur permettant de mesurer les écarts de développement entre les différentes régions de monde.

L'énergie et la croissance économique occupent une place étendue dans les débats et les travaux économiques. L'énergie n'est pas qu'un secteur économique ou un produit parmi d'autres, mais la base de l'ensemble de l'économie, comme le défend Jean-Marc Jancovici⁴ dans ses livres et ses conférences.

Section N°1 : La politique énergétique en Algérie

Pour l'Algérie, dans le cadre d'une politique énergétique puissante ; l'adaptation d'un modèle de consommation énergétique n'est pas seulement une question d'engagements internationaux mais aussi un défi interne dans la perspective de mettre en place un cadre de gouvernance concentré et cohérent de pilotage de la transaction vers le développement durable.

1.1. Le modèle de consommation énergétique nationale :

1.1.1. Les principes du modèle de consommation énergétique nationale :

Il convient de définir un modèle de consommation énergétique sur la base d'un développement économique global. Les logiques prévalant dans la définition des stratégies de développement économique dans le monde intègrent des visions qui tiennent compte de la rareté des ressources, de la nécessité de réduire la consommation, qui est une source importante de perturbation climatique et de la recherche d'une équité dans le partage des ressources et des moyens financiers. Cette approche devrait amener ces États à assurer la sécurité énergétique, la sécurité alimentaire et la cohésion sociale. La sécurité énergétique ne serait qu'un paramètre. Les autres paramètres dominant dans un modèle de consommation énergétique resteraient spécifiques à chaque pays. Ainsi pour l'Algérie, les critères à retenir sont les suivantes :

⁴Ingénieur consultant en énergie et climat (créateur du bilan carbone).

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

- Le prix correspond à la comparaison des coûts des différentes énergies.
- Pour ce qui est de la sécurité d'approvisionnement : l'importance de l'énergie suppose qu'aucun utilisateur ne peut stocker l'énergie, et il ne peut donc supporter un embargo ou une défaillance d'approvisionnement.
- Concernant le changement climatique et la COP 21, les pays qui se sont engagés dans le cadre de l'Accord de Paris sur le climat, se doivent de respecter leurs engagements.
- Il conviendra de privilégier l'indépendance énergétique et non l'usage électrique seulement : Il est clair que ce point vise à assurer la sécurité énergétique et la meilleure option reste l'indépendance énergétique. Cependant, il ne faudrait pas avoir une vision réductrice dans les options énergétiques. En effet, le fait d'imposer le photovoltaïque (PV) comme seule option, pénaliserait l'impact du schéma retenu. Il faut savoir que le PV ne satisfaisait que l'usage électrique qui ne représentait que 20% de l'usage énergétique global.
- En ce qui concerne la durabilité, la meilleure option d'indépendance énergétique est l'option assurant à long terme la disponibilité énergétique.
- L'intégration industrielle est nécessaire : Les pays producteurs souffrent pour certains d'une dépendance importante envers la ressource pétrolière. La diversification économique a donc pour but de développer une industrie dédiée à l'énergie.
- L'adéquation avec les systèmes électriques (smart grid) et réseau de transport et distribution) est à favoriser⁵.

1.1.2. L'importance de la consommation énergétique nationale :

L'énergie n'est pas utilisée pour elle-même, mais pour produire un service énergétique, destiné à assurer des besoins essentiels, Elle fait l'objet d'une consommation finale ou d'une consommation intermédiaire.

L'approche de l'énergie par la consommation consiste à évaluer l'emprise énergétique des ménages, constituée par le total des énergies nécessaires à la satisfaction de leurs besoins finaux⁶. La consommation nationale d'énergie est saisie à travers quatre agrégats :

⁵ Tewfik H, Redouane M et Nassim Z, " L'Algérie 100% énergies renouvelables, FRIEDRICH EBERT STIFTUNG, janvier 2021, page 14.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

A. Consommation non énergétique : elle concerne l'ensemble des produits énergétiques qui sont utilisés comme matière première dans les différents secteurs d'activités tels que la pétrochimie, les BTP.

B. La consommation des industries énergétiques : elle concerne tous les produits énergétiques consommés dans les industries productrices d'énergie.

C. La consommation finale : elle concerne tous les produits énergétiques consommés par les utilisateurs finaux (industrie, ménages, ...).

D. La consommation globale : elle est constituée des trois précédents agrégats, les pertes de transports et de distribution.

1.1.3. Objectifs de développement durable du modèle de consommation énergétique nationale :

Le programme de développement durable du modèle de consommation énergétique nationale vise à ;

- Sortir de la dépendance énergétique « accros » au fossile ;
- Investir dans les projets EnR à grand échelle (diversification des sources énergétiques) ;
- Promouvoir les EnR par des règles et des pratiques d'action ;
- Atténuer les effets du changement climatique ;
- Assurer l'approvisionnement continu et stable en énergie ;
- Faire bénéficier l'économie locale et créer des emplois ;
- Stimuler le développement social et la participation locale ;
- Réduire la pollution et améliorer la santé humaine.

1.1.4. Les options du modèle de consommation énergétique nationale :

Pour faire face aux conséquences de la crise énergétique mondiale, une politique énergétique d'ensemble a été mise en place pour reculer la date d'échéance des combustibles fossiles. La

⁶Hanouz S, "Les déterminants de la demande des carburants en Algérie : essai de modélisation ", mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2016

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

prise de conscience sur le caractère non renouvelable de ces combustibles fut caractérisée par ;

- La récupération des richesses naturelles (nationalisation) ;
- Le réajustement des prix pétroliers.

Ce qui signifie qu'une politique rationnelle de l'énergie est urgente à formuler en raison des besoins sans cesse croissants. La mise en œuvre de cette politique de conservation de l'énergie trouve ses origines dans les objectifs socio-économiques de l'État algérien (intérêts d'un développement rapide). Elle a pour but essentiel de réaliser une croissance économique continue et donc trois possibilités sont nécessaires bien que leur délai de réalisation soit plus au moins long :

- ✓ D'abord, la première possibilité est de réaliser une gestion efficace des ressources énergétiques ;
- ✓ La deuxième possibilité, est relative au progrès technique et donc de nouvelles méthodes de perfectionnement énergétique seront nécessaires ;
- ✓ Enfin, la troisième possibilité, sera la substitution des énergies fossiles par des énergies renouvelables, donc une politique énergétique cohérente doit être négociée et comporter des choix clairs pour assurer la poursuite de la croissance économique, pour qu'elle puisse répondre aux impératifs des plans de développement et améliorer le niveau de vie général⁷.

1.2. Mise en œuvre du modèle de consommation énergétique nationale :

1.2.1. La mise en œuvre du programme :

a. Développement et substitutions énergétiques :

Un programme national de développement des énergies renouvelables a été adopté en 2011 par le gouvernement algérien puis actualisé en 2015, afin d'apporter des réponses globales aux défis environnementaux et préserver le potentiel des énergies fossiles (gaz notamment)

⁷Benkhelouf M, Benamara L, "L'industrie des énergies renouvelables en Algérie (cas UNISOLAR Algérie)», mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2020.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

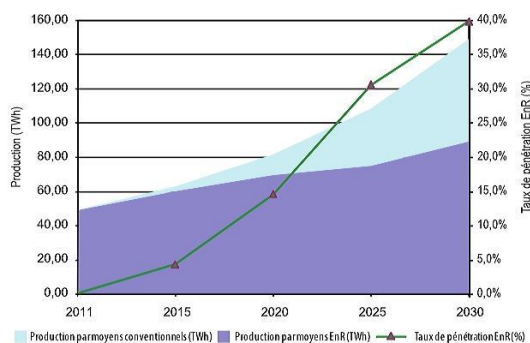
dont la valorisation sur le marché international procure des devises pour la consommation de sa population et son propre développement économique⁸.

La motivation de ce choix stratégique est l'énorme potentiel de l'énergie solaire. Ce type d'énergie constitue l'axe principal du plan, et une partie importante du plan est le solaire thermique et le solaire photovoltaïque. D'ici **2030**, l'énergie solaire devrait atteindre plus de 37 % de la production nationale d'électricité, comme le montre la figure 1 ;

Malgré un potentiel assez faible, le programme n'exclut pas l'éolien qui constitue le second axe de développement et dont la part devrait avoisiner les 3% de la production d'électricité en 2030.

L'Algérie prévoit également l'installation de quelques unités de taille expérimentale afin de tester les différentes technologies en matière de biomasse, de géothermie et de dessalement des eaux saumâtres par les différentes filières d'énergie renouvelable. Le coût global d'un tel programme se chiffre à 2 781 milliards de DA.

Figure 2.1 : Pénétration des énergies renouvelables dans la production nationale en TWh.



Source : ministère de l'énergie et des mines

Le programme des énergies renouvelables est défini ainsi pour les différentes phases :

- **Première phase 2015 - 2020**

Cette phase a été programmée pour la réalisation d'une puissance de 4010 MW, entre photovoltaïque et éolien, ainsi que 515 MW, entre biomasse, cogénération et géothermie.

⁸ "Programme Algérien de développement des énergies nouvelles et renouvelables et de l'efficacité énergétique, N°20, avril 2011.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

- **Deuxième phase 2021 - 2030**

Le développement de l'interconnexion électrique entre le Nord et le Sahara (Adrar), permettra l'installation de grandes centrales d'énergies renouvelables dans les régions d'In Salah, Adrar, Timimoune et Bechar et leur intégration dans le système énergétique national. A cette échéance, le solaire thermique pourrait être économiquement viable.

b. Les économies d'énergie :

La rationalisation de la consommation des ressources naturelles constitue un enjeu de développement durable majeur pour l'Algérie. Cet enjeu qui touche les domaines suivants⁹ :

- **La maîtrise de la consommation des hydrocarbures sur le marché intérieur** : le gaz et le pétrole constituent et constitueront pour une longue période la principale source de devises pour le pays. Aussi sera-t-il important d'en économiser l'usage sur le marché intérieur. Cela passera par des mesures d'efficacité énergétique, de développement de l'usage domestique des énergies renouvelables, et d'action sur le levier prix, au regard des tarifs très bas pour le carburant, l'énergie électrique et le gaz de ville adoptés par les pouvoirs publics.

- **La maîtrise et la rationalisation de la consommation de l'eau** : l'eau est une ressource rare en Algérie et coûte de plus en plus cher si on doit tenir compte des coûts de l'industrie de dessalement et l'exploitation des ressources fossiles du Sahara. Les pouvoirs publics ont consenti des efforts énormes en Algérie pour la construction de barrages (l'Algérie comptera 139 barrages à l'horizon 2030 pour une capacité de stockage de 12 milliards de m³, par rapport à 44 barrages en 2000 pour 4.5 milliards de m³) et aussi pour développer des infrastructures de dessalement d'eau de mer. Néanmoins ces politiques risquent d'avoir des résultats limités et peu efficaces tant que les gaspillages d'eau, la pollution des nappes, l'absence d'entretien des barrages et la faiblesse de la récupération des eaux usées perdureront.

- **La maîtrise de l'espace** : la dégradation accélérée des espaces (urbanisation sauvage, dégradation du littoral, pollution et destruction d'habitats naturels, concentration de la population sur la zone littorale etc.) est aussi un enjeu de développement durable qu'il faudra maîtriser par une politique urbaine et d'aménagement spatial du territoire. La mise en œuvre du **SNAT** (le schéma nationale d'augmentation du territoire) et de normes d'urbanisation et

⁹"Modes de consommation et de production durables en Algérie : état des lieux", plan national d'action MCPD, document 1, septembre 2015.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

construction intégrant la dimension développement durable devrait permettre de prendre en charge cet enjeu.

c. Les énergies nouvelles et renouvelables :

La stratégie de l'Algérie en la matière vise à développer une véritable industrie des énergies renouvelables associées à un programme de formation et de recherche, ainsi que l'acquisition de l'expérience nécessaire, qui permettra, la création de plusieurs dizaines de milliers d'emplois directs et indirects.

L'intégration des énergies nouvelles et renouvelables dans le mix énergétique constituent un enjeu majeur en vue de préserver les ressources fossiles. En Algérie, il existe un grand potentiel des énergies renouvelables qu'on peut citer ci-dessous :

- **Potentiel de l'énergie solaire :**

Il représente plus de 5 milliards GWh/ an, avec plus de 2500 heures d'ensoleillement en moyenne par an. La majeure partie est enregistrée dans le sud algérien avec 2263 KW/h/ m² /an.

- **Potentiel de l'énergie éolienne :**

La vitesse du vent en Algérie varie de 2 à 8 mètres / seconde. La vitesse supérieure est enregistrée dans les hauts plateaux.

- **Potentiel de l'énergie hydraulique :**

Le secteur de l'énergie hydraulique possède 103 sites de barrages, plus de 50 barrages sont déjà exploités. On évolue actuellement les ressources utiles et renouvelables de l'ordre de 25 milliards de m³.

- **Potentiel de la géothermie :**

L'Algérie dispose de plus de 200 sources d'eau chaude, dont 33% ont des températures supérieures à 45°C.

