

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

**CAPITAL HUMAIN ET CONSOMMATION D'ENERGIE : ETUDE ECONOMETRIQUE EN
DONNEES DE PANEL POUR LE CAS DES PAYS MAGHREBINS.**

Préparé par :

- M^{elle} HALFAOUI Nacera
- M^{elle} IDIRI Naouel

Dirigé par :

Dr. BOUZNIT Mohammed

Jury :

Examineur 1 : Mr ABDERRAHMANI Fares

Examineur 2 : Mme BENAHMED Kafia

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Nous remercions le bon Dieu le tout puissant de nous avoir donné la force nécessaire et la patience qui nous a permis de mener à bien ce modeste travail.

Nous tenons à exprimer notre gratitude et nos remerciements les plus sincères à notre enseignant et promoteur M^r BOUZNIT Mohammed, pour sa sympathie, sa disponibilité, ses conseils et son aide durent tout au long de ce travail.

Nous remercions également les membres de jury d'avoir consacré de leur temps pour l'évaluation de notre modeste travail.

Toutes nos reconnaissances sont destinées à tous nos enseignants, tout au long de notre carrière.

Enfin, nos chaleureux remerciements s'adressent à nos familles et amis (es) pour leurs soutiens et patience.

Dédicaces

Tout d'abord Grace au dieu qui m'a donnée le courage, la force et la patience pour accomplir Ce modeste travail, que je le dois à mes très chers parents qui m'ont fourni au quotidien un soutien et une confiance sans faille et de ce fait, je ne saurais exprimer ma gratitude seulement par des mots. Que dieux vous protège et vous garde pour nous

À ma chère grande mère yaya Nouera qui nous a quittés subitement cette année, elle a apprécié et attendait cet événement avec passion. Maintenant Je n'ai qu'a prié Dieu le tout-puissant pour qu'il fasse miséricorde, et t'accorde son plus haut paradis.

À mon précieux frère Djamel, ainsi qu'a petite adorable sœur Thinhinane, les mots ne peuvent résumer ma reconnaissance à vous égards

À mes belles chères amies, FATIMA, SABRINA, HANIFA, CHADIA, DIMA, et FAHIMA, pour leur fidélité à tous mes amis avec lesquels j'ai partagé mes moments de joie et de bonheur que toute personne m'ayant aidé de près ou de loin, trouve ici l'expression de ma reconnaissance.

NAOUEL

Dédicaces

Je dédie ce mémoire, le tout dernier mémoire dans notre famille :

A ma mère et mon père, ainsi mes frères et sœurs, « Wahiba, Fouad, Samir, Taous, Nawel, Hassiba et Siham » et à ma belle-sœur « Taous », pour leur amour, leurs conseils, leurs présence ainsi que leurs soutiens inconditionnel, à la fois moral et économique, qui m'a permis de réaliser mon projet d'étude et par conséquent ce mémoire. Sans oublier mes très chers neveux et nièce « Danyl, Rayan, Yacine et Yanis », et enfin ma toute petite ange « Zahra ». Et a toute ma grande famille, à mon oncle « Mohand Laid » et mes chers cousins « Farida, Hamza, Samira et ma très chère Hanane ».

Et un spécial dédicace à mon oncle « Abdelkader » et sa femme « Nadira » ainsi leurs enfants « Dyhia, Ounissa, Djigou et Adem ».

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers mes amis (es) « M et D » qui m'ont apportés leur soutien moral et intellectuel tout au long de mon parcours et qui sont toujours présent à tout moment.

Nacera

SOMMAIRE

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures et graphes

Introduction générale.....01

Chapitre I : Capital humain-Consommation d'énergie : Aspects théoriques.....06

1. Indicateurs du capital humain.....07

2. Indicateurs de l'énergie.....14

3. Relation entre capital humain et consommation d'énergie.....18

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au capital humain et la consommation d'énergie en Algérie, au Maroc et en Tunisie.....25

1. Etude descriptive de l'évolution du capital humain dans les trois pays du Maghreb.....26

2. Consommation d'énergie.....34

Chapitre III : Effets du capital humain sur la consommation d'énergie : étude économétrique..... 55

1. Les régressions linéaires sur données de panel.....56

2. Test de Spécification.....57

3. Les modèles économétriques en données de panel.....58

4. La modélisation économétrique de l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie59

5. Discussion.....60

Conclusion générale.....73

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

TABLES DES MATIERES

RESUME

« Satisfaire les besoins actuels, sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire les leurs » extrait du rapport Brundtland 1987, cité par Philippe Arquès, 2011, p 6¹.

Publié dans le cadre du développement durable, une notion qui s'est imposée suite à la prise de conscience progressive, à des contraintes qui confrontent l'humanité de nos jours. Plus de 7 milliards d'individus qui sont combinés à un mode de vie marqué par la surconsommation et le gaspillage qui a évidemment un coût environnemental très élevé, notamment quand on parle de la consommation énergétique, dans laquelle l'humanité consomme plus de 1 180 milliards de tonnes d'équivalent pétrole (tep) selon BP² et WNA³, soit une hausse de consommation de 1,3% en 2019, suivi par une augmentation des émissions mondiales de CO2 liées à la consommation d'énergie de 0,5% en 2019. Aujourd'hui, les communisistes scientifiques dégagent un large consensus, à propos de cette culture de surconsommation qui finira tôt ou tard par l'épuisement des ressources naturelles, chose qui aura des répercussions sur le fonctionnement global de la Terre, et bien éventuellement, sur l'avenir de toute l'humanité qui serait en danger.

Par Ailleurs, L'énergie constitue une grande préoccupation pour tous les pays du monde, soucieux de garantir une offre suffisante et continue d'énergie nécessaire pour le bon fonctionnement de leurs économies et de leurs épanouissements.

En fait, l'énergie a été depuis la nuit des temps un atout important pour le développement des civilisations à travers le temps, certains historiens font remonter la genèse du lien entre l'énergie et le développement humain à l'ère paléolithique où l'homme a découvert le feu qui l'a utilisé pour satisfaire ses besoins préliminaires telle que se chauffer, se cuire... etc. Après, suite à son évolution intellectuelle, et à l'exacerbation de ses besoins, l'homme a su comment s'entier bénéficier de son environnement en transformant le phénomène de la rareté qui le restreint en un fort besoin à le satisfaire à travers des éléments simples de la nature qui l'entoure, commençant par les animaux qu'il domestique, à la maîtrise du vent (les moulins) et l'eau (la navigation). Puis, durant toute l'Antiquité, le Moyen-âge et jusqu'au XIXe siècle, il a exploité sa force à travers l'esclavage, et le bois qui a été à 95% de l'énergie mondiale consommée et utilisée dans presque toutes ses activités (chauffer, cuisiner, s'éclairer, cuire les poteries et forger les métaux...etc.)

¹Philippe Arquès (2011), *L'air ? L'eau L'énergie ? La pollution ? LA VIE !*, PARIS : Hermann.France

²The British Petroleum Companyplc:est une société pétrolière et gazière multinationale britannique dont le siège est à Londres.

³The World Nuclear Association : est l'organisation internationale qui promeut l'énergie nucléaire et soutient les entreprises qui composent l'industrie nucléaire mondiale.

Entretemps, et avec l'utilisation massive du charbon de bois pour la métallurgie, les ressources commencent à s'épuiser, alors le besoin de se pencher sur de nouvelles sources énergétiques est apparue comme inévitable. Et c'est au milieu du XIX^e siècle que le développement de la civilisation industrielle grâce à l'utilisation de machines vapeurs puis celles de l'électricité, enfin celles apportées par les combustibles dits fossiles c'est-à-dire (charbon et le pétrole et plus tardivement le gaz). Ces derniers permettent de concevoir des véhicules autonomes transportant leur propre source d'énergie (locomotives puis voitures automobiles et avions)⁴.

Aujourd'hui, malgré la diversification de nos sources énergétiques, le besoin en matière d'énergie ne se cesse de s'accroître exponentiellement, à cause de notre dépendance totale à cette dernière, dans quasiment tous les secteurs de nos vies. L'électricité s'est imposée comme une source incontournable pour l'industrie et nos usages domestiques, et les combustibles fossiles sont aussi massivement utilisés. Et ce, malgré leurs effets négatifs sur l'environnement (le réchauffement climatique).

Tandis que, le capital humain joue un rôle décisif dans le processus de croissance des économies. Il faut retenir que pour produire, une économie utilise un certain nombre d'éléments que l'on appelle des facteurs de production. On distingue traditionnellement deux types de facteurs : d'un côté, le capital physique constitué de machines, et des équipements, de terre, et des énergies...etc. Et de l'autre côté, un autre facteur déterminant dans le processus de production appelé "le travail" où "main-d'œuvre" où bien ce que l'on apporte comme un capital humain, qui est par définition l'ensemble de connaissances, compétences, plus à d'autres caractéristiques individuelles (talents, aptitudes, expériences, motivations pour innover...etc.) qui sont innées, où accumulées par un individu tout au long de sa vie, et qu'il les mobilise pour produire dans les unités de production où pour lui-même où pour les autres.

Par ailleurs, Dans notre ère marquée par la digitalisation, les compétences et les talents constituent un facteur essentiel liant l'innovation, la compétitivité et la croissance au 21^{ème} siècle. Le niveau et la qualité du capital humain dont dispose un pays sont considérés donc comme déterminants-clés de son succès économique à long terme. C'est à cette fin que les pays du monde (surtout le cas des pays avancés), s'accélèrent à polariser largement les gens qui ont un capital humain trop élevé. De plus la volonté profonde de ses pays à perfectionner

⁴Maksim Samasiuk, 2014 le 30 octobre. QUELLES ÉNERGIES POUR L'HUMANITÉ AUJOURD'HUI ET DEMAIN ?, [en ligne], <https://www.museum.toulouse.fr/-/quelles-energies-pour-l-humanite-aujourd-hui-et-demain-?redirect=%2Fexplorer%2F30/09/2014>

leurs capitaux humains. Dont on trouve beaucoup d'organismes mondiaux (telle que BM, WEF, PNUD...etc.) qui tentent de le mesurer, en utilisant de différentes approches, et qu'ils diffusent les résultats à chaque période de temps et pour presque tous les pays du monde.