- **Potentiel de la biomasse :**

Les zones forestières couvrent environ 250 millions d'hectares, soit moins de 10% de la surface totale du pays. Le potentiel des déchets agricoles et urbains est estimé de 5 millions de

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

tonnes de déchets (urbains et agricoles) qui ne sont pas recyclés et représente environ 1.33 millions de Tep¹⁰.

La consistance du programme en énergie renouvelables à réaliser pour le marché national sur la période 2015-2030 est de **22 000 MW**, répartie par filière comme suit :

Tableau 2.1 : Consistance du programme des énergies renouvelables

Unité : MW	1 ^{ère} phase 2015-2020	2 ^{ème} phase 2021-2030	Total
Photovoltaïque	300	10575	13575
Éolienne	1010	4000	5010
GPS		2000	2000
Cogénération	150	250	400
Biomasse	360	640	1000
Géothermie	05	10	15
Total	4525	17475	22000

Source : Ministère de l'énergie et des mines

Le nouveau programme prévu à l'horizon 2030 permettra aux énergies renouvelables d'atteindre près de 34,22GW réparti comme suit : 13575MW pour le solaire photovoltaïque, 5010 MW pour l'éolien, 2000MW pour le solaire thermique, 1000 MW pour la biomasse, 400 MW pour la cogénération et 15 MW pour la géothermie. La concrétisation de la phase pilote du programme se traduit par le lancement de plusieurs centrales de capacité réduite en partenariat avec des entreprises occidentales, principalement photovoltaïque.

d. Le modèle de consommation des carburants :

L'Algérie a adopté une stratégie énergétique qui repose sur la promotion des énergies propres et renouvelables, le gaz de pétrole liquéfié carburant appelé communément « Sirghaz » est l'un de ces énergies du fait que ce carburant constitue un enjeu stratégique au regard de ses avantages pour l'économie et l'environnement.

¹⁰Rabia N, Ramda H, "Rôle de la transition énergétique dans l'économie national : cas Algérie ", mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2020.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

En fait, les pouvoirs publics en Algérie à travers un ensemble de mesures incitatives à savoir la baisse des prix et les subventions de la reconversion des véhicules (installation des Kits GPL/c), visent à promouvoir la consommation de cette énergie, à cet égard une subvention financière allant jusqu'à 50% du coût d'acquisition a été accordée.

En effet, l'État algérien vise à équiper un million de véhicules en Kits **GPL** à l'horizon 2030.

Selon le ministère de l'énergie, Tous les moyens ont été mobilisés pour la réalisation de 1000 stations-services équipées en GPL, ainsi que plusieurs structures et centres spécialisés dans l'installation des Kits GPL à travers tout le territoire national.

La consommation des carburants en Algérie obéit à certaines considérations :

- ✓ Privilégier pour les besoins internes l'énergie la plus disponible et la moins entamée.
- ✓ Promouvoir l'utilisation des carburants propres pour lutter contre la pollution atmosphérique, notamment celles d'échappement des gaz de véhicules¹¹.

1.2.2. Les instruments et moyens de mise en œuvre du modèle de consommation énergétique nationale

a. L'agence nationale pour la promotion et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie (APRUE) :

L'Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Énergie (**APRUE**) est un établissement public à caractère industriel et commercial créé par décret présidentiel en 1985, placé sous la tutelle du Ministère de l'Énergie.

Elle a pour mission principale la mise en œuvre de la politique nationale de maîtrise de l'énergie, et ce à travers la promotion de l'efficacité énergétique.

Dans le cadre de la loi n° 99- 09 du 28 juillet 1999 relative à la maîtrise de l'Énergie, l'agence a pour missions :

- La coordination et l'animation de la politique nationale de maîtrise de l'énergie ;
- La mise en œuvre et le suivi du Programme National de Maîtrise de l'Énergie (PNME)

¹¹ Deradera M, "Le GPL/c El Algérie : situation actuelle et perspectives", mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2019, page 75.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

- La sensibilisation et la diffusion de l'information sur la maîtrise de l'énergie en direction des différentes cibles (grand public, professionnels, milieu scolaire...);
- Le montage de programmes et de projets sectoriels en partenariat avec les secteurs concernés (Industrie, Bâtiment, Transports¹², ...).

b. La politique des prix des produits énergétiques :

La vérité des prix est un mythe dans le domaine de l'énergie car le caractère éminemment stratégique des produits énergétiques contraint tous les pays à les encadrer et riotèrent par une politique de prix spécifique. Effectivement, en Algérie il faudrait bien entendu relever les prix d'énergie, gelés depuis 2005 et ne correspondant pas à la réalité du marché.

Les augmenter progressivement se justifie donc pleinement la révision des prix de l'énergie progressivement doit se focaliser sur les secteurs gros consommateurs d'énergie qui ont un impact significatif sur la demande d'énergie.

Section N°2 : La consommation d'énergie électrique en Algérie

L'électricité en Algérie est produite à 97% à partir du gaz naturel, entre les années 2000 et 2015, le nombre d'abonnés aux réseaux électriques est passé de 4.5 à 8.5 millions, ce qui dénote du dynamisme de la demande. La consommation intérieure du gaz pour la production électrique sur la période est passée de 20 milliards de M3 à 40 Milliards de M3, soit disant le double. Selon les bilans annuels du ministère de l'énergie, on trouve que la consommation d'électricité a connu une évolution accrue ces dernières années, elle est classée deuxième derrière le gaz naturel.

2.1. La production et la consommation d'électricité en Algérie :

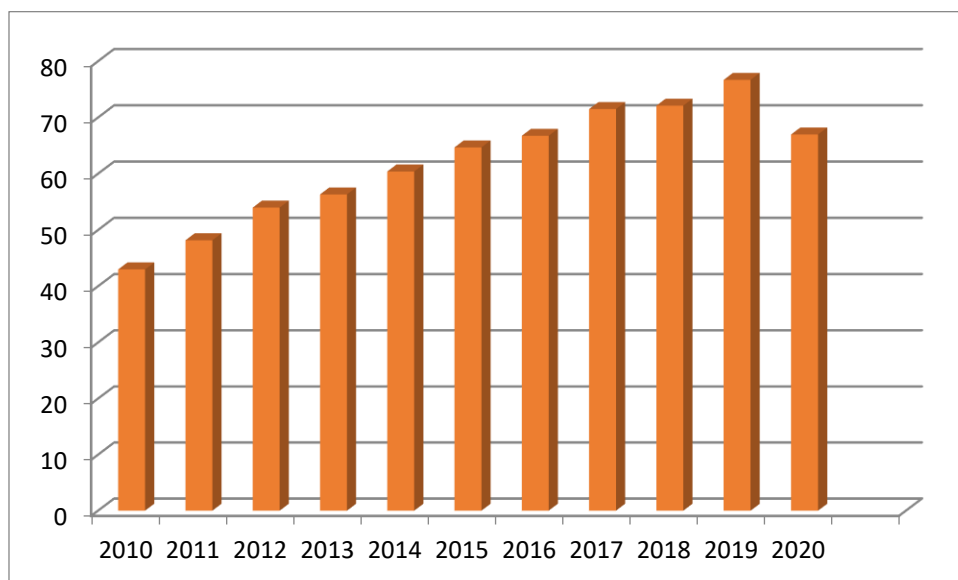
Selon les graphiques ci-dessous, la production nationale d'électricité a connu une augmentation accélérée passant de 42.998 GWh en 2010 à 76.685 GWh en 2019, avec une augmentation de 78%. Cela s'explique par la demande en électricité qui s'accroît d'une année à une autre, conséquence d'activité économique et sociale du pays ; dont la production et la fourniture d'électricité est instamment absorbée par une consommation de masse. Cependant, en 2020 le rythme de croissance a pris un abaissement, passent à 33.135GWh avec une diminution légère de 10%. D'après le bilan du groupe Sonelgaz, cette baisse a été enregistré

¹²<https://www.construction21.org/algerie/company/h/aprue.html#:~:text=L'Agence%20Nationale%20pour%20la%20Minist%C3%A8re%20de%20l'Energie.>

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

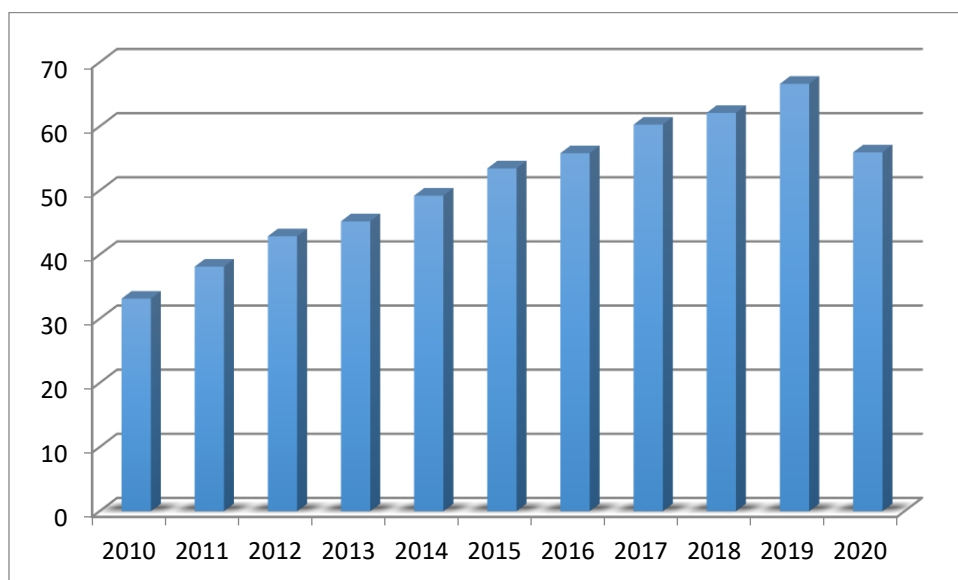
en raison de la crise sanitaire induite par la pandémie du coronavirus ; ralentissement de l'ensemble des secteurs du pays qui fonctionnent au minimum de leurs capacités.

Figure 2.2 : Production d'électricité (GWh), Algérie 2010-2020



Source : <http://www.countryeconomy.com>

Figure 2.3 : La consommation d'électricité (GWh), Algérie 2010-2020



Source : <http://www.countryeconomy.com>

Pour l'été 2022, Sonelgaz a prévu un pic qui sera en augmentation de 2% par rapport à l'été 2021 et de 12% par rapport à l'été 2020, selon les explications fournies par la direction de Sonelgaz.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Pour une bonne analyse, j'aurai préféré que vous fassiez deux graphiques, un pour la production d'électricité et l'autre pour la consommation.

2.2. Transport et distribution d'électricité en Algérie :

La société Algérienne de Gestion du Réseau de transport de l'électricité (**GRTE**), est chargée de l'exploitation, la maintenance et surtout du développement de son réseau dans le but de garantir une capacité adéquate pour répondre à une demande en constance évolution, à travers la réalisation de nouvelles infrastructures électrique (postes, lignes, cabines mobiles...).

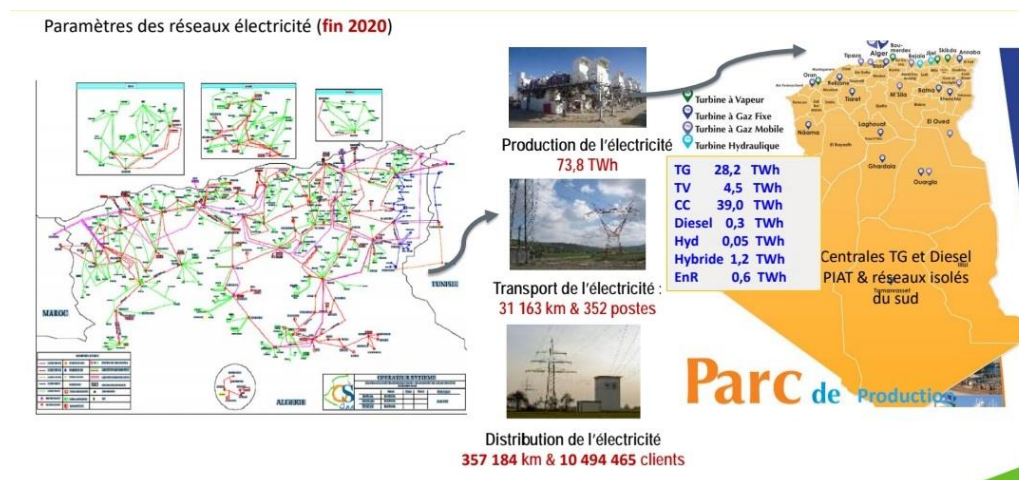
Dans ce contexte, chaque année la GRTE élabore son plan de développement réseau pour une période de dix ans, et qui regroupe plusieurs axes :

- 1- Répondre à la demande croissante de l'énergie électrique ;
- 2- Le développement de nouvelles capacités de transport de l'électricité ;
- 3- Répondre aux exigences des utilisateurs du réseau.

Dans son plan de développement un réseau établi sur la période 2021-2030 la GRTE, prévoit la réalisation de 20 296km de lignes dont, 7 273 km en lignes 220kv et 3867km en lignes 400kv pour une puissance de 5 6006MVA.

Le plan de développement réseau du GRTE 2021-2030 est un programme consistant et ambitieux en matière de réalisation des ouvrages postes et lignes électriques haute tension.

Figure 2.4 : Présentation du système électrique nationale (fin 2020)



Source : Sonelgaz (2020), « Enjeux de l'économie d'énergie pour le modèle énergétique en Algérie

2.3. Les pertes d'électricité en Algérie :

Concernant les pertes d'électricité, elles représentent (52%) des pertes globales. Ces pertes en baissés en 2018 de (9%) pour s'établir à (9.9 TWh). La répartition de ces pertes est comme suit :

- Pertes de distribution (76%) qui ont augmenté de (7.2%), y a compris les pertes non techniques dues au phénomènes du piratage du réseau ;
- Pertes de transport (24%) en baisse de (2.1%) par rapport à 2017¹³.

Section N°3 : La croissance économique en Algérie

3.1. Définition de la croissance économique :

La croissance est une notion purement quantitative qui traduit l'augmentation de la production à long terme. A cet effet, voici quelques définitions de la croissance économique

Pour F. PERROUX « La croissance est l'augmentation soutenue pendant une ou plusieurs périodes longues, d'un indicateur de dimension, pour une nation, le produit global en terme réel », de cette définition il ressort que la croissance regroupe la richesse d'une nation dans l'absolu ou la richesse rapportée au nombre de la population. Il s'agit de la première conception de la croissance. Pour BOURDON et MARTOS : « La croissance économique est un processus complexe autoentretenu d'évolution à long terme qui se traduit par une transformation des structures de la société. Elle est mesurée par les variations d'un indicateur de production exprimé en volume, PIB réel ».

De sa part J. MULLER la définit : La croissance économique est une notion purement quantitative qui reflète l'augmentation de la production à long terme dans une économie, comme nous pouvons la mesurer ».

Selon A SILEM : « la croissance économique est l'augmentation durable en terme réel d'un indicateur de la performance économique ».

Adam SMITH définit la croissance économique comme « un accroissement de sa dimension accompagné de changements de structure et conduisant à l'amélioration d'un niveau de vie ».

¹³ Benhamouda.Y, Khelifa.H, « Evolution de la consommation d'électricité par le secteur ménages en Algérie », revue intégration économique, édition 2021.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

S. KUZNETS définit la croissance économique moderne comme « la capacité permanente d'offrir, à une population une quantité accrue de biens et services par habitants ».

En résumé, et d'après ces définitions, la croissance économique se définit comme l'augmentation quantitative d'un indicateur économique, généralement le PIB ou le PNB réel, total ou par habitant. La croissance peut encore se définir comme l'expansion du revenu national, c'est-à-dire la production totale de tous les biens et services au cours d'une période donnée, généralement période longue.

On distingue entre une croissance économique extensive et intensive :

- **La croissance intensive** correspond à l'accroissement de la production à volume de facteurs de productions équivalents grâce à des gains de productivité. Elle n'entraîne pas nécessairement de créations d'emploi ;
- **La croissance extensive** se caractérise par une augmentation du nombre de facteurs de production tels que la création de nouvelles entreprises. Ce type de croissance économique est générateur d'emplois.

3.2. Les caractéristiques de la croissance économique :

Dans son discours de réception à l'Académie Nobel, Simon explique ce que recouvre sa conception de la croissance en indiquant les six caractéristiques de la croissance économique de la manière suivante :

- **Première caractéristique** : Les taux élevés de croissance du produit par habitant et de la population sont des indicateurs économiques particulièrement importants.

- **Deuxième caractéristique** : Le taux élevé de croissance de la productivité, cette dernière décrit la relation entre la production et les facteurs nécessaires pour l'obtenir.

- **Troisième caractéristique** : Le rythme rapide des transformations structurelles de l'économie, qui comprennent les différents domaines ; un changement dans l'échelle des unités de production et un changement correspondant dans le statut professionnel du travail avec l'extension du salariat et les mutations de la structure de la consommation.

- **Quatrième caractéristique** : Les mutations rapides des structures sociales et de l'idéologie qui leur est apparentée. Urbanisation et de sécularisation viennent facilement à l'esprit en tant que composants de ce que les sociologues appellent le processus de modernisation.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

- **Cinquième caractéristique** : La puissance accrue de la technologie dans les pays développés, en particulier dans les moyens de transports et de la communication (à la fois pacifiques et militaires).

- **Sixième caractéristique** : Malgré la propagation de la croissance économique moderne, la diffusion de cette dernière est limitée : les pays représentant les trois quarts de la population mondiale sont encore très au-dessous des niveaux minimaux accessibles de la technologie moderne.

3.3. Les mesures de la croissance :

Pour mesurer la croissance économique, on fait généralement référence à plusieurs agrégats économiques : le produit intérieur brut (**PIB**), le taux de croissance, le produit national brut (**PNB**), et la parité de pouvoir d'achat (**PPA**).

3.3.1. Le produit intérieur brut (PIB) :

Le PIB est un indicateur économique qui permet de mesurer la production économique intérieure réalisée par un pays. Le PIB a pour objet de quantifier la production de richesse réalisée sur un État sur une période donnée, généralement un an ou un trimestre, grâce aux agents économiques résidant dans le pays concerné. Il s'agit donc d'un indicateur qui reflète l'activité économique interne d'une nation. Son calcul consiste à additionner les productions de toutes les unités économiques résidentes sur le territoire national ; qu'elles soient locales à l'étranger. On peut distinguer un **PIB nominal** et un **PIB réel** ;

Le PIB nominal (à prix courant), c'est le PIB d'une année évalué au prix de la même année
($\text{PIB nominal} = (Q_{t1} * P_{t1})$)

Le PIB réel (à prix constant) est obtenu par la mesure du volume de production d'une année donnée au prix d'une année de base ($\text{PIB réel} = Q_{t1} * P_{t0}$).

Le PIB peut être mesuré selon trois optiques : production, dépenses et revenu

A. Optique production

Valeur Ajoutée Brute + impôt sur les produits- les subventions sur les produits.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

B. Optique dépenses

PIB au prix du marché = Dépense de consommation finale + Formation Brute de Capital Fixe+variable des stocks + Exportation des biens et services - Importation des biens et services

C. Optique par revenus

PIB au prix du marché = Rémunération des salaires + Excédent Brut d'exploitation + Impôts sur la production et les importations – Subventions.

Le PIB est alors, un indicateur de référence pour évaluer et comparer les performances économiques des différents pays du monde, mais il n'est qu'une mesure globale qui reste insuffisante.

3.3.2. Le taux de croissance :

Le taux de croissance est un indicateur exprimé en pourcentage, il permet de mesurer les variations d'une grandeur dans le temps, le taux de croissance est le pourcentage de variations de la production de biens et de services d'une année à l'autre. Ce taux de croissance permet de faire la comparaison entre le bien être économique national et international ainsi que de faire des prévisions sur l'évolution du cycle économique.

Par exemple, le PIB en Algérie est estimé à 171767,44 millions de DA pour l'année 2019 contre 145009,18 millions de DA pour l'année 2020, soit un taux de -15%. Comment ce taux de croissance était calculé ? Pour calculer ce taux de croissance, les économistes sont tous d'accord sur le calcul de taux de croissance relatif du PIB, en d'autres termes, soit d'utiliser la formule mathématique suivante :

$$\text{Le taux de croissance pour l'année " t" = } \frac{PIB\ t - PIB\ t-1}{PIB} * 100$$

$$\text{Le taux de croissance pour l'année 2020 = } \frac{PIB\ 2015 - PIB\ 2014}{PIB} * 100$$

3.3.3. Produit National Brut (PNB) :

Le PNB est un agrégat employé par certaines organisations internationales à des fins de comparaison entre les pays. Il repose sur le critère de nationalité. Il comptabilise la production des facteurs de production nationaux, qu'ils soient produits par les résidents ou les non-

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

résidents. Il diffère du PIB par la prise en compte des revenus reçus ou versés, du reste du monde.

Le PNB est donné par la formule suivante : $PNB = PIB + \text{revenu des facteurs versés par le reste du monde} - \text{revenu de facteur versé à l'étranger}$.

3.3.4. Parité Pouvoir D'achat (PPA) :

La parité de pouvoir d'achat (**PPA**) est un taux de conversion monétaire qui permet d'exprimer dans une unité commune les pouvoirs d'achat des différentes monnaies. Ce taux exprime le rapport entre la quantité d'unités monétaires nécessaire dans des pays différents pour se procurer le même « panier » de biens et de services. Ce taux de conversion peut être différent du « taux de change » ; en effet, le taux de change d'une monnaie par rapport à une autre reflète leurs valeurs réciproques sur les marchés financiers internationaux et non leurs valeurs intrinsèques pour un consommateur.

3.4. La croissance économique en Algérie :

Le produit intérieur brut (PIB) est l'indicateur le plus retenu pour évaluer la production de biens et services d'un pays pendant une année. Il illustre l'importance de l'activité économique et l'indicateur du développement économique d'un pays qui nécessite la consommation d'énergie en général, et l'électricité en particulier qui demeure la colonne vertébrale pour l'économie.

L'observation du graphique ci-dessous de l'évolution du PIB (en millions de dollars) en l'Algérie sur la période (2010-2020), nous montre l'existence d'une évolution progressive au début de la période entre 2010 et 2013, due aux recettes générées par la fiscalité pétrolières, passant de 161207,27 millions de dollars en 2010 à 213228,15 millions de dollars en 2013 (le plus grande valeur du PIB dans l'histoire de l'Algérie) , en suite une décroissance remarquable à partir de l'année 2014 à cause de la baisse drastique des prix du pétrole en enregistrant 145009,18 millions de dollars en 2020.

Conclusion

Ce chapitre a permis de tirer des éclaircissements pour ce qui est de la situation énergétique en Algérie ; la production et l'utilisation de l'énergie doit de plus s'intégrer dans un développement durable où l'on favorise mieux les économies et les investissements de recherche à long terme.

Chapitre 2 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Pour ce qui est de l'énergie électrique, cette petite recherche à permet d'en déduire que ce vecteur s'est imposé malgré les investissements importants qui sont nécessaires ; la production, le transport, le stockage.

La croissance économique, reflète d'une vision globale le reste des variables économiques du pays (PIB, PNB,), qui impactent la qualité de vie de la population sans pour autant limiter son développement économique et technologique.

Dans le prochain chapitre nous allons spécifier un modèle économétrique pour vérifier les relations entre les différentes variables ; énergies électrique et croissance économique.

CHAPITRE 3

Modélisation économétrique de la relation :
consommation d'énergie électrique et croissance
économique en Algérie

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Introduction :

Ce chapitre a pour but de modéliser la relation entre la consommation d'énergie électrique et la croissance économique en Algérie durant la période 1980 jusqu'à 2019.

Afin de procéder à l'analyse empirique, nous allons commencer en premier lieu par la présentation méthodologique des techniques d'analyse des séries chronologiques telles que ; les tests de racine unitaire, le modèle VAR et les instruments d'analyse associés à un modèle VAR. Enfin, il sera question de définir les variables étudiées, analyser et interpréter les résultats obtenus.

Section N°1 : Présentation des méthodes d'analyse des séries chronologiques

1.1. Définition des séries chronologiques :

Une série chronologique (ou appelée également temporelle) est une suite d'observations chiffrées d'une variable, ordonnées à des périodes de temps qui sont égales.

Soit Y une variable observée dans le temps

On a : $t = 1, 2, 3, \dots, n$ (t est l'indice du temps (mois, année, semestre,...))

Y_t : La valeur de Y à la période t.

Un des principaux objectifs de l'étude d'une série chronologique est de faire des prédictions des réalisations futures, très souvent pour des raisons économiques.

Bien entendu, aucun modèle ne correspond exactement à la réalité, il est impossible de prévoir parfaitement le devenir d'une série.

1.1.1. Les composantes d'une série :

A. La tendance ou le trend (T_t) :

La tendance ou trend est souvent la première chose à détecter lors de l'analyse d'une série chronologique.

La tendance résume le mouvement brut de la série, par une droite (trend linéaire) ou une courbe (trend non linéaire).

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Il est de la forme : $Y_t = at + b$

B. La composante saisonnière ou saisonnalité (S_t) :

Les variations saisonnières sont des fluctuations périodiques qui réapparaissent à intervalle de temps régulier, dont les effets se produisent à date fixe (par exemple ; les congés, l'inégalité des différents mois...).

C. La composante résiduelle ou bruit blanc (l'erreur) (ϵ_t) :

Les variations accidentelles sont des fluctuations irrégulières et imprévisibles dû au hasard (par exemple ; grèves, conditions météorologiques exceptionnelles, crash financier). Utiliser pour désigner un processus stochastique. Elles sont supposées en général de faible amplitude.

D. La composante cycliste (C_t) :

Ces variations se trouvent généralement dans des séries de long durée, qui sont liées aux variations conjoncturelles (par exemple, à la succession des phases du cycle économique : prospérité, crise, dépression).

1.1.2. Les modèles des séries chronologiques :

On peut citer deux grands types de modèles :

A. Le modèle additif :

Si les fluctuations saisonnières autour de la tendance d'amplitude constante ; les deux droites minima et maxima de la courbe du graphe sont parallèles, on est en présence d'un modèle ADDITIF.