En revanche, l'importance que présente le capital humain pour les pays avancés s'inscrit dans le cadre de leurs désirs à suivre l'évolution de notre âge, c'est parce que le développement du capital humain a de multiples avantages, sociaux, économiques, et environnementaux. Exemple d'un pays doté d'un capital humain élevé est plus susceptible de s'adapter à de nouvelles techniques pour résoudre l'ensemble de ses problèmes, de nouvelles technologies, d'être plus soucieux de son environnement...etc.

D'après ce qu'on a souligné précédemment, on constate que le capital humain et l'énergie sont d'une importance cruciale pour booster la croissance économique, stimuler et encourager l'innovation et l'investissement, que ce soit au niveau des entreprises ou des nations. C'est pourquoi les pays du monde aujourd'hui sont en concurrence permanente afin de poser de nouvelles alternatives pour améliorer et développer leur capital humain d'une part, et de préserver leurs énergies en soutenant la consommation d'énergie propre contre l'énergie fossile, d'une autre part.

En effet, le capital humain et la situation énergétique des pays du Maghreb notamment l'Algérie, Tunisie et le Maroc se diffère entre eux. Que ce soit, sur le plan démographique : ils sont dotés d'une population dynamique d'environ 90 millions d'habitants, dont 70% sont moins de 30 ans, ou sur le plan géographique : la richesse de leurs soles, notamment, en termes de matières premières et de ressources énergétiques. L'Algérie en tête de liste, est un pays d'environ 44 million d'habitants, l'ensemble de sa consommation énergétique est quasiment en croissance, s'élève de 59,6M (Tep), une production globale de 165,6(M Tep), et exportateur net d'énergie, plus 108 M (Tep)⁵. Le Maroc a une population de 36.8 million d'habitants, est un importateur net de tous ses besoins en matière énergie, dont 90% de sa consommation globale sont des énergies fossiles, où il a enregistré une hausse de 32% de la consommation énergétique entre 2007 et 2017⁶. Quant à la Tunisie, 11,722 millions d'habitants, ses ressources s'essoufflent par rapport à sa demande intérieure, et elle est en passe de devenir un pays importateur net d'énergie. Son taux d'indépendance énergétique, c'est-

⁵ REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE. Ministère de l'Energie, Bilan Energétique National National, (2017), P₂.

⁶ Connaissance des énergies, (2019), La situation énergétique du Maroc analysée par l'AIE, [en ligne] ww.connaissancedesenergies.org/la-situation-energetique-du-maroc-decryptee-par-laie-190516

à-dire, le ratio des ressources disponibles en énergie primaire par rapport à la consommation, s'est nettement détérioré, passant de 95% en 2010 à 48% en 2018⁷.

En revanche, le Maghreb comprend des pays inégalement dotés en ressources énergétiques, mais qui connaissent tous une forte croissance de la demande en énergie, doublée d'une large dépendance à l'égard des hydrocarbures. Cette situation génère des risques accrus au niveau géopolitique, socio-économique et environnemental. Face à ces risques, les pays maghrébins doivent être en mesure de répondre à la fois à la nécessité de maîtriser leur demande en énergie et aux impératifs du développement économique et social au service de leur population.

Pour y remédier à ces complications, nous avons mené cette étude empirique, afin d'appréhender nos connaissances en matière du capital humain et de consommation énergétique dans ces pays du Maghreb, et de même, pour conquérir les effets qu'engendre le capital humain sur la consommation d'énergie dans ces pays. Vu qu'il existe déjà une large littérature qui souligne l'importance du capital humain sur la croissance économique, telle que, Lucas (1988) qui a affirmé que l'accumulation du capital humain est le premier responsable de la croissance économique et que l'éducation est la principale voie pour laquelle s'accumule le capital humain. Romer (1986, 1990) qui montre que c'est le capital humain qui génère des innovations et stimule la croissance. Pablo-Romero et Gomez-Calero (2008, 2013) et Pablo-Romero et al. (2014), indique que la plus grande dotation du capital humain favorise la génération et l'absorption de la technologie, de plus il accélère le rythme du changement technologique grâce à des investissements en capital physique⁸. Une autre récente littérature qui commence à s'épanouir et qui met l'accent direct au sujet de effet du capital humain sur la consommation d'énergie, qui présente la contrainte du notre siècle. Un bon nombre d'études empiriques ont été déjà réalisées au niveau des pays développés comme la Chine, l'Etat Unis et les pays de l'OCDE, dont ils ont constaté que le capital humain a un effet négative sur la consommation d'énergie et positive pour l'environnement. Néanmoins, le nombre d'études réalisées au niveau des pays en développement, reste rare, voir même, aucune étude n'a été faite dans la région MNEA, notamment dans notre région magrébine.

⁷WEBMANAGERCENTER (2019), *Le taux d'indépendance énergétique de la Tunisie est passé de 95% en 2010 à 48% en 2019*, [en ligne], <https://www.webmanagercenter.com/2019/08/07/437722/le-taux-dindependance-energetique-de-la-tunisie-est-passee-de-95-en-2010-a-48-en-2019/>

⁸ Mohammed Bouznit, Mohamed Yassine Ferfera and Maria del P. Pablo-Romero, (2015), *The Slow Economic Growth in Algeria: A Comparative Study with Respect to South Korea*, African Development Review, Vol. 27, No. 4, 377–391.

C'est dans cette perspective que s'articule notre centre d'intérêt, qui consiste de donner une repense à la problématique centrale suivante :

«Dans quelle mesure le capital humain influence-t-il la consommation d'énergie dans les pays de la région Maghrébine ? ».

Afin de mieux répondre à cette question centrale, il est nécessaire de connaître :

- ❖ Qu'est-ce qu'on entend par le capital humain ? et comment peut-on procéder à le mesuré ?
- ❖ Quel 'est le sens propre de l'énergie ? et quelle sont ses déférents types ?
- ❖ Quelle relation existe-il entre capital humain et consommation d'énergie ?

Notre réflexion est portée sur les hypothèses suivantes :

- ✚ H N°1 : le capital humain a un effet négatif sur la consommation des énergies au Maghreb.
- ✚ H N°2 : l'accroissement démographique influence positivement la consommation d'énergie dans la région maghrébine.

Afin de réaliser ce travail, nous avons adopté la démarche méthodologique suivante : une recherche bibliographique, des sites internet spécialisés, et textes réglementaires, articles et communications relatives à la question du capital humain-consommation d'énergie.

Quant au plan de restitution, nous avons partitionné notre mémoire en trois chapitres. Le premier chapitre présente les aspects théoriques relatifs au capital humain-consommation d'énergie. Le deuxième chapitre se porte sur une analyse descriptive des données relatives au capital humain, et la consommation d'énergie, au pays du Maghreb (Algérie, Tunisie, et Maroc). En fin, le dernier chapitre est consacré à une application économétrique en données de panel pour quantifier l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie dans les pays de la région maghrébine (Algérie, Tunisie et Maroc).

Introduction

On ne peut pas aborder le sujet du capital humain sans se référer aux deux pionniers les prix Nobel de ce nouveau concept (Theodore .W Schultz et Gary. S Becker) qui sont la révolte de la théorie du capital humain et qui est depuis soixante ans le centre de controverse dans le monde.

Il est souvent usuelle de trouver des perspectives de différents chercheurs qui expliquent l'importance du capital humain pour l'accroissance économique des pays, ou bien qu'ils lient la consommation d'énergie à l'accroissance économique. Nonobstant, le rôle catalyseur qu'occupe le couple capital humain-consommation d'énergie dans la promotion du développement économique. Seules quelques études ont réalisés empiriquement sur cette relation qui se caractérise par ambiguïté.

L'objet de ce chapitre est de mettre l'accent sur les aspects relatifs aux indicateurs du capital humain, et le rôle que peut jouer ce dernier sur la consommation d'énergie.

1. Indicateurs du capital humain

1.1 Un bref revu sur capital humain

Le capital humain, un concept qui a été apporté pour la première fois par l'économiste américain **Theodore .W Schultz** (1961) à travers son article « Investment in humain capital », qui considère l'éducation comme une forme d'investissement, exprime-t-il « Alors qu'il apparait évident que les individus acquièrent des savoirs faires et des savoirs utiles, il n'est pas si évident que ces savoirs faires et savoirs constituent une forme de capital et que ce capital soit pour une part substantielle le produit d'un investissement délibéré». Inspirer par les travaux d'**Adam Smith** (1776), « la Richesse des Nations », ou le père de l'économie moderne **Adem.S** a soulevé que l'investissement dans le capital humain permettra l'accroissement de la productivité au future. Il a révélé aussi l'importance du rôle de l'éducation et de la formation comme déterminant de la productivité individuelle et des revenus, écrit-t-il : « l'acquisition des talents pendant l'éducation, les études ou l'apprentissage a un coût réel qui est le capital accumulé par un individu. Ces talents font partie de sa fortune et de celle de la société »

Chose qui deviendra plus tard, le centre de controversé dans le monde, et ce grâce à la théorie du capital humain développé par l'économiste Gary Becker, diffusé dans son majeur

livre « capital humain » 1964. Ou Breker souligné les trois composantes principales de capital humain, voir : les compétences, expériences et savoir-faire. Et définit le capital humain comme "l'ensemble des capacités productives qu'un individu acquiert par accumulation de connaissances générales ou spécifiques, de savoir-faire, etc.".

Comme, il considère que le capital physique, le capital humain, peut s'acquérir par l'éducation et la formation, se préserver, se développer par l'entretien grâce à des formations continue et/ou il porte grand intérêt pour la santé de l'individu. De même, il doit pouvoir attirer bénéfice par des revenus perçus lors de la mise à disposition des compétences. **Jacob Mincer** (1975) qui viens après pour nous montrer dans un modèle économétrique que les niveaux plus élevés d'éducation sont les plus souvent associe à des salaires plus élevés mais aussi à des risques plus faibles de chômage.