La série Y_t s'écrit comme suit : $Y_t = T_t + S_t + C_t + \epsilon_t$

B. Le modèle multiplicatif :

Lorsqu'au contraire la dispersion intra-période varie avec le niveau de la tendance ; les deux droites ne sont pas parallèles, le schéma est géométrique, le modèle est MULTIPLICATIF.

Il est de la forme : $Y_t = T_t \times S_t \times C_t \times \epsilon_t$

Ce modèle peut toujours se transformer au modèle additif en utilisant logarithme comme suit :

$$\text{Log}(Y_t) = \log(T_t \times S_t \times C_t \times \epsilon_t)$$

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

$$\mathbf{Log Y}_t = \log \mathbf{T}_t + \log \mathbf{S}_t + \log \mathbf{C}_t + \log \boldsymbol{\varepsilon}_t$$

1.1.3. Caractéristiques des séries temporelles :

A. La Moyenne :

La formule générale de la moyenne d'une série temporelle de terme général Y_t pour laquelle¹⁴, nous disposons de T observations est : $\bar{Y} = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^T y_t$.

B. La Variance :

La variance d'une série temporelle permet d'évaluer la dispersion autour de la moyenne.

La formule de la variance (Var) dans le cas d'une population connue totalement est :

$$\mathbf{Var}(\mathbf{x}) = \sum_{t=1}^T (\mathbf{y}_t - \bar{y})^2 / T$$

La racine carrée de la variance appelée écart-type ($\sigma(Y)$) :

$$\boldsymbol{\sigma}(y) = \sqrt{\mathbf{var}(y)}$$

C. La Fonction D'Auto Covariance :

La fonction d'auto covariance $\{\gamma(h)\}_{h \in \mathbb{Z}}$ mesure la covariance entre une variable et cette même variable à des dates différentes, pour un pas h .

$$\forall h, t \in \mathbb{Z} \quad \boldsymbol{\gamma}(h) = \mathbf{Cov}(Y_t, Y_{t+h})$$

Cov: la covariance.

Le graphe de cette fonction est appelé variogramme. La fonction d'auto covariance d'un processus stationnaire vérifie ;

$$\left\{ \begin{array}{l} |\boldsymbol{\gamma}(0)| = \mathbf{Var}(Y_t) \\ |\boldsymbol{\gamma}(h)| \leq \boldsymbol{\gamma}(0), \forall h \\ \forall h \in \mathbb{Z}, \boldsymbol{\gamma}(-h) = \boldsymbol{\gamma}(h) : \text{elle est pair.} \end{array} \right.$$

¹⁴Bouzgou.H, « Modélisation des séries temporelles par les processus autoregressifs » application à la prédiction de la consommation électrique », mémoire de master en sciences économiques, université m'sila, 2016.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

La fonction d'auto covariance est estimée par la fonction d'auto covariance empirique définie par :

$$\hat{Y}_T(\mathbf{h}) = \frac{1}{T} \sum_{t=1}^{T+h/2} (\mathbf{y}_t + \bar{y})(\mathbf{y}_{T+h/2-t} + \bar{y})$$

D. La fonction d'auto corrélations (ACF) :

La fonction d'auto corrélations est la fonction notée $\rho(\mathbf{h})$ qui mesure la corrélation de la série avec elle-même décalée d'un pas h .

$$\rho(\mathbf{h}) = \rho(\mathbf{y}_t, \mathbf{y}_{T+h}) = \gamma(\mathbf{h}) / \gamma(0)$$

$\rho(h)$ mesure donc l'intensité de la liaison entre y_t et y_{t+h} . Le graphe de cette fonction est appelé corrélogramme simple. La fonction d'auto corrélation d'un processus stationnaire vérifie :

$$\left\{ \begin{array}{l} \rho(0) = 1 \\ |\rho(h)| \leq 1, \forall h. \\ \forall h \in \mathbb{Z}, \rho(-h) = \rho(h) : \text{elle est pair.} \end{array} \right.$$

On estime La fonction d'auto-corrélation à partir de là l'auto covariance empirique de la façon suivante :

$$\hat{\rho}(\mathbf{h}) = \frac{\hat{\gamma}(\mathbf{h})}{\hat{\gamma}(0)} = \frac{\sum_{t=1}^{T-h/2} (\mathbf{y}_t - \bar{y})(\mathbf{y}_{T+h/2-t} - \bar{y})}{\sum_{j=1}^T (\mathbf{y}_j - \bar{y})^2}$$

Elle est appelée la fonction d'auto-corrélations empirique propriété.

$$\forall h - 1 \leq \hat{\rho}(h) \leq 1$$

E. La Fonction d'Auto Corrélations Partielle (PACF) :

Nous pouvons définir la fonction d'auto-corrélation partielle du retard h comme étant le coefficient de corrélations partielle entre y_t et y_{t+h} , l'influence des autres variables décalées de h périodes ($y_{t-1}, \dots, y_{t+h-1}$), ayant été retirée. Elle peut être calculée comme un rapport entre deux déterminants par la formule suivant :

$$r(h) = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho(1) & \dots & \rho(h-2) & \rho(1) \\ \rho(1) & 1 & \dots & \rho(h-3) & \rho(2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho(h-1) & \rho(h-2) & \dots & \rho(1) & \rho(h) \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho(1) & \dots & \rho(h-2) & \rho(1) \\ \rho(1) & 1 & \dots & \rho(h-3) & \rho(2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \rho(h-1) & \rho(h-2) & \dots & \rho(1) & 1 \end{vmatrix}}$$

1.2. Étude de la stationnarité des séries :

Avant le traitement d'une série chronologique, il convient de s'assurer de la stationnarité des variables retenues, car la stationnarité constitue une condition nécessaire pour éviter les régressions fallacieuses ; de telles régressions se réalisent lorsque les variables ne sont pas stationnaires. L'estimation des coefficients par la méthode des moindres carrés ordinaires (MCO) ne converge pas vers les vrais coefficients, et les tests usuels des T de Student et F de Fisher ne sont plus valides. De manière formalisée, le processus stochastique Y_t est stationnaires si :

$E(Y_t) = E(Y_{t+m}) = \mu \forall t \text{ et } \forall m$, la moyenne est constante et indépendante du temps.

$Var(y_t) = \sigma_y^2 < \infty \forall t$, la variance est finie et indépendante du temps.

$cov(y_t, y_{t+k}) = E[(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu)] = \gamma_k$, la covariance est indépendante du temps¹⁵.

1.2.1. La non-stationnarité :

Les chroniques économiques sont rarement des réalisations de processus aléatoires stationnaires. Pour analyser la non-stationnarité, deux types de processus sont distingués :

A. Le processus TS (Trend stationary) :

Le processus TS s'écrit :

$$y_t = \alpha + \beta t + \varepsilon_t$$

Où ε_t représente l'erreur du modèle à la date t .

Il présente une non stationnarité de nature déterministe.

Le processus TS est non stationnaire car $E(y_t) = \alpha + \beta t$ dépend du temps t .

Le processus y_t peut être stationnarisé en retranchant à y_t la valeur estimée $\hat{\alpha} + \hat{\beta}t$ par la méthode des Moindres Carrés Ordinaires¹⁶.

B. Le Processus DS (Differency Stationary) :

Le processus DS avec dérive ($\beta \neq 0$) s'exprime comme suit :

¹⁵ Bourbonnais, R, « Économétrie », 9^{ème} édition, DUNOD, Paris, 2015.

¹⁶ Hélène H, « Économétrie des séries temporelles », HAL open science, France, 2016.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

$$y_t = y_{t-1} + \beta + \varepsilon_t$$

Le processus DS avec dérive est appelé aussi marche au hasard (ou marche aléatoire) avec dérive.

Il présente une non stationnarité de nature stochastique¹⁷.

Par récurrence, on obtient (dans le cas avec dérive) :

$$y_1 = y_0 + \beta + \varepsilon_1$$

$$y_2 = y_0 + \beta + \varepsilon_1 + \beta + \varepsilon_2 = y_0 + 2\beta + \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

...

$Y_t = y_t + \beta t + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i$ où $\varepsilon_i \sim \text{iid}(0, \sigma_\varepsilon^2)$, ε_i est identiquement et indépendamment distribuée.

Le processus DS avec dérive est non stationnaire car on a $E(y_t) = y_0 + \beta t$ qui dépend du temps t . Plus $t \rightarrow \infty$ et plus $E(y_t) \rightarrow \infty$.

Le processus DS (Differency Stationary) sans dérive ($\beta = 0$) s'écrit :

$$y_t = y_{t-1} + \varepsilon_t$$

Le processus DS sans dérive est appelé aussi marche au hasard (ou marche aléatoire).

Par récurrence, on obtient (dans le cas sans dérive) :

$$Y_1 = y_0 + \varepsilon_1$$

$$Y_2 = y_0 + \varepsilon_1 + \varepsilon_2$$

...

$$Y_t = y_0 + \sum_{i=1}^t \varepsilon_i \quad \text{où } \varepsilon_i \sim \text{iid}(0, \sigma_\varepsilon^2)$$

Le processus DS sans dérive est non stationnaire car on a :

$$\text{Var}(y_t) = \text{Var} \left[\sum_{i=1}^t \varepsilon_i \right] = \sum_{i=1}^t \text{Var}(\varepsilon_i) = \sum_{i=1}^t \sigma_\varepsilon^2 = t \sigma_\varepsilon^2$$

On constate que la variance du processus DS sans dérive dépend du temps t .

Plus $t \rightarrow \infty$ et plus $\text{Var}(y_t) \rightarrow \infty$.

Pour stationnariser le processus DS (avec ou sans dérive), il suffit de le passer en différence

¹⁷Hélène H, opcit.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Première :

$$y_t - y_{t-1} = \beta + \varepsilon_t \text{ (cas avec dérive)}$$

Où

$$y_t - y_{t-1} = \varepsilon_t \text{ (cas sans dérive).}$$

1.2.2. Les tests de racine unitaire :

Les tests de racine unitaire « **Unit Root Test** » permettent non seulement de détecter l'existence d'une non-stationnarité mais aussi de déterminer de quelle non-stationnarité il s'agit, d'un processus TS ou DS, et donc la bonne méthode pour stationnariser la série¹⁸.

1.2.3. Le test de Dickey Fuller (DF) 1979 :

Les tests de **Dickey-Fuller** permettent de mettre en évidence le caractère stationnaire ou non d'une chronique par la détermination d'une tendance déterministe ou stochastique.

Les modèles servant basés sur l'estimation des moindres carrés des trois modèles suivant :

- **Modèle [1] :** $Y_t = \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$ Modèle autorégressif d'ordre 1 sans constant et sans tendance.
- **Modèle [2] :** $Y_t = c + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$ Modèle autorégressif avec constante et sans tendance.
- **Modèle [3] :** $Y_t = c + \beta t + \phi Y_{t-1} + \varepsilon_t$ Modèle autorégressif avec tendance et constante.

Les principes de test de Dickey Fuller consistent à tester les hypothèses suivantes :

- Si $\phi \geq t\text{-table}$ on accepte H_0 . (Série non stationnaire)
- Si $\phi < t\text{-table}$ on accepte H_1 . (Série stationnaire)

Ou bien :

- Si P (de la statistique ADF) $< \alpha$ on accepte H_1
- Si P (de la statistique ADF) $> \alpha$ on accepte H_0 ¹⁹.

¹⁸Bourbonnais.R, opcit.

¹⁹Abbas.F, Benchalal.A, « L'impact de la chute des prix du pétrole sur la croissance économique en Algérie », mémoire master en sciences économiques, université de Bejaia, 2016.

1.3. Modélisation VAR :

Le modèle **VAR** permet d'analyser les effets de la politique économique, cela à travers des simulations de chocs aléatoires et de la décomposition de la variance de l'erreur. Cependant, cette analyse s'effectue en postulant la constance ce de l'environnement économique « toutes choses étant égales par ailleurs ».

Après la phase d'étude de la stationnarité des différentes variables, on construit un modèle VAR, afin de mieux étudier les relations de dépendance entre les variables dans un cadre multi varié.

Le modèle VAR comporte 3 avantages :

- Il permet d'expliquer une variable par rapport à ses retards et en fonction de l'information contenue dans d'autres variables pertinentes.
- Il offre un espace d'information très large.
- Cette méthode est assez simple à mettre en œuvre et comprend des procédures d'estimation et des tests.

1.3.1. Représentation du modèle VAR :

La généralisation de la représentation VAR à k variables et p décalages (notée **VAR(p)**) s'écrit sous forme matricielle :

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + v_t$$

avec $Y_t = \begin{bmatrix} y_{1,t} \\ y_{2,t} \\ \vdots \\ y_{k,t} \end{bmatrix}$; $A_{i \neq 0} = \begin{bmatrix} a_{1i}^1 & a_{1i}^2 & \dots & a_{1i}^k \\ a_{2i}^1 & a_{2i}^2 & & a_{2i}^k \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ a_{ki}^1 & a_{ki}^2 & & a_{ki}^k \end{bmatrix}$; $A_0 = \begin{bmatrix} a_1^0 \\ a_2^0 \\ \vdots \\ a_k^0 \end{bmatrix}$; $v_t = \begin{bmatrix} v_{1t} \\ v_{2t} \\ \vdots \\ v_{kt} \end{bmatrix}$

On note : = **E (u.v)**, la matrice de dimension (k, k) des variances covariances des erreurs. Cette matrice est bien sûr inconnue²⁰.

²⁰Bourbonnais.R, opcit.

1.3.2. Estimation du modèle VAR :

Dans le cas d'un processus VAR, chacune des équations peut être estimée par les MCO, indépendamment les unes des autres.

1.3.3. Détermination du nombre de retard :

Cette étape repose sur la détermination de l'ordre(p) du processus VAR. A cette fin, nous avons estimé diverse processus VAR pour les ordres de retard p allant de 0 à 4, Le choix de nombre de retard détermine la période maximum d'influence de la série explicative sur la série expliquée et le VAR optimal est celui qui minimise les critères d'information d'Akaike et Schwarz.

1.3.4. Validation du modèle VAR :

Afin de pouvoir valider notre modèle, nous allons utiliser deux tests ; test d'autocorrélation des résidus et test d'hétéroscédasticité, dont l'objectif est de vérifier l'inexistence d'une corrélation entre les erreurs.

A. Test d'autocorrélation des résidus :

Dans ce cas, nous allons tester l'hypothèse nulle d'absence d'autocorrélation des résidus, contre l'hypothèse d'existence d'autocorrélation des résidus. Dont la règle de décision est la suivante :

H_0 : absence d'autocorrélation des résidus.

H_1 : autocorrélation des résidus.

B. Test d'hétéroscédasticité des résidus :

Il existe plusieurs tests de l'homoscédasticité dont on peut citer le test ARCH, le test de Breusch-Pagan et le test de White. Nous n'étudierons ici, que le test de White, dont l'hypothèse nulle est H_0 : Homoscédasticité, contre H_1 : Hétéroscédasticité. Si la probabilité associée au test est inférieure au niveau du risque, alors on rejette l'hypothèse nulle²¹ .

²¹Moussaoui. H, Ouali. S, « L'analyse de la contribution de la rente pétrolière à la croissance hors hydrocarbures en Algérie » mémoire de master en sciences économiques, Université de Bejaia, 2013.

1.3.5. Les instruments d'analyse associés à un modèle VAR :

A. Étude de la causalité

En économétrie, la causalité entre deux chroniques est généralement étudiée en termes d'amélioration de la prévision selon la caractérisation de Granger, ou en termes d'analyse impulsionnelle, selon les principes de Sims²².

B. Tests de causalité au sens de Granger

Soit le modèle VAR(p) pour lequel les variables y_{1t} et y_{2t} sont stationnaires :

$$\begin{cases} Y_{1t} = \gamma_1 + \alpha_{11} y_{1t-1} + \alpha_{12} y_{1t-2} + \dots + \alpha_{1p} y_{1t-p} + \beta_{11} y_{2t-1} + \beta_{12} y_{2t-2} + \dots + \beta_{1p} y_{2t-p} + \vartheta_{1t} \\ Y_{2t} = \gamma_2 + \alpha_{21} y_{1t-1} + \alpha_{22} y_{1t-2} + \dots + \alpha_{2p} y_{1t-p} + \beta_{21} y_{2t-1} + \beta_{22} y_{2t-2} + \dots + \beta_{2p} y_{2t-p} + \vartheta_{2t} \end{cases}$$

Le test consiste à deux hypothèses pour tester ces deux hypothèses à l'aide d'un test de Fisher classique. On fait le test équation par équation :

- y_{1t} ne cause pas y_{2t} si H_0 est accepté :

$$a_{21} = a_{22} = a_{23} = \dots = 0$$

$$H_0 : a_{11} = a_{12} = a_{13} = \dots = 0 \text{ et } y_{2t} = \beta_{11} + \beta_{21} y_{2t-1} + \beta_{22} y_{2t-2} + \dots + \beta_{2p} y_{2t-p} + V_{2t}$$

H_1 : au moins un des coefficients $a \neq 0$ et y_{1t} cause y_{2t}

- y_{2t} ne cause pas y_{1t} si H_0 est accepté :

$$\beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \dots = 0$$

$$H_0 : \beta_{11} = \beta_{12} = \beta_{13} = \dots = 0 \text{ et } y_{1t} = a_{11} + a_{12} y_{1t-1} + a_{13} y_{1t-2} + \dots + a_{1p} y_{1t-p} + V_{1t}$$

H_1 : au moins un des coefficients $\beta \neq 0$ et y_{2t} cause y_{1t}

Ce test peut être conduit à l'aide d'un test de Fisher classique.

C. Cointégration

L'analyse de la cointégration permet d'identifier clairement la relation véritable entre deux variables en recherchant l'existence d'un vecteur de cointégration et en éliminant son effet, le cas échéant.

²²Abdenmour F, Belhaddad L « croissance Hors Hydrocarbures, emploi et productivité en Algérie », mémoire de master en sciences économiques, Université de Bejaia, 2021.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Deux séries x_t et y_t sont dites cointégrées si les deux conditions sont vérifiées :

- Elles sont affectées d'une tendance stochastique de même ordre d'intégration d ,
- Une combinaison linéaire de ces séries permet de se ramener à une série d'ordre d'intégration inférieur.

1.4. Les méthodes de teste pour la cointégration :

Il existe trois principales méthodes de test de cointégration. Ils sont utilisés pour identifier les relations à long terme entre deux ou plusieurs variables. Les méthodes comprennent :

A. Test de cointégration d'Engel-Granger

La méthode Engel-Granger en deux étapes commence par créer des résidus basés sur la régression statique, puis tester les résidus pour la présence de racines unitaires.

Pour tester les unités de stationnarité dans les séries chronologiques. Si la série chronologique est cointégrée, la méthode d'Engel-Granger montrera la stationnarité des résidus.

B. Test de cointégration de Johansen

Le test de Johansen est utilisé pour tester les relations de cointégration entre plusieurs données de séries chronologiques non stationnaires. Comparé au test d'Engel-Granger, le test de Johansen permet plus d'une relation de cointégration. Cependant, il est sujet à des propriétés asymptotiques (grande taille d'échantillon) car une petite taille d'échantillon produirait des résultats non fiables. L'utilisation du test pour trouver la cointégration de plusieurs séries chronologiques.

C. Test de cointégration de la trace

Les tests de trace évaluent le nombre de combinaisons linéaires dans une série chronologique de données, c'est-à-dire que K est égal à la valeur K_0 et l'hypothèse selon laquelle la valeur K est supérieure à K_0 . Il est illustré comme suit :

$H_0 : K = K_0$

$H_0 : K > K_0$

Lors de l'utilisation du test de la trace pour tester la cointégration dans un échantillon, nous définissons K_0 sur zéro pour tester si l'hypothèse nulle sera rejetée. Si elle est rejetée, on peut

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

en déduire qu'il existe une relation de cointégration dans l'échantillon. Par conséquent, l'hypothèse nulle doit être rejetée pour confirmer l'existence d'une relation de cointégration dans l'échantillon.

1.5. Bruit blanc :

Un processus de bruit blanc est une suite de variables aléatoires (X_t) indépendantes, d'espérance et de variance constantes ; si l'espérance est nulle, le bruit blanc est centré et si les variables aléatoires sont gaussiennes, le bruit blanc est gaussien.

Pour valider un modèle VECM ou ECM, il est important de suivre quelques étapes de validation :

Étape 1 : Tester la significativité des coefficients (en utilisant le test de Student).

Étapes 2 : Tester l'autocorrélation des erreurs (en utilisant le test de VAR résiduel serial correlation LM Test).

Étapes 3 : Tester l'hétéroscédasticité des erreurs (en utilisant le test de White).

Si l'on retrouve une étape non vérifiée, nous rejetons le modèle et par conséquent le modèle n'est pas validé²³.

Section N°2 : Présentation des données et analyse univariée des variables.

2.1. Présentation des données et choix des variables :

Dans notre travail, nous utiliserons des données annuelles couvrant la période de 1980 à 2019 pour l'Algérie (soit 39 observations), le choix de cette période a été à la disponibilité des données sur les variables économiques. Où nous avons utilisé le PIB réel comme mesure de la croissance économique évolué en unité monétaire (US courant), la consommation globale de l'énergie électrique (CE) mesuré en milliers de tonnes équivalents pétroles (TEP), et pour mieux approfondir notre analyse, on a mis l'accent sur consommation d'électricité par habitant (CEH), (en GWh).

²³ Yaiche.E, Chetoui.L, « Étude économétrique du lien entre la consommation d'énergie et la croissance économique en Algérie (1980-2014) », mémoire de master en sciences économiques, Université de Bejaia, 2016.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Elles ont été extraits de la base de données « ONS » (office national des statistiques) pour le PIB réel, du ministère de l'énergie et des mines pour la consommation d'électricité globale et de la banque mondiale pour consommation d'électricité par habitant.

Les trois séries non stationnaire a des séries stationnaire sont transformés avec le logiciel « EViews 7 ».

Sous la forme fonctionnelle le modèle prend la forme suivante :

$$CE_t = c + a_1 PIB_t + a_2 CEH_t + \varepsilon_t.$$

2.2. Étude de la stationnarité :

Au préalable, il faut transformer nos nouvelles séries en logarithme afin de réduire les écarts entre les séries.

A. Le nombre de retard

Tableau 3.1 : Détermination du nombre de retard pour les différentes séries

P	Critères (AIC et SC)	0	1	2	3	4
CE (10 ³ Tep)	AIC	-0.97	-0.91	-0.84	-0.84	-0.86
	SCH	-0.88	-0.78	-0.66	-0.62	-0.56
PIB (US)	AIC	-4.48	-4.39	-4.49	-4.44	-4.48
	SCH	-4.39	-4.48	-4.32	-4.22	-4.19
CEH (Kwh)	AIC	-3.26	-3.24	-3.18	-2.98	-3.14
	SCH	-3.17	-3.11	-3.11	-3.12	-2.87

Source : Construit par nous-mêmes à partir des résultats d'EViews 7

A partir de ce tableau nous constatons que :

- Les critères d'Akaik et Schwarz conduisent à un choix de retard optimal **P=0** pour les trois séries : la consommation d'électricité (CE), la consommation d'électricité par habitant(CEH).

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

- Le nombre de retard retenu pour la série de produit intérieur brut réel (PIB) est $P=2$ pour le critère d'AIC et $P=1$ pour le critère de SCH, donc le nombre de retard est $P=1$.

2.3. Teste de racine unitaire (ADF) :

- Estimation du modèle [3]

Tableau 3.2 : Test de significativité de la tendance (voire annexe N°01)

Modèle [3]	LCE	LPIB	LCEH
Les valeurs calculées(t trend)	1.75	1.69	1.52
Les valeurs critiques (5%)	2.79	2.79	2.79

Source : Construit par nous-mêmes à partir des résultats d'EViews 7.

Dans le tableau présenté ci-dessus, on constate que la tendance des variables LCE, LPIB, , LCEH ne sont pas significatives puisque sa valeur calculée (t-statistique) est inférieure à sa valeur tabulée au seuil statistique de 5%. On accepte alors l'hypothèse H_0 ; désignant la non significativité des tendance pour les variables (LCE, LPIB, LCEH), et nous passerons alors à l'estimation du modèle [2].

- Estimation du modèle [2] :

L'estimation du modèle [2] des séries nous donne les résultats suivants :

Tableau 3.3 : Test de significativité de la constante

Modèle [2]	LCE	LPIB	LCEH
Les valeurs calculée (tconst)	0.39	0.72	0,35
Les valeurs critiques (5%)	2.54	2.54	2.54

Source : Construit par nous-mêmes à partir des résultats d'EViews 7.

Les variables LCE, LPIB, LCEH ne sont pas significatives car sa valeur calculée (t-statistique) est inférieure à sa valeur tabulée au seuil statistique de 5%. On estime alors le modèle sans constante et sans tendance modèle [1].

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

- **Estimation du modèle [1] :**

L'estimation du modèle [1] des séries nous donne les résultats suivants :

Tableau 3.4 : Test de racine unitaire d'ADF

Modèle [1]		LCE	LPIB	LCEH
En niveau	Les valeurs critiques (5%)	-1.95	-1.94	-1.94
	Statistique ADF	5.60	6.59	5.53
En première différenciation	Les valeurs critiques (5%)	-1.95	-1.95	-1.95
	Statistique ADF	-4.36	-7.05	-7.59
Ordre d'intégration		I(1)	I(1)	I(1)

Source : Construit par nous-mêmes à partir des résultats d'EViews 7.

Le test de stationnarité est donc effectué à base du modèle [1], la statistique ADF calculée est supérieur à la table ADF au seuil de 5% ; les séries sont non stationnaire. La meilleure méthode de la stasionnarisation est celle de la différenciation une seule différenciation.

Toutes les variables (LCE, LPIB, LCEH) sont intégrées d'ordre 1 puisqu'il faut les différencier une fois pour les rendre stationnaire.