La théorie capital humain à envahie les penses des différents chercheurs par tout dans le monde, devant l'irrécusable faillite du modèle économique traditionnel battu sur l'industrie et la détention de l'actif physique tangible se manifeste une nécessité incontournable pour le passage à un autre modèle qui est une économie du savoir, qui se base sur l'investissement dans le capitale humain que sur l'actif physique tangible. Cette exigence d'une transition vers une économie du savoir à pousser les économistes à donner une grande importance au (approfondir dans l'étude) capitale humain en terme de concept, de ses éléments et de détermination de sa valeur et son impact, d'où on trouve ce qui ont projeté dans la théorie du capital humain comme (**Chamat et fromageet 2000**) qui ont tenté de mesurer le capital humain avec le retour sur investissement de l'éducation. C'est à dire le coût afférent à l'investissement en formation. Qui égale à la somme des frais de scolarité ou de formation et du coût d'opportunité lié à cette activité (rémunérations sur le marché du travail auxquelles l'apprenant renonce en s'engageant dans une formation).

Des progrès significatifs ont été réalisés dans ce domaine. Néanmoins il y a toujours une place pour un désaccord entre les économistes sur ses mesures et son impact en raison de l'intangibilité de capitale humain et de la grande difficulté à obtenir des données statistiques s'y apportant. Certains économistes ont privilégié l'impact au niveau macroéconomique de l'augmentation du stock de capital humain dans une économie donnée, ainsi le capital humain est perçu comme étant un facteur endogène du développement au même titre que les infrastructures (transport, communication). Il est un déterminant de la productivité d'une économie (**Romer, 1989 ; Foray, 2000 ; Lucas, 1988 ; Mankiw ; Weil, 1992**).

Et d'autres économistes furent développés leurs réflexions dans un cadre microéconomique (**Becker 1964, Spence 1973, Mincer 1974**) en ce qu'ils fournissent respectivement un cadre théorique d'explications des choix d'investissements individuels en capital humain et un cadre d'analyse des inégalités des salaires. Malgré cette divergences dans les approches on peut constater une unité analytique qui considère les compétences et capacités des individus comme une forme de capital incorporé dans l'homme et à les analyser à travers le prisme de la théorie standard du capital. De ce point de vue, le tournant majeur de la révolution du capital humain, fut consisté à traiter l'éducation comme un investissement et non plus comme une forme de consommation.

1.2 La genèse du concept capital humain

Selon Larousse, Le mot « capital » désigne Patrimoine possédé par un individu, une famille ou une entreprise et pouvant rapporter un revenu. Ensemble de ressources accumulées par quelqu'un, un pays : Amasser un capital de connaissances⁹.

L'adjectif « humain » vient simplement rappeler que cette forme de capital, par opposition à d'autres, ne peut être dissociée de son propriétaire, il n'y a pas de vente ni d'achat possible de ce capital humain dans une société non esclavagiste. Seuls les services du stock sont vendus sur le marché du travail¹⁰.

En économie, le capital est un stock de biens à un moment donné, figurant à l'actif d'un patrimoine. Le capital humain se définirait, par extension, comme l'ensemble des capacités productives qu'un individu acquiert par la compétence, l'expérience ou le savoir. Certains n'hésitent pas aujourd'hui à lui adjoindre le comportement, en considérant le capital humain de chaque individu comme unique (**Chamak et Fromage, 2006, p.19**)¹¹.

⁹Larousse. [en ligne], <https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/capital/12900#:~:text=capital.,possédés%20par%20une%20personne...>

¹⁰Riboud Michelle (1975), « Etude de l'accumulation du capital humain en France » In: Revue économique, Volume r_26, n°2, p222.

¹¹ Isabelle.C.2014 « LA MESURE DU CAPITAL HUMAIN : COMMENT ÉVALUER UN OXYMORE ? DU RISQUE ÉPISTÉMOLOGIQUE À L'IDÉOLOGIE DE LA CERTIFICATION ».N5.P4, [en ligne], <https://www.cairn.info/revue-questions-de-management-2014-1-page-11.htm>

1.3 Définition du concept Capital humain

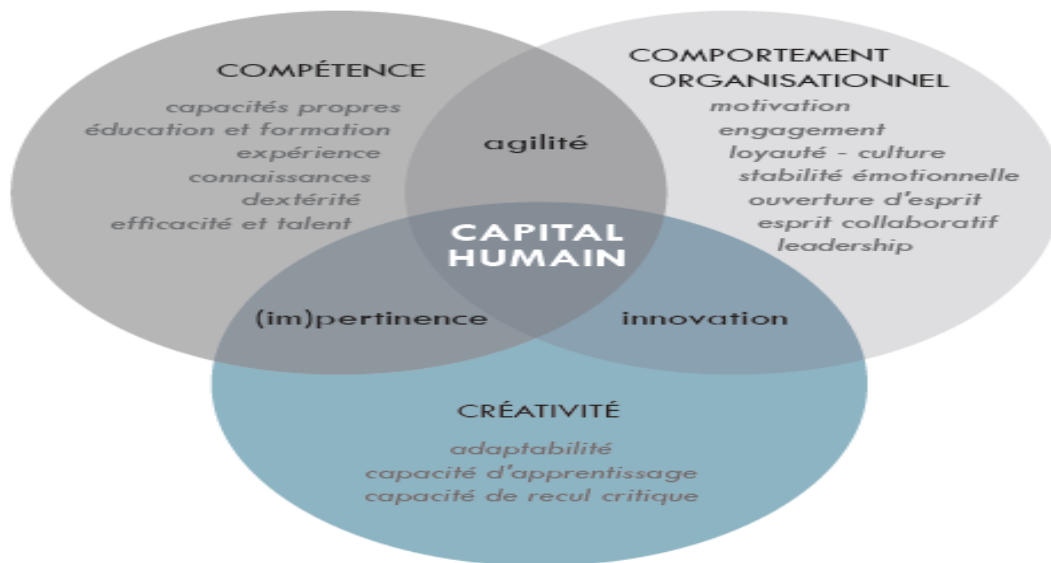
Le capital humain fait référence aux connaissances, compétences, expériences (Figure1) plus à autres caractéristiques individuelles qui peuvent être acquises par l'instruction et l'expérience comme ils peuvent être des innées, la santé physique, psychologique et mentale sont aussi assimilés, qui leur confèrent divers avantages d'ordre personnel, économique et social.

- **Selon IIRC** est dans l'une des initiatives les plus récentes publiée dans le cadre de management des entreprises que le capital humain est : « Les compétences, aptitudes, expériences des personnels ainsi que leurs motivations pour innover, mais aussi leurs alignement et leur adhésion aux règles de gouvernance, aux méthodes de gestion des risques et aux valeurs éthiques de l'organisation ; leur capacité à comprendre, élaborer et mettre en œuvre la stratégie de l'organisation ; leur loyauté et leur motivation à améliorer les processus, produits et services, ainsi que leur capacité à diriger, gérer et collaborer. »¹²
- **Selon l'OCDE** donne de la définition plus générale : « l'ensemble des connaissances, qualifications, compétences et caractéristiques individuelles et qui facilitent la création du bien-être personnel, social et économique. » « Le capital humain constitue un bien immatériel qui peut faire progresser ou soutenir la productivité, l'innovation et l'employabilité ».
- **Selon la Banque mondiale** : « Le capital humain correspond à l'ensemble des connaissances, compétences et conditions de santé que les individus accumulent tout au long de leur vie et qui leur permet de réaliser pleinement leur potentiel en devenant des membres productifs de la société »
- **Selon le Forum économique mondial (WEF)** nous entendons par «capital humain», les connaissances et les compétences des personnes qui leur permettent de créer de la valeur dans le système économique mondial. Il peut être amélioré au fil du temps, croître par l'utilisation - et se déprécier par manque d'utilisation - tout au long de la vie des gens.

¹²Cadre de référence internationale portant sur le reporting intégré, IIRC, 2013, p. 14

Figure 1 : les trois composant du capital humain

// Trois composantes du capital humain (KH)



Source : Chaire "Capital humain et performance globale" De la théorie à la pratique, quels enjeux aujourd'hui pour le management et le reporting du capital humain ? 2016- fondation Bordeaux université (IAE).

1.4 Indicateurs de mesure du capital humain

Depuis longtemps on fait recours au nombre d'années d'études notamment au nombre d'années de scolarisation pour estimer la mesure du capital humain. L'inconvénient c'est qu'ils ne reflètent pas le capital humain acquis à l'occasion d'activités informelles de formation ou par l'expérience, de plus il paraît que c'est difficile de comparer des diplômes différents (lorsqu'ils sont par exemple délivrés par les différents pays). Donc le recours au niveau d'instruction (titres et diplômes) apparaît comme une solution simple et approximative mais insuffisante pour mesurer le capital humain. En outre, qualifier les compétences et les aptitudes des individus et une forme de mesure du capital humain.

➤ **Indice de L'OCDE :**

L'OCDE a privilégié d'autre méthode :

- Une évaluation, à l'aide de questionnaires, les performances des élèves et les compétences des adultes comme dans le Programme international pour le suivi des acquis des élèves (PISA) ou l'Enquête internationale sur la littératie des adultes. Ces évaluations ne portent que sur certains aspects des aptitudes et compétences et se heurtent aux limites propres aux méthodes d'enquêtes et d'évaluations (concernant,

par exemple, la taille des échantillons, la gamme des variables interdépendantes prises en compte ou les pays couverts dans les enquêtes.(OCDE, 2001)

- Une autre méthode consiste à regrouper les données relatives aux projections des revenus du travail des individus durant leur vie entière, selon le niveau de formation initiale. Cette démarche occulte l'importance des « connaissances ou qualifications collectives » que possède une organisation ou une autre entité collective. (OCDE, 2001)¹³
- comme l'examen des écarts de revenus entre individus ayant des attributs intrinsèques sont retenues pour estimer la valeur marchande de ces attributs, et par conséquent la valeur entière du capital humain (OCDE, 1998)¹⁴.