A travers les résultats trouvés de l'étude de la stationnarité des séries, on remarque que les séries (LCE, LPIBR, LCEH) sont non stationnaires en niveau et stationnaires en différences premières. En outre, on peut chercher d'éventuelles relations de cointégration entre les quatre variables intégrées de même ordre.

Section 03 : Analyse multi variée des séries

L'intérêt fondamental de la méthode vectorielle autorégressive ou vectorielle à correction d'erreurs est qu'elle nous permet de faire l'étude de la causalité à court ou long terme de Granger entre la consommation d'énergie électrique et la croissance économique.

Dans cette section, nous allons chercher les éventuelles relations qui peuvent exister entre les différentes variables en utilisant l'approche multi variée de JOHANSEN (2001) afin de déterminer le nombre de relation de cointégration.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

3.1. Estimation du modèle vectoriel

Nous testons l'existence de la relation de cointégration entre les trois variables (**LCE**, **LPIBR**, **LCEH**) en utilisant la méthode de maximum de vraisemblance de JOHANSEN, pour cela on procède par ces trois méthodes :

- ✓ La première consiste à estimer d'abord les modèles VAR(P) avec différents ordre P puis déterminer l'ordre qui minimise les deux critères AKAIKE et SCHWARZ.
- ✓ La deuxième étape, consiste à appliquer le test de vraisemblance de JOHANSEN pour définir le nombre de relations de cointégration.
- ✓ Dans la troisième étape nous estimons le modèle **VECM** ou **VAR**

Étape (1) : Détermination du nombre de retard P

Dans cette étape on procède à la détermination du nombre de retard optimal. A cet égard, nous avons estimé les différents processus du modèle VAR pour les ordres de retard P allant de 1 à 4 à travers les deux critères d'informations AKAIK et SHWARZ. Nous avons obtenus les résultats dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3.21 : Choix du nombre de retard « p »

L'ordre du VAR	1	2	3	4
AIC	6.35	6.74	7.28	7.44
SC	7.27	8.34	9.59	10.47

Source : Résultats obtenu a partir de logiciel « EVIEWS 7 ».

Le choix du retard p qui minimise les deux critères d'informations d'AKAIKE et de SCHWARTZ nous conduit à retenir **P=1**.

Étape (2) : Test de cointégration de JOHANSEN (Test de La trace)

Ce tableau signifie que pour effectuer le test de spécification à retenir dépend de :

- ✓ L'absence ou la présence de la constante dans le modèle à correction d'erreur ;
- ✓ L'absence ou la présence de la constante et de la tendance dans la relation de cointégration.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Tableau 3.5 : Test de spécification

Type de processus	Spécification				
	1	2	3	4	5
Tous les processus sont des DS sans dérive	×	×			
Au moins un des processus est un DS avec dérive			×		
Au moins un processus est un TS				×	
Au moins un processus a une tendance quadratique					×

Source : Régis Bourbonnais²⁴ (2015)

Comme l'étude de la stationnarité des séries nous a donné des processus **DS** sans ordre pour les quatre variables (LCE, LPIBR, LCEH), donc d'après le tableau-ci-dessus, la spécification à retenir est la spécification 1

L'analyse de ce test repose sur deux hypothèses, soit r : le nombre de cointégration avec l'hypothèse nulle où r n'admet pas de relation de cointégration contre l'hypothèse où r existe au moins une relation de cointégration. Les résultats figurent dans le tableau suivant :

Tableau 3.6: Test de cointégration de la trace

Date: 06/16/22 Time: 13:43
 Sample (adjusted): 1982 2019
 Included observations: 38 after adjustments
 Trend assumption: No deterministic trend
 Series: LOGCE LOGCEH LOGPIBR
 Lags interval (in first differences): 1 to 1

Unrestricted Cointegration Rank Test (Trace)

Hypothesized No. of CE(s)	Eigenvalue	Trace Statistic	0.05 Critical Value	Prob.**
None *	0.421478	27.99818	24.27596	0.0162
At most 1	0.163401	7.201568	12.32090	0.3055
At most 2	0.011043	0.421984	4.129906	0.5794

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

²⁴ Régis Bourbonnais (2015), « Économétrie : cours et exercices corrigés », édition Dunod, page 313.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Les résultats du test de cointégration indiquent l'existence d'une relation à long terme entre la consommation d'électricité et les variables explicatives. Ce qui induit l'estimation d'un modèle à correction d'erreur (VECM).

Étape (2) : Estimations d'un modèle VECM

Après la stationnarité des séries, on passe à la construction du modèle VAR, ce modèle permet de décrire et d'analyser les effets d'une variable sur les liaisons qu'il existe entre elles.

Tableau 3.7: Estimations du modèle VECM (1)

Vector Error Correction Estimates
Date: 06/16/22 Time: 12:39
Sample (adjusted): 1982 2019
Included observations: 38 after adjustments
Standard errors in () & t-statistics in []

Cointegrating Eq:	CointEq1		
LOGCE(-1)	1.000000		
LOGCEH(-1)	2.557442 (1.88424) [1.35728]		
LOGPIBR(-1)	-5.044012 (2.43696) [-2.06980]		
C	15.45544 (7.93726) [1.94720]		
Error Correction:	D(LOGCE)	D(LOGCEH)	D(LOGPIBR)
CointEq1	-0.106159 (0.04219) [-2.51633]	-0.041798 (0.01302) [-3.21053]	-0.023882 (0.00622) [-3.83709]
D(LOGCE(-1))	-0.116498 (0.16045) [-0.72607]	-0.013801 (0.04951) [-0.27873]	-0.071553 (0.02367) [-3.02274]
D(LOGCEH(-1))	-0.200097 (0.55160) [-0.36276]	-0.164525 (0.17022) [-0.96654]	-0.032772 (0.08138) [-0.40271]
D(LOGPIBR(-1))	0.559604 (1.16043) [0.48224]	0.222791 (0.35810) [0.62214]	0.380174 (0.17120) [2.22064]
R-squared	0.214078	0.084645	0.322878
Adj. R-squared	0.144732	0.003878	0.263132
Sum sq. resids	0.726060	0.069144	0.015803
S.E. equation	0.146132	0.045096	0.021559
F-statistic	3.087103	1.048020	5.404174
Log likelihood	21.27681	65.95423	93.99786
Akaike AIC	-0.909306	-3.260749	-4.736729
Schwarz SC	-0.736928	-3.088371	-4.564352
Mean dependent	0.077358	0.038991	0.026274
S.D. dependent	0.158014	0.045184	0.025115
Determinant resid covariance (dof adj.)	1.75E-08		
Determinant resid covariance	1.25E-08		
Log likelihood	183.9700		
Akaike information criterion	-8.840525		
Schwarz criterion	-8.151015		

Source : Résultats obtenu a partir de logiciel « EVIEWS 7 ».

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

• **Interprétation du modèle VECM**

Les résultats de l'estimation montrent que le coefficient de force de rappel est significatif et de signes négatifs, ce qui valide la représentation **VECM**, cette force de modèle égal à **(-0.106)** elle représente la vitesse avec laquelle tous déséquilibres entre les trois variables (CE, PIBR et CEH) sera résorbée dans l'année suivante.

À long terme les consommations d'électricité est impactée par le PIB, ce qui logique d'un point de vue économique, puisque plus la croissance économique augmente, plus l'investissement augmente, plus la demande augmente et le chômage recule, ce qui engendre une amélioration du niveau de vie des ménages et des entreprises et par conséquent l'augmentation de la consommation d'énergie en général et d'électricité en particulier.

Le modèle à correction d'erreur a l'avantage d'une part, d'utiliser les séries brut permettent ainsi de garder toute les informations, et d'autre part de donner une bonne estimation avec les équations de long et court terme

3.2. Validation du modèle VECM

A. Le test de normalité des résidus

L'hypothèse de normalité pour le terme d'erreur spécifie la distribution statistique de l'estimateur. Par conséquent, c'est à cause de cette hypothèse que l'inférence statistique peut être faite. Cette hypothèse peut être testée sur les variables du modèle ou sur le terme d'erreur du modèle. Ce test est réalisé à partir des statistiques de [Jarque-Bera \(JB\) \(1980\)](#) et suit la loi du chi carré à deux degrés de liberté au seuil de 5%. Il peut savoir si les autres variables du modèle suivent une distribution normale. Les résultats de notre test prouvent que les résidus sont normaux car les statistiques de Jarque-Bera sont toutes inférieures au seuil de 5%, on accepte donc l'hypothèse de normalité des résidus. Ce résultat conforte donc le choix de la forme fonctionnelle des erreurs.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Tableau 3.7 : Test de normalité

VAR Residual Normality Tests
 Orthogonalization: Cholesky (Lutkepohl)
 Null Hypothesis: residuals are multivariate normal
 Date: 06/16/22 Time: 21:26
 Sample: 1980 2019
 Included observations: 38

Component	Skewness	Chi-sq	df	Prob.
1	3.271902	67.80051	1	0.0000
2	-0.535125	1.813608	1	0.1781
3	-0.304540	0.587384	1	0.4434
Joint		70.20150	3	0.0000

Component	Kurtosis	Chi-sq	df	Prob.
1	16.12510	272.7580	1	0.0000
2	2.890157	0.019104	1	0.8901
3	4.405919	3.129630	1	0.0769
Joint		275.9067	3	0.0000

Component	Jarque-Bera	df	Prob.
1	340.5585	2	0.0000
2	1.832712	2	0.4000
3	3.717014	2	0.1559
Joint	346.1082	6	0.0000

Source : Résultats obtenu a partir de logiciel « EVIEWS 7 ».

B. Le test d'autocorrélation des résidus (LM) :

Le test d'autocorrélation des erreurs nous indique si les erreurs ne sont pas corrélées. La présence de l'autocréation résiduelle rend caduque les commentaires concernant la validité du modèle et les tests statistiques. Il convient de détecter l'autocréation des erreurs par le test *Durbin-Watson*. Mais dans le cas du modèle autorégressif, on remplace ce test par le LM test.

Tableau 3.8 : Test d'autocorrélation

VEC Residual Serial Correlation LM T...
 Null Hypothesis: no serial correlation ...
 Date: 06/16/22 Time: 12:51
 Sample: 1980 2019
 Included observations: 38

Lags	LM-Stat	Prob
1	13.32808	0.1483

Probs from chi-square with 9 df.

Source : Résultats obtenu a partir de logiciel « EVIEWS 7 ».

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Dans le tableau ci-dessus on remarque que la probabilité de commettre une erreur de première espèce est supérieure à la valeur critique au seuil de 5%. Cela se traduit par une absence d'autocorrélation entre les erreurs. Donc les erreurs sont indépendantes.

C. Le teste d'hétéroscédasticité des résidus (WHITE)

Effectué à l'aide du test de White dans le cadre de notre travail, ce test permet de savoir si les erreurs sont **homoscédastiques** ou non. L'**hétéroscédasticité** qualifie les données (Ou séries) qui n'ont pas une variance constante. Or, les séries doivent être homoscédastiques pour présenter les meilleurs estimateurs.

Ce test repose sur deux hypothèses : l'hypothèse nulle selon laquelle les erreurs sont homoscédastiques (la probabilité > 0,05), contre l'hypothèse par laquelle les erreurs sont hétéroscédastiques (la probabilité < 0,05).

Tableau 3.9 : Test d'hétéroscédasticité

VAR Residual Heteroskedasticity Tests: No Cross Terms (only levels and squares)
 Date: 06/16/22 Time: 22:00
 Sample: 1980 2019
 Included observations: 38

Joint test:		
Chi-sq	df	Prob.
61.85904	36	0.0047

Individual components:					
Dependent	R-squared	F(6,31)	Prob.	Chi-sq(6)	Prob.
res1*res1	0.189628	1.209005	0.3280	7.205859	0.3022
res2*res2	0.113578	0.662009	0.6806	4.315964	0.6340
res3*res3	0.235364	1.590357	0.1832	8.943813	0.1768
res2*res1	0.509167	5.359666	0.0007	19.34836	0.0036
res3*res1	0.326006	2.499074	0.0434	12.38821	0.0538
res3*res2	0.035998	0.192937	0.9765	1.367941	0.9678

Source : Résultats obtenu a partir de logiciel « EVIEWS 7 ».

Dans notre cas, l'hypothèse de hétéroscédastiques est acceptée dans la mesure où la probabilité de commettre une erreur est égale à, **p = 0.0047** inférieur à 5%. Donc les carrées

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

des résidus ne peuvent pas être expliqués par les variables de modèle (CE , PIBR , CEH) .
Les estimations obtenues ne sont pas optimales.

3.3. Étude de la causalité :

La mise en évidence de la relation causale entre les variables économiques permet une meilleure compréhension des phénomènes économiques

Tableau 3.10 : Test de causalité

Pairwise Granger Causality Tests
Date: 06/16/22 Time: 22:01
Sample: 1980 2019
Lags: 1

Null Hypothesis:	Obs	F-Statistic	Prob.
LOGCE does not Granger Cause LOGCEH	39	0.83119	0.3680
LOGCEH does not Granger Cause LOGCE		4.02514	0.0524
LOGPIBR does not Granger Cause LOGCEH	39	7.58409	0.0092
LOGCEH does not Granger Cause LOGPIBR		0.89294	0.3510
LOGPIBR does not Granger Cause LOGCE	39	4.68450	0.0371
LOGCE does not Granger Cause LOGPIBR		3.38411	0.0741

Source : Résultats obtenu a partir de logiciel « EVIEWS 7 ».

A partir du tableau ci- dessus, nous constatons qu'il y a une relation unidirectionnelle entre le produit intérieur brut réel et la consommation d'électricité ; le PIBR cause la CE, au seuil de 5% pour la période étudiée ; car la probabilité associée (**p= 0.009**) est inférieure à 5%.

Ce qui signifie que l'augmentation de produit intérieur brut réel, influence positivement sur la consommation d'électricité, et par conséquent la qualité de vie. Ceci est cohérent avec la réalité économique.

La même chose, on remarque que le PIBR cause au sens de **Granger** également la consommation d'électricité par habitant, donc il existe une relation unidirectionnelle au seuil de 5%.

Pour les autres variables, le test élimine toute relation de causalité car dans tous les cas de figure leur probabilité est supérieure à la valeur critique au seuil de 5%.

Chapitre 3 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie

Conclusion

L'objectif de cette étude empirique consiste à détecter l'impact de la croissance économique sur la consommation d'énergie électrique en Algérie.

La procédure que nous avons choisi pour ce faire repose d'abord, afin de mieux suivre l'évolutions de nos variables fans le temps , à déterminer la stationnarité de chaque série en utilisant le test de racine unitaire de **ADF**; les résultats obtenus ont révélé que nos séries sont non stationnaires en niveau suivent un processus **DS**, ont due être différenciées être stationnaires, puis nous avons effectué un test de cointégration au sens de **Johansen**, le test de la trace qui nous a mis en évidence l'existence d'une seule relation entre les variables, nous avons par la suite estimé et interprété notre modèle

CONCLUSION GENERALE

L'étude de la relation qui lie la consommation d'énergie à la croissance économique constitue toujours une thématique qui occupe les économistes et les économètres.

En Algérie comme à travers le monde, la consommation d'énergie et d'électricité est étroitement liée à divers indicateurs de la qualité de vie et du développement. Elle est devenue ces dernières décennies la plus grande préoccupation des autorités publiques.

Pour atteindre l'objectif de notre étude, nous avons commencé par prendre connaissance des différentes notions et concepts des termes croissance et énergie, avec une revue littérature théorique et empirique portant sur notre thème de recherche, ensuite une description du profil énergétique nationale, et enfin une démarche méthodologique des théories des séries temporelles, qui nous a aidé à bien comprendre ce que nous devons faire pour la suite de notre travail.

Dans ce travail, nous avons utilisé le logiciel **Eviews7**, dont nous avons peu de maîtrise, comme logiciel d'économétrie, expert en séries temporelles, et que nous avons développé à l'utiliser durant cette étude.

Notre principale tâche consiste à collecter des données sur le site de l'ONS, de la banque mondiale et de ministère des mines, caractérisant le contexte de notre problématique, ensuite nous devons accoster nos questionnements à la réalité en procédant à une étude macro-économétrique.

Après avoir estimé le modèle vectoriel à correction d'erreur (**VECM**) des variables étudiées, à savoir le produit intérieur brut réel, la consommation d'électricité et la consommation d'électricité par habitant, on a été en mesure d'analyser les éventuelles relations pouvant exister entre les variables, à l'aide du test d'autocorrélation des résidus, de test d'hétéroscédasticité, et du test de la normalité nous avons pu valider notre modèle.

Les principaux résultats issus de cette modélisation ont révélé que :

Le produit intérieur brut réel a un impact positif à long terme sur la consommation d'électricité et la consommation d'électricité par habitant.

La croissance économique constitue un élément clé dans l'explication de l'évolution de la consommation d'électricité en Algérie, la demande en énergie électrique s'accroît avec l'accroissement du PIB.

En effet, un PIB élevé sera synonyme de motivation dans l'activité économique ; investissement, dépenses publiques notamment en terme d'infrastructures, subvention et d'emploi, ce qui engendrait en contre partie une forte demande en électricité.

Ces résultats confirment les hypothèses que nous avons émises dans le cadre de notre problématique .

Annexes :

○ Dickey Fuller

• Modele [3] :

Null Hypothesis: LOGCE has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic				
Test critical values:				
	1% level		-4.211868	
	5% level		-3.529758	
	10% level		-3.196411	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LOGCE) Method: Least Squares Date: 06/16/22 Time: 20:31 Sample (adjusted): 1981 2019 Included observations: 39 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGCE(-1)	-0.199819	0.075786	-2.636607	0.0123
C	1.527541	0.523216	2.919520	0.0060
@TREND(1980)	0.009470	0.005398	1.754368	0.0879
R-squared	0.224341	Mean dependent var		0.078619
Adjusted R-squared	0.181249	S.D. dependent var		0.156120
S.E. of regression	0.141265	Akaike info criterion		-1.002556
Sum squared resid	0.718408	Schwarz criterion		-0.874590
Log likelihood	22.54984	Hannan-Quinn criter.		-0.956643
F-statistic	5.206072	Durbin-Watson stat		2.046606
Prob(F-statistic)	0.010329			

Null Hypothesis: LOGPIBR has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic				
Test critical values:				
	1% level		-4.219126	
	5% level		-3.533083	
	10% level		-3.198312	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LOGPIBR) Method: Least Squares Date: 06/16/22 Time: 20:33 Sample (adjusted): 1982 2019 Included observations: 38 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGPIBR(-1)	-0.115650	0.065296	-1.771152	0.0855
D(LOGPIBR(-1))	0.407981	0.164487	2.480333	0.0182
C	0.898196	0.496791	1.807995	0.0795
@TREND(1980)	0.003102	0.001835	1.690624	0.1001
R-squared	0.188120	Mean dependent var		0.026274
Adjusted R-squared	0.116484	S.D. dependent var		0.025115
S.E. of regression	0.023607	Akaike info criterion		-4.555228
Sum squared resid	0.018948	Schwarz criterion		-4.382851
Log likelihood	90.54934	Hannan-Quinn criter.		-4.493898
F-statistic	2.626039	Durbin-Watson stat		1.894084
Prob(F-statistic)	0.066175			

Null Hypothesis: LOGCEH has a unit root Exogenous: Constant, Linear Trend Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)				
			t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic				
Test critical values:				
	1% level		-4.211868	
	5% level		-3.529758	
	10% level		-3.196411	
*Mackinnon (1996) one-sided p-values.				
Augmented Dickey-Fuller Test Equation Dependent Variable: D(LOGCEH) Method: Least Squares Date: 06/16/22 Time: 20:34 Sample (adjusted): 1981 2019 Included observations: 39 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGCEH(-1)	-0.130501	0.087314	-1.494621	0.1437
C	0.791051	0.505009	1.566408	0.1260
@TREND(1980)	0.004900	0.003214	1.524502	0.1361
R-squared	0.060644	Mean dependent var		0.040450
Adjusted R-squared	0.008458	S.D. dependent var		0.045507
S.E. of regression	0.045314	Akaike info criterion		-3.276578
Sum squared resid	0.073922	Schwarz criterion		-3.148612
Log likelihood	66.89328	Hannan-Quinn criter.		-3.230665
F-statistic	1.162068	Durbin-Watson stat		2.014318
Prob(F-statistic)	0.324296			

- **Modèle [2] :**

Null Hypothesis: LOGCEH has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.005410	0.9523
Test critical values:		
1% level	-3.610453	
5% level	-2.938987	
10% level	-2.607932	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGCEH)
Method: Least Squares
Date: 06/16/22 Time: 20:35
Sample (adjusted): 1981 2019
Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGCEH(-1)	-9.64E-05	0.017825	-0.005410	0.9957
C	0.041078	0.116144	0.353679	0.7256

R-squared	0.000001	Mean dependent var	0.040450
Adjusted R-squared	-0.027026	S.D. dependent var	0.045507
S.E. of regression	0.046118	Akaike info criterion	-3.265300
Sum squared resid	0.078695	Schwarz criterion	-3.179990
Log likelihood	65.67336	Hannan-Quinn criter.	-3.234692
F-statistic	2.93E-05	Durbin-Watson stat	2.162475
Prob(F-statistic)	0.995713		

Null Hypothesis: LOGCE has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 9 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	0.141478	0.9637
Test critical values:		
1% level	-3.670170	
5% level	-2.963972	
10% level	-2.621007	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGCE)
Method: Least Squares
Date: 06/16/22 Time: 20:36
Sample (adjusted): 1990 2019
Included observations: 30 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGCE(-1)	0.004563	0.032255	0.141478	0.8890
D(LOGCE(-1))	-0.775022	0.165892	-4.671848	0.0002
D(LOGCE(-2))	-0.545795	0.197880	-2.758217	0.0125
D(LOGCE(-3))	-0.405832	0.186884	-2.171569	0.0428
D(LOGCE(-4))	-0.081886	0.142383	-0.575111	0.5720
D(LOGCE(-5))	0.110058	0.066332	1.659199	0.1135
D(LOGCE(-6))	0.025482	0.066808	0.381417	0.7071
D(LOGCE(-7))	-0.035214	0.065735	-0.535696	0.5984
D(LOGCE(-8))	0.008156	0.066206	0.123188	0.9033
D(LOGCE(-9))	-0.284057	0.065184	-4.357772	0.0003
C	0.109555	0.276666	0.395984	0.6965

Null Hypothesis: LOGPIBR has a unit root
Exogenous: Constant
Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.570153	0.8655
Test critical values:		
1% level	-3.615588	
5% level	-2.941145	
10% level	-2.609066	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGPIBR)
Method: Least Squares
Date: 06/16/22 Time: 20:38
Sample (adjusted): 1982 2019
Included observations: 38 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGPIBR(-1)	-0.007282	0.012772	-0.570153	0.5722
D(LOGPIBR(-1))	0.356966	0.165932	2.151281	0.0384
C	0.076076	0.104307	0.729351	0.4706

R-squared	0.119869	Mean dependent var	0.026274
Adjusted R-squared	0.069576	S.D. dependent var	0.025115
S.E. of regression	0.024226	Akaike info criterion	-4.527142
Sum squared resid	0.020541	Schwarz criterion	-4.397859
Log likelihood	89.01570	Hannan-Quinn criter.	-4.481144
F-statistic	2.383414	Durbin-Watson stat	1.849641
Prob(F-statistic)	0.107047		

- **Modele [1]**

Null Hypothesis: LOGPIBR has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	6.599339	1.0000
Test critical values:		
1% level	-2.625606	
5% level	-1.949609	
10% level	-1.611593	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGPIBR)
Method: Least Squares
Date: 06/16/22 Time: 20:39
Sample (adjusted): 1981 2019
Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGPIBR(-1)	0.003214	0.000487	6.599339	0.0000

R-squared	-0.006974	Mean dependent var	0.026366
Adjusted R-squared	-0.006974	S.D. dependent var	0.024789
S.E. of regression	0.024876	Akaike info criterion	-4.524558
Sum squared resid	0.023514	Schwarz criterion	-4.481902
Log likelihood	89.22888	Hannan-Quinn criter.	-4.509254
Durbin-Watson stat	1.276684		

Null Hypothesis: LOGCE has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 9 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	5.608217	1.0000
Test critical values:		
1% level	-2.644302	
5% level	-1.952473	
10% level	-1.610211	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGCE)
Method: Least Squares
Date: 06/16/22 Time: 20:40
Sample (adjusted): 1990 2019
Included observations: 30 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGCE(-1)	0.017275	0.003080	5.608217	0.0000
D(LOGCE(-1))	-0.793269	0.155968	-5.086093	0.0001
D(LOGCE(-2))	-0.563351	0.188740	-2.984800	0.0073
D(LOGCE(-3))	-0.417862	0.180470	-2.315415	0.0313
D(LOGCE(-4))	-0.084233	0.139228	-0.604996	0.5520
D(LOGCE(-5))	0.118541	0.061440	1.929377	0.0680
D(LOGCE(-6))	0.033527	0.062288	0.538257	0.5963
D(LOGCE(-7))	-0.028085	0.061874	-0.453907	0.6548
D(LOGCE(-8))	0.015151	0.062446	0.242634	0.8108
D(LOGCE(-9))	-0.277754	0.061864	-4.489763	0.0002

R-squared	0.724886	Mean dependent var	0.046609
Adjusted R-squared	0.601084	S.D. dependent var	0.089508
S.E. of regression	0.056533	Akaike info criterion	-2.646774
Sum squared resid	0.063920	Schwarz criterion	-2.179709
Log likelihood	49.70162	Hannan-Quinn criter.	-2.497356
Durbin-Watson stat	1.771278		

Null Hypothesis: LOGCEH has a unit root
Exogenous: None
Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	5.530130	1.0000
Test critical values:		
1% level	-2.625606	
5% level	-1.949609	
10% level	-1.611593	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
Dependent Variable: D(LOGCEH)
Method: Least Squares
Date: 06/16/22 Time: 20:41
Sample (adjusted): 1981 2019
Included observations: 39 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LOGCEH(-1)	0.006195	0.001120	5.530130	0.0000