➤ **Indicateur de la banque mondiale**

La banque mondiale aussi à met le nouveau indice pour les pays en développement permet : «de mesurer les pertes des productivités économique subie par les pays qui sous-investissent dans leur population »

L'indice mesure le capital humain de la prochaine génération, entendu comme le niveau de capital humain qu'un enfant né aujourd'hui peut espérer atteindre au regard des risques en matière de santé et d'éducation propres au pays dans lequel il vit. L'indice a trois composantes :

- **Les chances de survie** : Cette composante repose sur l'observation qu'un enfant né aujourd'hui doit pouvoir survivre jusqu'à la formation de son capital humain qui commence avec la scolarisation formelle. La survie est mesurée à l'aide du taux de mortalité des enfants de moins de 5 ans.
- **Les années de scolarité corrigées des acquis** : L'information sur la quantité d'éducation qu'un enfant peut espérer capitaliser à 18 ans est conjuguée à la mesure de la qualité, c'est-à-dire le contenu de l'apprentissage de l'enfant à l'école à la lumière

¹³ OCDE (1998), *Du Bien-Etre Des Nations, Le Rôle Du Capital Humain*, p21, [en ligne], https://www.oecd-ilibrary.org/education/du-bien-etre-des-nations_9789264289512-fr, (consulté le 25 juillet 2020).

¹⁴Youssouph Ba (2011), *Analyse du capital humain : diagnostic des dépenses d'éducation au Sénégal*, Economies et finances, HAL : dumas-00662055, P29, [en ligne], <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00662055>, (consulté le 8 juillet 2020).

des performances relatives de son pays aux tests internationaux d'évaluation des acquis des élèves. C'est la combinaison des deux facteurs qui détermine les années escomptées d'une scolarité de qualité. En prenant en compte la mesure de la qualité, la composante montre que les enfants de certains pays acquièrent bien moins de connaissances que ceux d'autre pays, bien qu'ils aient un même nombre d'années de scolarisation.

- **La santé** : Cette composante s'appuie sur deux indicateurs pour mesurer le cadre sanitaire d'un pays :
 - ✓ le taux de retard de croissance chez les enfants de moins de 5 ans.
 - ✓ le taux de survie à l'âge adulte, défini comme la proportion d'adolescents de 15 ans qui atteindront l'âge de 60 ans.

La première mesure donne une indication des conditions de santé pendant les phases de développement prénatal, néonatal et infantile. La deuxième indique l'ensemble des problèmes de santé dont un enfant né aujourd'hui peut souffrir à l'âge adulte¹⁵.

➤ **Le Forum économique mondial (WEF) :**

Le WEF traite le capital humain comme un concept plutôt que fixe, pour cela ils ont élaboré un indice mondial du capital humain qui évalue 130 pays selon la façon dont ils développent leur capital humain sur une échelle du pire (0) à la meilleure performance (100) sur quatre dimensions thématiques à savoir :

- ✓ **Les capacités** : largement déterminées par les investissements passés réalisés dans l'éducation formelle des générations plus jeunes et plus âgées (degré d'alphabétisation, numératif, taux de scolarité).
- ✓ **Le déploiement** : c'est-à-dire l'application et l'accumulation de compétences par le travail (population active, écarts de genre, taux de chômage).
- ✓ **Le développement** : à savoir l'éducation formelle de la main-d'œuvre de la prochaine génération et la formation continue et perfectionnement de la main-d'œuvre actuelle (taux de scolarisation, éducation professionnelle).
- ✓ **Le savoir-faire** : c'est-à-dire l'ampleur et la profondeur d'utilisation des compétences spécialisées au travail (emploi hautement qualifié, emploi moyennement qualifié, facilité de trouver des employés qualifiés).

¹⁵ Groupe de la banque mondiale (2019), *rapport projet sur le capital humain*, L'Indice de capital humain, P 3 et

➤ **l'indice du bonheur de l'ONU :**

A la limite de PIB qui est considéré comme trop restrictif (mesure la production économique d'un pays, ainsi que sa consommation et ses revenus) car il ne mesure que des variables économiques et ne prend pas directement en compte d'autres aspects comme la santé, le bonheur, l'écologie...etc. De ce fait, d'autres indicateurs ont été développés comme l'indice de développement humain (IDH) appelé aussi indice de bonheur, qui considère notamment le niveau de vie, la santé et l'éducation.

➤ **L'indice de développement humain (IDH) et (IHDI)**

Elaboré par le programme des nations unies pour le développement (PNUD). L'IDH anticipe le niveau de développement humain des états de de monde selon trois critère à savoir : le revenu brut par habitant en partie pouvoir d'achat ; l'espérance de vie à la naissance ; le niveau d'éducation des personnes âgées de 15 ans.

L'IDH est calculé à partir du PIB par habitant selon la formule suivante :

$$\text{IDH} = \text{PIB/HAB} + \text{espérance de vie} + \text{niveau d'instruction}$$

Les valeurs de cet indice sont comprises entre 0 le plus faible à 1 le plus élevé.

En effet, le PNUD a introduit en 2011 dans sa nouvelle édition de son rapport de développement humain l'**indice de développement capital humain ajusté aux inégalités (IDHI)**, qui est un indicateur statique composite qui sert à évaluer le niveau de développement humain des états de monde tout comme son ancien (IDH), la différence est que l'IDH ajusté (IDHI) prend en considération les inégalités qui existent en matière, d'éducation, santé, de revenu, et de genre.

L'IDHI est systématiquement inférieur à IDH, car l'IDHI est le niveau réel de développement humain, prend en compte les inégalités, ce qui fait voir l'IDH comme indicateur de développement humain potentiel, selon le PNUD.

2 Indicateurs de l'énergie

2.1 Définition de l'énergie

Le mot « énergie » vient du grec *energeia* qui signifie « force en action ».

L'énergie de manière générale, c'est la capacité de faire un travail, c'est-à-dire d'agir. Ce terme recouvre plusieurs réalités qui se recoupent partiellement :

- **l'énergie au sens de la science physique** est une mesure de la capacité d'un système à modifier un état, à produire un travail entraînant un mouvement, un rayonnement électromagnétique ou de la chaleur ;
- **au sens de l'écologie et de l'économie**, on appelle énergie une ressource énergétique naturelle (énergie éolienne, énergie nucléaire, énergie solaire, gaz naturel, pétrole) ou son produit (électricité), lorsqu'ils sont consommés par les sociétés humaines pour divers usages industriels et domestiques (transport, chauffage...).

2.2 Les sources d'énergies

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

➤ L'énergie renouvelable

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

➤ L'énergie non renouvelable

Sont des énergies telles du nucléaire et les combustibles fossiles qui demandent des millions d'années pour que leur reconstitution soit achevée. Leur épuisement est inévitable.

2.3 Les différentes formes d'énergie

➤ L'énergie mécanique

L'énergie mécanique, associée aux objets, est la somme de deux autres énergies : l'énergie cinétique et l'énergie potentielle :

- l'énergie cinétique est l'énergie des objets en mouvement ; plus la vitesse d'un objet est grande, plus son énergie cinétique est importante. L'énergie des cours d'eau (énergie hydraulique) et celle du vent (énergie éolienne) sont des énergies cinétiques. Elles peuvent être transformées en énergie mécanique (moulin à eau, moulin à vent, pompe reliée à une éolienne) ou en électricité, si elles entraînent un générateur.
- l'énergie potentielle est l'énergie stockée dans les objets immobiles. Elle dépend de la position de ces derniers. Comme son nom l'indique, elle existe potentiellement, c'est-

à-dire qu'elle ne se manifeste que lorsqu'elle est convertie en énergie cinétique. Par exemple, une balle acquiert, quand on la soulève, une énergie potentielle dite de pesanteur, qui ne devient apparente que lorsqu'on la laisse tomber.

➤ **L'énergie thermique**

Il s'agit tout simplement de la chaleur. Celle-ci est causée par l'agitation, au sein de la matière, des molécules et des atomes. L'énergie thermique représente donc l'énergie cinétique d'un ensemble au repos.

Dans une machine à vapeur, elle est transformée en énergie mécanique ; dans une centrale thermique, elle est convertie en électricité. Le sous-sol renferme de l'énergie thermique (géothermie), qui est utilisée soit pour produire du chauffage, soit pour générer de l'électricité.

➤ **L'énergie chimique**

L'énergie chimique est l'énergie associée aux liaisons entre les atomes constituant les molécules. Certaines réactions chimiques sont capables de briser ces liaisons, ce qui libère leur énergie (de telles réactions sont dites exothermiques).

Lors de la combustion, qui est l'une de ces réactions, le pétrole, le gaz, le charbon ou encore la biomasse convertit leur énergie chimique en chaleur – et souvent en lumière. Dans les piles, les réactions électrochimiques qui ont lieu produisent de l'électricité.

➤ **L'énergie rayonnante**

C'est l'énergie transportée par les rayonnements. L'énergie lumineuse en est une, ainsi que le rayonnement infrarouge. Les deux sont émis, par exemple, par le Soleil ou les filaments des ampoules électriques.

L'énergie des rayonnements solaires peut être récupérée et convertie en électricité (énergie photovoltaïque) ou en chaleur solaire récupérée (solaire thermique).

➤ **L'énergie nucléaire**

L'énergie nucléaire est l'énergie stockée au cœur des atomes, plus précisément dans les liaisons entre les particules (protons et neutrons) qui constituent leur noyau. En transformant les noyaux atomiques, les réactions nucléaires s'accompagnent d'un dégagement de chaleur.

Dans les centrales nucléaires, on réalise des réactions de fission des noyaux d'uranium, et une partie de la chaleur dégagée est transformée en électricité.

Dans les étoiles comme le Soleil, l'énergie des atomes est libérée par des réactions de fusion des noyaux d'hydrogène.