R-squared	-0.003380	Mean dependent var	0.040450
Adjusted R-squared	-0.003380	S.D. dependent var	0.045507
S.E. of regression	0.045584	Akaike info criterion	-3.313207
Sum squared resid	0.078961	Schwarz criterion	-3.270552
Log likelihood	65.60754	Hannan-Quinn criter.	-3.297903
Durbin-Watson stat	2.169345		

- **La première différenciation**

Null Hypothesis: D(LOGCEH) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.583356	0.0112
Test critical values:		
1% level	-2.628961	
5% level	-1.950117	
10% level	-1.611339	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGCEH,2)
 Method: Least Squares
 Date: 06/16/22 Time: 20:42
 Sample (adjusted): 1983 2019
 Included observations: 37 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGCEH(-1))	-0.417487	0.161606	-2.583356	0.0141
D(LOGCEH(-1),2)	-0.441256	0.142349	-3.099822	0.0038

R-squared	0.499460	Mean dependent var	-0.001596
Adjusted R-squared	0.485159	S.D. dependent var	0.068699
S.E. of regression	0.049293	Akaike info criterion	-3.129525
Sum squared resid	0.085044	Schwarz criterion	-3.042448
Log likelihood	59.89621	Hannan-Quinn criter.	-3.098826
Durbin-Watson stat	2.183122		

Null Hypothesis: D(LOGCE) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 9 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-0.613684	0.4428
Test critical values:		
1% level	-2.647120	
5% level	-1.952910	
10% level	-1.610011	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGCE,2)
 Method: Least Squares
 Date: 06/16/22 Time: 20:43
 Sample (adjusted): 1991 2019
 Included observations: 29 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGCE(-1))	-0.171108	0.278821	-0.613684	0.5467
D(LOGCE(-1),2)	-0.961798	0.283813	-3.388848	0.0031
D(LOGCE(-2),2)	-0.836756	0.282492	-2.962055	0.0080
D(LOGCE(-3),2)	-0.616293	0.236333	-2.607730	0.0173
D(LOGCE(-4),2)	-0.202422	0.172133	-1.175959	0.2541
D(LOGCE(-5),2)	0.089263	0.153472	0.581622	0.5677
D(LOGCE(-6),2)	0.052254	0.139852	0.373639	0.7128
D(LOGCE(-7),2)	0.006473	0.123825	0.052274	0.9589
D(LOGCE(-8),2)	0.039881	0.106606	0.374101	0.7125
D(LOGCE(-9),2)	-0.233898	0.082148	-2.847264	0.0103

R-squared	0.871382	Mean dependent var	-0.003467
Adjusted R-squared	0.810458	S.D. dependent var	0.159525
S.E. of regression	0.069451	Akaike info criterion	-2.229581
Sum squared resid	0.091646	Schwarz criterion	-1.758099
Log likelihood	42.32892	Hannan-Quinn criter.	-2.081919
Durbin-Watson stat	2.427242		

Null Hypothesis: D(LOGCEH) has a unit root
 Exogenous: None
 Lag Length: 1 (Automatic - based on SIC, maxlag=9)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-2.583356	0.0112
Test critical values:		
1% level	-2.628961	
5% level	-1.950117	
10% level	-1.611339	

*Mackinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation
 Dependent Variable: D(LOGCEH,2)
 Method: Least Squares
 Date: 06/16/22 Time: 20:45
 Sample (adjusted): 1983 2019
 Included observations: 37 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOGCEH(-1))	-0.417487	0.161606	-2.583356	0.0141
D(LOGCEH(-1),2)	-0.441256	0.142349	-3.099822	0.0038

R-squared	0.499460	Mean dependent var	-0.001596
Adjusted R-squared	0.485159	S.D. dependent var	0.068699
S.E. of regression	0.049293	Akaike info criterion	-3.129525
Sum squared resid	0.085044	Schwarz criterion	-3.042448
Log likelihood	59.89621	Hannan-Quinn criter.	-3.098826
Durbin-Watson stat	2.183122		

Références bibliographiques

- Abbas.F, Benchalal.A, « L'impact de la chute des prix du pétrole sur la croissance économique en Algérie », mémoire master en sciences économiques, université de Bejaia, 2016.
- Abdennour F, Belhaddad L « croissance Hors Hydrocarbures, emploi et productivité en Algérie »,mémoire de master en sciences économiques, Université de Bejaia, 2021.
- AMARDJIA-A « Algérie énergie solaire et hydrogène développement durable », édition OPU, année 2007.
- Benhamouda.Y, Khelifa.H, « Evolution de la consommation d'électricité par le secteur ménages en Algérie », revue intégration économique, édition 2021.
- BENHEMOUDI Meriem « la production de l'énergie électrique destinée à la consommation industrielle et sa contribution à la croissance hors hydrocarbures en Algérie », mémoire magistère Université de Bejaia, chapitre 1 (2017).
- Benhamouda.Y, Khelifa.H, « Evolution de la consommation d'électricité par le secteur ménages en Algérie », revue intégration économique, édition 2021.
- Benkhelouf M, Benamara L, "L'industrie des énergies renouvelables en Algérie (cas UNISOLAR Algérie)", mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2020
- Bourbonnais R, « Économétrie », 9^{ème}édition, DUNOD, Paris, 2015.
- Bouzgou.H, « Modélisation des séries temporelles par les processus autoregressifs «application a la prédiction de la consommation électrique », mémoire de master en sciences économiques, université m'sila, 2016.
- Deradera M, "Le GPL/c El Algérie : situation actuelle et perspectives", mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2019.
- Hanouz S, "Les déterminants de la demande des carburants en Algérie : essai de modélisation ", mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2016.
- Hélène H, « Économétrie des séries temporelles », HAL open science, France, 2016.

- « Les grandeurs électrique et unité de mesure », support de cours : mesures électrique.
- "Modes de consommation et de production durables en Algérie : état des lieux", plan national d'action MCPD , document 1, septembre 2015.
- Moussaoui. H, Ouali. S, « L'analyse de la contribution de la rente pétrolière à lacroissance hors hydrocarbures en Algérie » mémoire de master en sciences économiques, Université de Bejaia, 2013.
- ministère de l'énergie et des mines.
- "Programme Algérien de développement des énergies nouvelles et renouvelables et de l'efficacité énergétique, N°20, avril 2011.
- Rabia N, Ramda H, "Rôle de la transition énergétique dans l'économie national: cas Algérie ", mémoire Master en sciences économiques, université de Bejaia, 2020.
- Sidi oufela .A , Abbane. S, "Évaluation de la puissance aérodynamique d'une éolienne à axe horizontal", mémoire master université de Tizi Ouzou, 2013.
- Sonelgaz (2020), « Enjeux de l'économie d'énergie pour le modèle énergétique en Algérie.
- Tewfik H, Redouane M et Nassim Z, " L'Algérie 100% énergies renouvelables, FRIEDRICH EBERT STIFTUNG, janvier 2021
- Yaiche.E, Chetioui.L, « Étude économétrique du lien entre la consommation d'énergie et la croissance économique en Algérie (1980-2014) », mémoire de master en sciences économiques, Université de Bejaia,2016.
- <https://www.banquemondiale.org>
- <http://www.countryeconomy.com>
- <https://www.construction21.org/algerie/company/h/aprue.html#:~:text=L'Agence%20Nationale%20pour%20la,du%20Minist%C3%A8re%20de%20l'Energie>
- [https://www.energy.gov.dz.](https://www.energy.gov.dz)
- <https://www.ons.dz>
- <https://nrme.net/detail1373952123.html>

- <https://www.technologuepro.com/mesure-électrique/les-grandeurs-électrique-et-unités-de-mesure.pdf>.

Liste des illustrations

Liste des tableaux

Tableau 1.1 : Grandeurs et unités de base.

Tableau 1.2 : Les centrales hydroélectriques en Algérie.

Tableau 1.3 : Les centrales thermiques en Algérie.

Tableau 1.4 : Les centrales solaires en Algérie.

Tableau 1.5 : Les centraux solaires gaz à effet de serre en Algérie.

Tableau 2.1 : Consistance du programme des énergies renouvelables.

Tableau 3.1 : Détermination de nombre de retard pour les différentes séries.

Tableau 3.2 : Test de significativité de la tendance.

Tableau 3.3 : Test de significativité de la constante.

Tableau 3.4 : Test de racine unitaire d'ADF.

Tableau 3.5 : Test de spécification.

Tableau 3.6: Test de cointégration de la trace.

Tableau 3.7: Estimations du modèle VECM (1)

Tableau 3.8: Test de normalité

Tableau 3.9: Test d'autocorrélation

Tableau 3.10 : Test d'hétéroscédacité

Tableau 3.11 : Test de causalité

Liste des figures

Figure 1.1 : Schéma démonstratif de la classification d'énergie.

Figure 1.2 : Exemple de barrage.

Figure 1.3 : Éolienne.

Figure 1.4 : Centrale thermique.

Figure 1.5 : Parc photovoltaïques.

Figure 2.1 : pénétration des énergies renouvelables dans la production nationale en TWh.

Figure 2.2 : Production d'électricité (GWh) Algérie 2010-2020.

Figure 2.3 : La consommation d'électricité (GWh) Algérie 2010-2020.

Figure 2.4 : Présentation du système électrique nationale (fin 2020).

Table des matières :

Remerciements

Dédicaces

Liste des abréviations

Sommaire

Introduction générale.....	1
Chapitre 01 : Généralités sur l'énergie.....	3
Introduction.....	3
Section N°1 : Généralités sur l'énergie.....	3
1.1.Définition de l'énergie.....	4
1.2.Classification d'énergies.....	5
Section N°2 : L'énergie électrique.....	5
2.1. Définition.....	5
2.2. Le développement industriel et domestique de l'électricité.....	5
2.3. Le moteur et la lampe électrique fondation de la seconde révolution industrielle.....	6
2.4. L'invention du compteur.....	6
2.5. Grandeurs et unités de mesures.....	6
2.6. Les centrales de production d'électricité en Algérie.....	9
Conclusion.....	14
Chapitre 02 : Consommation d'énergie électrique et croissance économique en Algérie :	
Description et analyse.....	15
Introduction.....	15
Section N°1 : La politique énergétique en Algérie.....	15

1.1.Le modèle de consommation énergétique nationale.....	15
1.2.Mise en œuvre du modèle de consommation énergétique nationale.....	18
Section N°2 : La consommation d'énergie électrique en Algérie.....	24
2.1. La production et la consommation d'électricité en Algérie.....	24
2.2. Transport et distribution d'électricité en Algérie.....	26
2.3. Les pertes d'électricité en Algérie.....	27
Section N°3 : La croissance économique en Algérie.....	27
3.1. Définition de la croissance économique.....	27
3.2. Les caractéristiques de la croissance économique.....	28
3.3. Les mesures de la croissance.....	29
3.4. La croissance économique en Algérie.....	31
Conclusion.....	32

Chapitre 03 : Modélisation économétrique de la relation : consommation d'énergie

électrique et croissance économique en Algérie.....33

Introduction.....	33
Section N°1 : Présentation des méthodes d'analyse des séries chronologique.....	33
1.1.Définition des séries chronologiques.....	33
1.2.Etude de la stationnarité des séries.....	37
1.3.Modalisation VAR.....	40
1.4.Les méthodes de test de la cointégration.....	44
Section N°2 : Présentation des données et analyse uni-variée des variables.....	44
2.1. Présentation des données et choix des variables.....	44
2.2. Etude de la stationnarité.....	45
2.3. Test de racine unitaire ADF.....	46
Section N°3 : Analyse uni-variée des séries.....	47
3.1. Estimation de modèle vectoriel.....	48

3.2. Validation du modèle VECM.....	51
3.3. Etude de la causalité.....	54
Conclusion.....	55
Conclusion générale.....	56
Annexe.....	58
Références bibliographiques.....	62
Liste des illustrations.....	65
Table des matières	67
Résumé	

Résumé

L'objectif assigné à ce travail est d'examiner d'une manière empirique la relation entre la croissance économique et la consommation d'énergie électrique en Algérie.

À cet effet, nous avons estimé le modèle VECM. Les résultats obtenus indiquent l'existence d'une relation de causalité unidirectionnelle allant du PIBR vers la CE et la CEH à long terme.

Mots clés : Consommation d'électricité, croissance économique, Algérie, cointégration, VECM, causalité.

تلخيص:

الهدف من هذا العمل هو إجراء دراسة تجريبية للعلاقة بين النمو الاقتصادي واستهلاك الطاقة الكهربائية، لهذا الغرض، قدرنا نموذج VECM تشير النتائج التي تم الحصول عليها إلى وجود علاقة سببية أحادية الاتجاه من PIBR إلى CE و CEH على المدى الطويل.

الكلمات المفتاحية: استهلاك الكهرباء، النمو الاقتصادي، الجزائر، التكامل المشترك، السببية.

Abstract:

The objective assigned to this work is to empirically examine the relationship between economic growth and the consumption of electrical energy,

For this purpose, we estimated the VECM model. The results obtained indicate the existence of a unidirectional causal relationship from GDP to EC and ECC in the long term.

Keywords: Electricity consumption, economic growth, Algeria, cointegration, VECM, causality.