➤ L'énergie électrique

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

2.4 Les sources primaires et secondaires d'électricité renouvelables et polluantes

Tableau N°01 : Les sources primaires et secondaires d'électricité renouvelables et polluantes¹⁶

Sources renouvelables ou non ?	Sources primaires	Sources secondaires
Non renouvelables	Uranium	Centrale nucléaire
	Hydrocarbures	Centrale thermique à flamme (fossile)
	Charbon	
	Pétrole	
	Gaz naturel	
Renouvelables	Force de l'eau (hydraulique ou marine)	Centrale d'hydroélectricité
	Vent	Centrale éolienne
	Rayonnement solaire	Énergie solaire photovoltaïque
	Géothermie	Centrale géothermique
	Déchets et biomasse	Cogénération
		Énergie solaire thermique à concentration

¹⁶ Kelwatt.fr/energie.php

2.5 Mesures d'énergies

L'énergie se note **W** ou **E**. Elle s'exprime en Joule (J).

$E=mc^2$ ¹⁷ énoncée dans un cadre relativiste (**m** désignant la masse du système, **c** désignant la vitesse de la lumière, **E** désignant l'énergie globale du système)

Le système international a choisi, comme unité pour l'énergie, le joule du nom d'un physicien anglais du XIX^e, James Prescott Joule. Le joule est cohérent avec des unités plus usitées que sont le kilogramme, le mètre et la seconde. Cependant, cette unité s'avère trop importante pour des raisons pratiques lorsqu'il s'agit d'étudier le mouvement d'un électron par exemple ou trop faible lorsqu'il s'agit de mesurer la consommation d'énergie d'un foyer et a fortiori la production d'énergie d'une tranche de centrale nucléaire. C'est ainsi que de nombreuses autres unités sont utilisées, de l'électron volt au kilowattheure vers le térawattheure, ou encore les tonnes d'équivalent pétrole.

Il existe de nombreuses unités de mesure de l'énergie dont les principales sont :

- ✓ **Kilowatt/heure (KW/H)** : pour mesurer l'électricité ; elle est égale à 3,6 millions de joule.
- ✓ **Baril (bl)** : estime couramment le pétrole brut ; cette unité équivaut 159 litres, soit en moyenne 0,126 Tonne.
- ✓ **Pour le Gaz** : Il peut être compté en KWH, en mètres cubes, en British Thermal (BTU).
- ✓ **Pour le carburant** : en litres (L).

Aussi les coefficients d'équivalence comme la TEP (Tonne Equivalent Pétrole) qui est une unité d'énergie universelle, utilisée dans de nombreux domaines tels que l'industriel, l'économique, ou encore l'écologique. Elle sert à comparer entre de différentes sources d'énergie (pétrole, charbon, bois, gaz, etc.), autorisant ainsi des comparaisons sur la base d'une valeur énergétique commune. Sa valeur est de (7,33 barils) pour le pétrole, (41,868 GJ) pour l'électricité et (1000 m³) pour le gaz. Et notons que le pétrole est actuellement la source d'énergie la plus utilisée, il a été naturellement choisi par les économistes comme référence dans ce domaine.

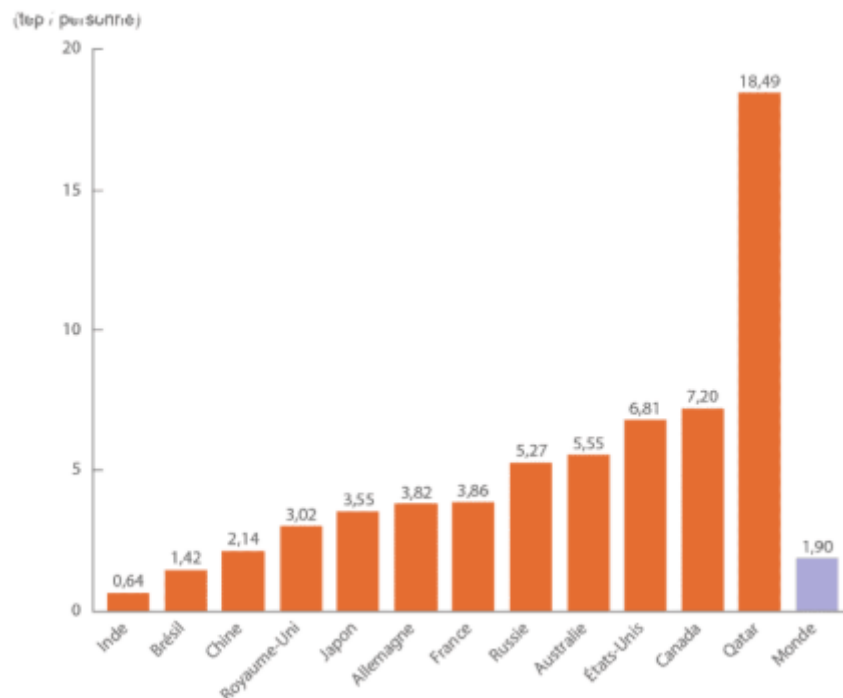
¹⁷équation d'Einstein

3. Relation entre capital humain et consommation d'énergie

L'histoire de l'homme a été marquée par l'évolution des sources d'énergie libre qu'il a su ou pu utiliser. Jusqu'à il y a environ 500 000 ans, la seule énergie libre à la disposition de l'homme était sa propre énergie. En maîtrisant le feu pour chauffer, cuire, éclairer ou travailler les métaux, il a franchi la première marche de son apprentissage énergétique. Sont venues ensuite l'utilisation de l'énergie animale domestiquée, éolienne, hydraulique, thermique à cycles, chimique, électrique, nucléaire, solaire, etc. Chacune de ces étapes a été l'occasion d'une évolution le plus souvent majeure des structures des sociétés humaines.

La consommation d'énergie se différencie d'un pays à un autre, notamment selon la situation socio-économique actuelle du pays. De cette manière, la consommation énergétique par habitant est assez variable d'un pays à l'autre,

Comme vous pouvez le voir dans le graphique illustré ci-dessous :



Source : © Connaissance des Énergies, d'après Key World Energy Statistics 2014, AIE

Il faut également savoir que la consommation d'énergie mondiale reste plus dominée par les énergies fossiles.

Les principaux facteurs de la consommation énergétique mondiale sont :

- la croissance démographique : l'augmentation de la population mondiale augmente également la demande énergétique
- la mondialisation augmente la production d'énergie par personne
- l'activité économique

Néanmoins, il y a une volonté politique d'agir contre le réchauffement climatique avec la COP 21¹⁸, notamment en contrôlant les émissions de gaz à effet de serre durant la production énergétique.

Une COP est une grande conférence internationale sur le climat qui réunit les États engagés depuis 1992 par la Convention cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC). COP signifie “Conference of parties”, les “parties” étant les signataires de la Convention (195 pays + l'Union européenne). L'objectif est de faire le point sur l'application de la Convention et négocier les nouveaux engagements.

Lorsqu'il s'agit de traiter la problématique des gaz à effet de serre, les sources d'énergie sont classées en deux catégories. Dans la première, celles ne générant pas de CO₂ dans leur utilisation. Y figurent les énergies éolienne, solaire, hydraulique et nucléaire. Dans la seconde, ce sont les énergies fossiles. Cette différenciation mérite cependant d'être analysée avec plus de finesse. Certaines générations de panneaux photovoltaïques peuvent émettre par leur fabrication, leur acheminement et leur installation, une quantité de CO₂ du même ordre de grandeur que ce qu'ils font économiser dans leur utilisation¹⁹ ultérieure.

D'une part, le capital humain peut réduire la consommation d'énergie en stimulant l'innovation dans les économies d'énergie, mais, d'autre part, il peut augmenter la consommation d'énergie en raison de son effet de croissance sur l'économie. De plus, le capital humain pourrait être soit un substitut soit un complément des apports énergétiques au cours du processus de production (**Arbex et Perobelli, 2010 ; Pablo-Romero et Sánchez-Braza, 2015**)²⁰.

¹⁸ 21^{ème} Conférence Of the Parties, La COP21 est la 21e Conférence des parties (COP) à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques de 1992, réunissant 195 États et l'Union Européenne, après celle de Varsovie (COP19) et Lima (COP20). Elle s'est tenue du 30 novembre au 11 décembre 2015 à Paris-Le Bourget (93), sous présidence française.

¹⁹ Connaissance des énergies (2013), Énergie, [en ligne], <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie>

²⁰ Yao Yao, Kris Ivanovski, John Inekwe, Russell Smyth (2019), *Human Capital and Energy Consumption: Evidence from Oecd countries*, Elsevier, *Energy Economics* (84), P2.

Afin d'Atténuer le changement climatique et réduire les émissions polluantes, l'accord de paris agi en fixant ses objectifs pour contenir l'élévation de la température de la planète nettement en dessous de 2°C par rapport aux niveaux préindustriels, sur le long terme. Puis limiter la hausse des températures à 1,5°C, ce qui va permettre de réduire largement les risques et les conséquences du changement climatique. Parmi ces objectives, viser un pic des émissions mondiales dès que possible, en reconnaissant que cette évolution sera plus lente dans les pays en développement, et de procéder ensuite rapidement à des réductions, en s'appuyant sur les meilleures données scientifiques disponibles, de façon à parvenir à un équilibre entre les émissions et les absorptions au cours de la seconde moitié du siècle²¹

L'UE de son tour fixe ces objectifs au titre de l'accord de Paris, et qui consiste à réduire les émissions de gaz à effet de serre d'au moins 40 % d'ici à 2030 par rapport à 1990.

En effet, beaucoup d'études en été faite afin de mieux appréhender cette question liée la dégradation de l'environnement, la plus ressentie celle de l'Accord de Paris (IRENA, 2018), qui explique que le taux d'adoption de l'énergie propre doit être multiplié par six pour atteindre les objectifs d'émission fixés.

Le rôle de l'éducation est déterminant dans le sujet de l'économisassions de l'énergie, et génère des externalités sois direct ou indirecte. Quand en parle des effets Direct de l'éducation sur la consommation d'énergies c'est-à-dire le rôle de l'homme dans la minimisation de l'énergie, autrement dit, une personne éduquée à tendance a consommés moins d'énergie dans sa vie quotidienne qu'une personne moins éduquées. Indirect quand en parle du capital humain des personnes, c'est-à-dire l'ensemble des connaissances, qualifications, compétences individuelles, qui facilitent la création du bien-être personnel, social et économique. (ODCE), et qui va soutenir la productivité, l'innovation, (figure1), une personne qui a un diplôme d'ingénierie par exemples, et qui a des capacités, talents, de compétence, et de créativité, il peut s'en servir de son capital humain élevé pour innover des produits moins couteux à sois pour l'environnement où pour la consommation d'énergie. Dans ce qui suit, quel études des économistes qui ont le rôle que joue l'éducation dans le comportement des gens sur leurs consommation de l'énergie :

²¹ Commission européenne, Action pour le climat, [en ligne], https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_fr

- Sianesi et VanReenen (2003) affirment que la subvention de l'éducation a de divers avantages sociaux qui découlent de l'accumulation de capital humain. Bien que ces externalités profitent de l'environnement.
- Sur le plans microéconomique les études de Broadstock et al(2016) ; Démurger et Fournier (2011) ; Lynn(2011) ; Pachauri et Jiang(2008) ; Jacksohn et al. (2019)²², ont prouvé que les ménages mieux éduqués sont plus soucieux de l'environnement, plus soucieux de l'énergie et enfin de compte, consomment moins d'énergie.
- See, e.g. Cagno and Trianni (2013) ; Cole et al (2008); Lan and Munro (2013)²³, ont également prouvé que les entreprises dotées de gestionnaires mieux éduqués et formés sont plus économes en énergie
- Sur le plans macroéconomique : on trouve les études de Arbex et Perobelli (2010); Pablo-Romero, et Sánchez-Braza (2015)²⁴, montre que le capital humain peut réduire la consommation d'énergie en stimulant l'innovation dans les économies d'énergie, Nonobstant, il peut augmenter la consommation d'énergie en raison de son effet de croissance sur l'économie. De plus, le capital humain pourrait être soit un substitut soit un complément des apports énergétiques au cours du processus de production.

Cependant, l'ambiguïté entourant le sujet du capital humain et l'augmentation ou la diminution de la consommation d'énergie reste exacerber, lorsqu'on fait la distinction entre la consommation d'énergie propre ou sale. En fait, beaucoup d'autres facteurs rentrent dans le jeu et exercent des effets opposés sur la consommation d'énergie propre et sale. Telle que les revenus, les technologies, et d'autre.

En effet, les pays avancés ont tenté de comprendre cette question de capital humain-consommation d'énergie, à partir des séries d'études empiriques, dont en souligne quelques études qui ont été réalisé à propos de ce sujet dans ces pays-là :

En Chine : les trois économistes Ruhul Salim, et Yao Yao, et George S. Chenc²⁵ont procédé à une étude empirique en panel sur les données provinciales de la Chine sur la période 1990-2010 ou ils ont identifié une relation significative, au même temps négative entre le capital humain et la consommation d'énergie, ce qui signifie que, si le capital humain augmente, la

²² Yao Yao, Kris Ivanovski, John Inekwe, Russell Smyth (2019), *Human Capital And Energy Consumption: Evidence From Oecd countries*, Elsevier, *Energy Economics* (84), P1

²³ Yao Yao, Kris Ivanovski, John Inekwe, Russell Smyth (2019), *Human Capital And Energy Consumption: Evidence From Oecd countries*, Elsevier, *Energy Economics* (84), P1

²⁴ Yao Yao, Kris Ivanovski, John Inekwe, Russell Smyth (2019), *Human Capital And Energy Consumption: Evidence From Oecd countries*, Elsevier, *Energy Economics* (84), P2

²⁵ Ruhul Salim, Yao Yao, George S. Chenc (2017), *Does human capital matter for energy consumption in China?*, Elsevier, *Energy Economics* (67) 49–59, P1

consommation d'énergie diminue, et vice versa. Plus précisément, ils ont trouvé que lorsque il y aurait une augmentation de 1% dans le capital humain, ça génère une diminution de 0.18% jusqu'à 0.48% de la consommation d'énergie, par ailleurs, cette négativité qui existe entre le capital humain et la consommation d'énergie est attribué à une forte accumulation des niveaux de postscolaire des chinois de l'est. Et donc les trois économistes considèrent que pour préserver et économiser sa consommation d'énergie la chine doit augmenter son capital humain en améliorant ces composantes après l'école comme la formation en cours d'emploi, l'expérience de travail et l'apprentissage par la pratique.

Aux États-Unis : dans l'une des études les plus récentes faites par Shahbaz et al. (2019)²⁶ sur une série de donnée allant de 1975 à 2016, dont ils ont constaté que le capital humain a réduit la consommation d'énergie dans les États-Unis, et ce, à cause de l'investissement important que l'USA a procédé au cours de cette période dans l'enseignement supérieur.

Les Pays de l'OCDE aussi ont mené une recherche empirique récente, sorti en 14 October 2019, réalisé par les quatre professeurs YaoYao, Kris Ivanovski, John Inekwec, et Russell Smyth. Dont ils ont étudié la relation capitale humaine - consommation d'énergie dans leurs pays, sur une période qui s'étale de 1965 à 2014, ou ils ont constaté que le capital humain à un effet négatif sur la consommation d'énergie (une augmentation dans l'écart type du capital humain réduisit la consommation énergétique globale de 15,36%). De plus, ils ont découvert que lorsque ils y a une augmentation dans l'écart type de capital humain, ça génère non seulement un effet positive sur la préservation de l'énergie mais aussi sur le type de l'énergie consommé c'est-à-dire lorsque en parle du type de l'énergie propre où sale, dont ils ont marqué une augmentation de 85,54% dans la consommation de de l'énergie propre, pour une diminution de 17,33% de la consommation d'énergie sale, ce qui veut dire que le capital humaine a une externalité positive sur l'environnement aussi. Leurs conclusion est donc porté sur les avantages sociaux de l'investissement dans le capital humain, de même, ils garantissent une voie prometteuse pour la conservation de l'énergie sans entraver la croissance économique.

Vu que la réflexion sur sujet du capital humain et son effet sur la consommation d'énergie en elle-même est récente, donc moins d'étude en été réellement faite surtout lorsqu'on parle des pays qui sont en voie de développement. Parmi ces rare étude en On

²⁶ Yao Yao, Kris Ivanovski, John Inekwe, Russell Smyth (2019), *Human Capital And Energy Consumption: Evidence From Oecd countries*, Elsevier, *Energy Economics* (84), P2

trouve de l'Inde, où les deux chercheurs Akram et al (2019)²⁷ ont tenté d'étudier le rôle du capital humain non scolarisé (l'expérience de travail et la formation sur place) dans la réduction de la consommation. Tout en appuyant sur des données chronologiques de l'Inde pour la période allant de 1980 à 2014. Dont ils ont constaté que le capital humain réduit la consommation d'énergie.

Cependant, aucune étude n'a été réalisée au niveau d'autres pays en développement, notamment les pays du nord d'Afrique comme l'Algérie, la Tunisie et le Maroc, et ce malgré l'importance que présente le secteur énergétique pour l'ensemble des économies de ces pays.

D'après ces résultats des études précédentes, on peut noter l'importance du facteur capital humain dans la préservation non seulement de l'énergie mais aussi de l'environnement.

Conclusion

Dans ce premier chapitre nous avons présenté une revue de littérature sur le capital humain et l'énergie. Nous avons donné un aperçu général sur les différentes définitions et indices du capital humain, et les sources et mesures de l'énergie. Tout en précisant la relation entre la consommation d'énergie et le capital humain.

Cet aspect de la relation entre le capital humain et la consommation d'énergie a potentiellement des implications politiques importantes qui n'ont pas été analysées dans la littérature auparavant.

²⁷ Yao Yao, Kris Ivanovski, John Inekwe, Russell Smyth (2019), *Human Capital And Energy Consumption: Evidence From Oecd countries*, Elsevier, *Energy Economics* (84), P2

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Introduction

L'Algérie, Tunisie, le Maroc sont les trois pays qui forment le Maghreb central et qui occupent une place très avantageuse et stratégique que ce soit sur le plan géographique, démographique, ou économique. Il est la porte centrale de l'Afrique pour l'Europe, situé à l'Ouest du pourtour Sud de la Méditerranée qui s'étend sur 3 000 kilomètres, de La Gouera (Maroc) à Ben Gardane (Tunisie), doté d'une superficie de 3 million Km². Et d'une population dynamique et jeune de 93.4 M d'habitants. En outre, la richesse du sol maghrébin en matière première (pétrole, gaz, minéraux...etc.).

En effet, la situation énergétique des pays du Maghreb présente d'importantes différences, aussi bien pour le potentiel de ressources énergétiques notamment d'hydrocarbures, que pour la production, les formes d'énergie utilisées et la consommation énergétique.

L'énergie au Maghreb occupe une place très importante et a un impact important sur l'ensemble des économies des pays, à des degrés divers, notamment pour les balances commerciales des pays exportateurs.

Le niveau de consommation d'énergie par habitant est très différent d'un pays à l'autre.

Néanmoins, le Maghreb présente globalement une tendance élevée à l'augmentation de la consommation énergétique du fait de la croissance démographique encore relativement élevée et du développement économique attendu de la région²⁸.

Par ailleurs, l'énergie constitue un enjeu très important pour l'intégration du Maghreb et plus largement la coopération en région méditerranéenne et présente de nombreuses opportunités pour contribuer de façon décisive à la réalisation d'un ensemble économique convergent dans la région. De plus, les inégalités des ressources et des niveaux de consommation sont considérées comme un facteur important de complémentarité pour l'intégration du Maghreb et le développement socio-économique de chaque pays maghrébin.

²⁸ WORLD BANK GROUP (2014), *Une vision stratégique pour le secteur tunisien de l'énergie, mena energyseries*, REPORT NO. 88965-TN, [en ligne], <http://documents1.worldbank.org/curated/en/587691468166165626/pdf/889650ESM0REPL0sia0385254B00PUBLIC0.pdf> (P45)

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

L'objet de ce chapitre est de faire une analyse descriptive concernant le capital humain, consommation d'énergie des pays du Maghreb : Algérie, Tunisie et Maroc.

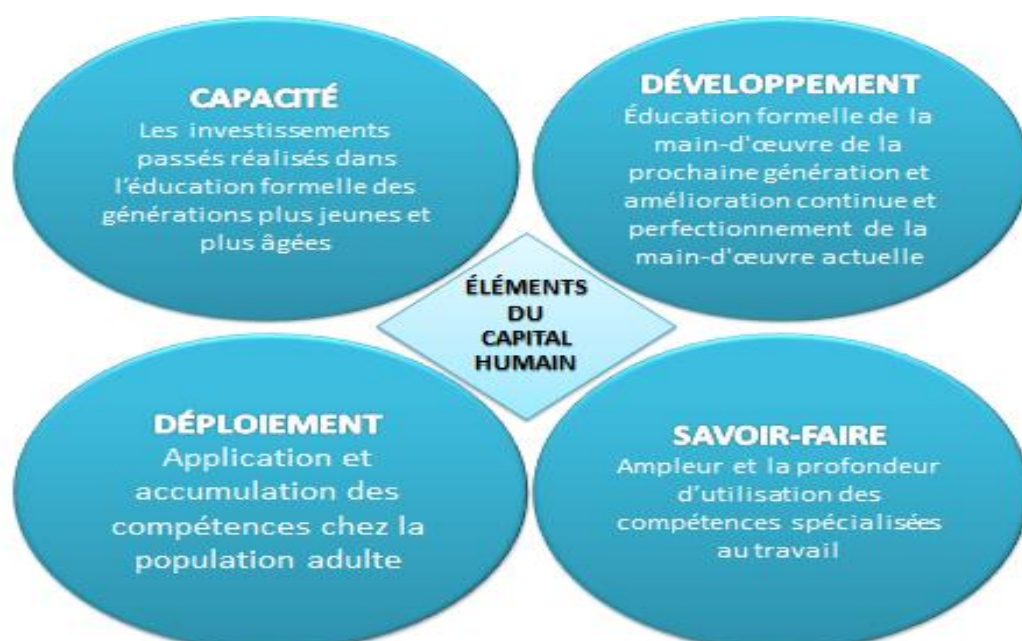
1. Etude descriptive de l'évolution du capital humain dans les trois pays du Maghreb

1.1 Le capital humain selon l'indice de WEF

Selon le dernier rapport du forum économique mondial (WEF) publié en 2017, de l'indice mondial du capital humain (IHC), le monde n'a développé que 62% de son capital humain. Néanmoins, les nations négligent ou gaspillent, en moyenne, 38% de leur talent. Dans l'ensemble de l'indice, seuls 25 pays ont exploité au moins 70% du capital humain de leur peuple. De plus, 50 pays obtiennent un score entre 60% et 70%. 41 autres pays obtiennent entre 50% et 60%, tandis que 14 pays restent en dessous de 50%, ce qui signifie que ces pays mobilisent actuellement moins de la moitié de leur capital humain.

Le rapport qui met en valeur quatre sous-indices important pour bien évaluer le capital humain, dont on les rappelle brièvement dans cette (figure2)

Figure 2 : Les quatre éléments du Capital Humain



Source: WEF(2017). The Global Human Capital Report 2017. Preparing people for the future of work. Part 1. P3

En effet, la région maghrébine traîne en ce qui concerne le développement de leur capital humain. Et ce d'après cet indice (IHC) qui a jugé les résultats des trois pays de

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Maghreb comme très faible par rapport aux autres pays du monde, du coup ils sont classé dans les derniers ranges selon le dernier rapport de WEF 2017. Où, on trouve que sur 130 pays l'Algérie se situe au 112^e rang suivi par la Tunisie au 115^e et le Maroc 118^e ferment le classement de la région, devant la Mauritanie 129^e et le Yémen 130^e. En revanche, les trois pays du Maghreb ont respectivement presque les mêmes forces et faiblesse, en ce qui concerne la maximisation de leur potentiel humain.

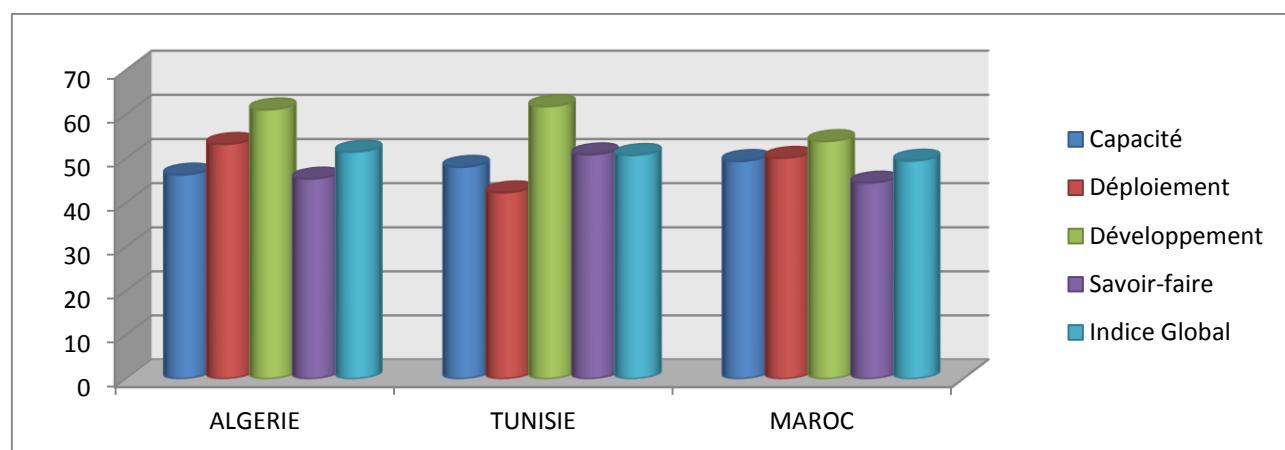
Toutefois, les résultats liés au trois pays marqué par la médiocrité dans tous les secteurs. L'Algérie en particulier à eu de faibles résultats concernant les quatre inducteurs présidant (figure 2), en terme de capacité elle est classée 113^e, déploiement 119^e, développement 82^e, et savoir-faire 109^e, le classement plus détailler par catégorie (sous-index) pour tout la région est dans le tableau ci-dessous :

Tableau N° 02 : classements détaillé d'Indice mondial du capital humain 2017 pour la région Magrébine

Sous-indices pays	Capacité		Déploiement		Développement		Savoir-faire		Indice global	
	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang	Score	Rang
ALGÉRIE	46.32	113	53.25	115	61.07	82	45.41	103	51.51	112
TUNISIE	48.07	110	42.28	127	61.78	78	50.89	73	50.76	115
MAROC	49.39	106	50.11	121	53.90	99	44.49	108	49.47	118

Source: WFE-The Global Human Capital Index rapport 2017, Preparing people for the future of work, Part.1, P8-9

Graphe N° 01 : les quatre composantes de L'IHC de WEF des trois pays de Maghreb



Source : d'après les données de tableau N°02

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

On remarque que les trois pays ont quasiment les mêmes résultats, avec des scores globaux de (51.51/100) pour l'Algérie, (50,76/100) pour la Tunisie, et (49.47/100) pour le Maroc.

En matière de composant développement : l'Algérie et la Tunisie se situent presque sur la même ligne, avec des moyens de 61, 07 et 61,78 respectivement, le Maroc se recule par apports à eaux avec une moyenne de 53.90 sur 100. En termes de déploiement l'Algérie accède ces deux voisins (Tunisie et Maroc) avec un score de (53.25/100), suivi par le Maroc (50.76), puis la Tunisie (42.28). Et de composante capacité, le Maroc est classé le premier parmi ses deux voisins avec une moyenne de (49.39/100) suivi par la Tunisie (48.07) et l'Algérie (46.32). Quant au savoir-faire, c'est la Tunisie qui a eu le premier prix de la région avec un score de (50.89/100), suivi par l'Algérie (45.41), et le Maroc (44.49).

1.2 Le capital humain selon l'indice de la Banque Mondiale (BM)

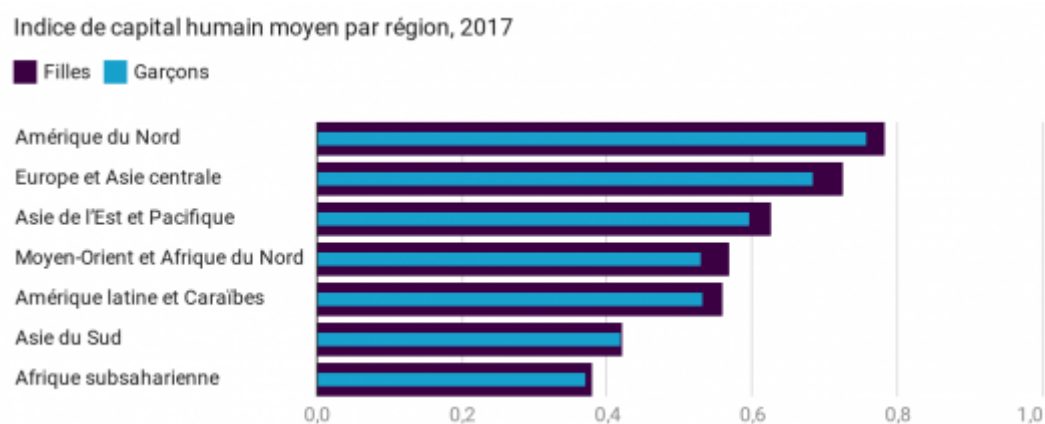
Les pays d'Afrique du Nord et moyen orient sont confrontés à un déficit en termes de capital humain, cela est dû à la médiocrité des acquis scolaires. Malgré le niveau élevé des dépenses publiques consacré à l'éducation qui est en principe supérieur à celui des pays de l'OCDE²⁹.

Cela d'après le dernier rapport sur IHC, publié par la banque mondiale, qui démontre que les enfants de la région Nord-Afrique et de Moyen-Orient en général ont des niveaux d'apprentissage qui ne correspondent pas à leurs années de scolarité, (Sur une durée d'études qui s'élève à 11,4 années jusqu'à 18 ans, les élèves n'ont en réalité que 7,6 années d'apprentissage effectif. Sachant en outre que le IHC des hommes est inférieurs à ceux des femmes partout dans les régions de monde, juste que l'écart est plus grand dans la région MENA (Graphe 2).

²⁹ Anna Bjerde(2019), *Un nouveau plan pour développer le capital humain au Moyen-Orient et en Afrique du Nord*, Banque mondial blogs, [en ligne], <https://blogs.worldbank.org/fr/arabvoices/new-plan-build-human-capital-middle-east-north-africa>, (consulté le 22 juin 2020).

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graph N°02 : l'écart de l'IHC entre les filles et les garçons.

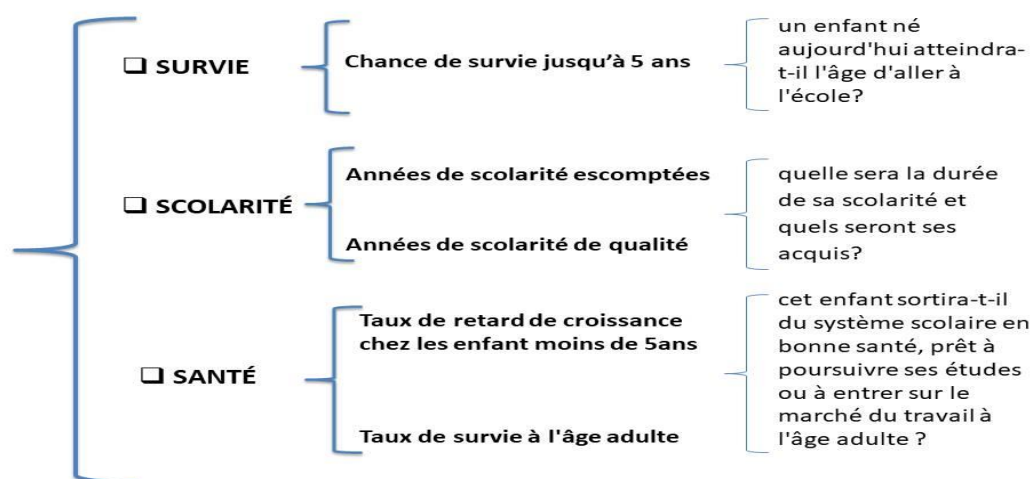


Source : Banque mondiale

1.2.1 Récapitulatif sur IHC de la Banque Mondiale

C'est un indice qui mesure le niveau la productivité de la prochaine génération de travailleurs par rapport à la référence qui est une éducation complète et une parfaite santé. Calculé sur une échelle de 0 à 1. Une économie dans laquelle le travailleur moyen réalise pleinement son potentiel en matière d'éducation et de santé aura un score de 1 sur l'indice³⁰.

Figure N°03 : les trois composantes et sous-composantes de l'IHC :



Source : extrait d'après le rapport Projet sur le capital humain de la banque mondiale.

³⁰ Banque mondiale (2018) *Le Projet sur le Capital Humain : L'INDICE DE CAPITALHUMAIN (ICH) 2018*. Washington : Banque mondiale.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

La Banque Mondiale a affiché dans son plan de développement du capital humain au Moyen-Orient et en Afrique du Nord que la région est confrontée à un sérieux déficit de capital humain, dont elle a enregistré le plus faible pourcentage 35 %(figure 04) de capital humain en proportion de la richesse totale par habitant de n'importe quelle région du monde.

En outre, un PIB par travailleur qui pourrait être deux fois plus élevé dans la région si seulement les enfants bénéficiaient aujourd'hui pleinement d'un bon niveau de santé et d'éducation.

Par ailleurs, si l'écart qui sépare les hommes et les femmes dans la main-d'œuvre était réduit, la croissance de MENA pourrait doubler en dix ans et le PIB cumulé pourrait s'accroître de 1000 milliards de dollars.

L'état de capital humain dans les pays de Maghreb se trouve face à un déficit énorme, et ce d'après les derniers scores affichés par la banque mondiale. Où en trouve l'Algérie a eu un score de 0.52 sur 1 et occupe le 93^e range sur 157 pays, suivi par la Tunisie et le Maroc respectivement avec un score de 0.51 et 0.5, donc ils situent au 94^e et 98 range sur 157 pays.

1.2.2 L'IHC les trois pays maghrébin selon les sous-indices de la BM

En Algérie : un enfant né aujourd'hui sera à 52 % aussi productif quand elle grandit qu'elle pourrait l'être si elle jouissait d'une éducation complète et d'une santé complète.

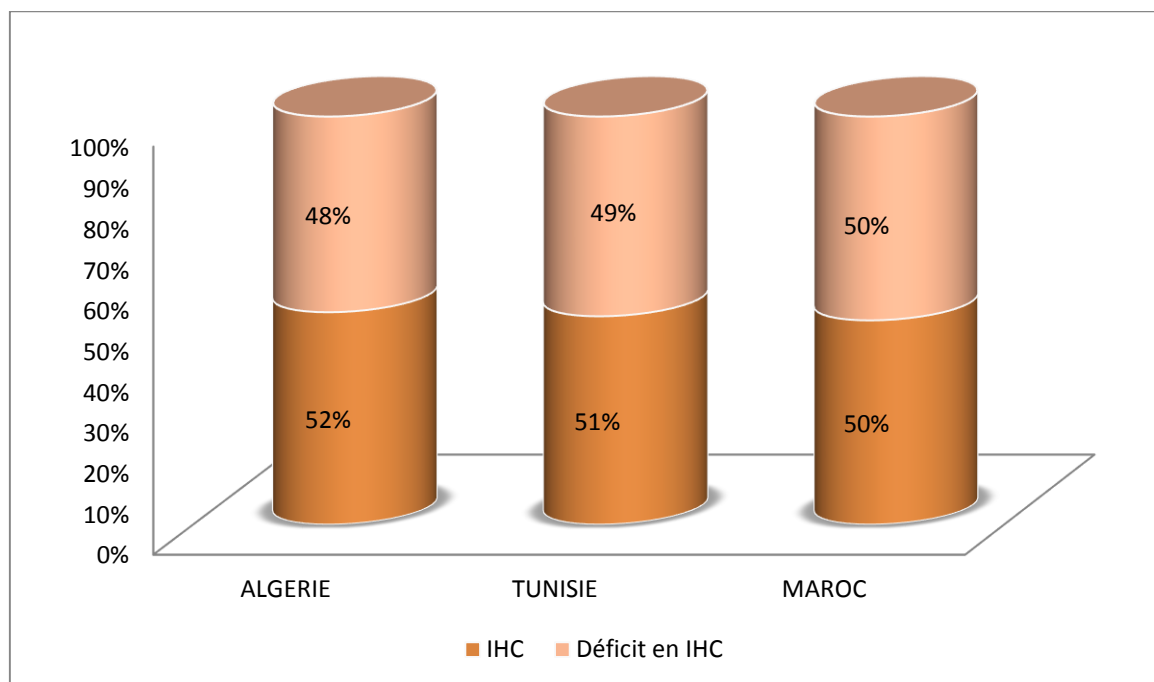
En Tunisie : un enfant né aujourd'hui sera à 51% aussi productif quand elle grandit qu'elle pourrait l'être si elle jouissait d'une éducation complète et d'une santé complète.

Au Maroc : un enfant né aujourd'hui sera à 50% aussi productif quand elle grandit qu'elle pourrait l'être si elle jouissait d'une éducation complète et d'une santé complète.

En moyen, la région magrébine aura un indice de 51 % ce signifie que l'enfant né aujourd'hui sera un travailleur de demain moins productif de 49 % que s'il avait bénéficié d'une éducation complète et jouit d'une santé optimale. Chose qui fait preuve d'un déficit énorme de la productivité future de région.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graph N° 03 : Le déficit en capital humain des pays maghrébin



Source : d'après les données du rapport de l'HCI de BM 2018.

Le graph en-dessous nous montre en pourcentage de combien est le déficit en capital humain que subi les de Maghreb, les valeurs sont approximativement proche ce qui montre la fragilité des systèmes de ces pays.

✦ Les résultats de l'ICH par sous-composant :

- Probabilité de survie jusqu'à 5 ans : 98 d'enfants sur 100 nés en Algérie et Maroc survivent jusqu'à 5 ans. Contre 99 d'enfants sur 100 nés en Tunisie survivent jusqu'à 5 ans.
- Années de scolarités escomptées : En Algérie, un enfant qui commence l'école à l'âge de 4 ans peut s'attendre à terminer 11,4 années d'école par son 18^e anniversaire. Avec un Scores de test harmoniser de 374 points pour une échelle où 625 représente un niveau avancé et 300 représente le niveau minimum.

En Tunisie et Maroc, un enfant qui commence l'école à l'âge de 4 ans peut s'attendre à terminer respectivement 10,2 ; 10.6 années d'école par son 18^e anniversaire. Plus à un Scores de test harmonisés des étudiants tunisiens et marocains obtiennent respectivement 384 et 367 points sur une échelle où 625 représente un niveau avancé et 300 représente le niveau minimum.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

- les Années d'études ajustées en fonction de l'apprentissage : en Prenant en compte ce que les enfants apprendre réellement, les années d'école attendues ne sont que de 6,8 années pour l'Algérie donc on apprend que les élèves algériens sont confronté à un retard de 4.6 années d'études (graph 5) et de 6.3 ; 6.2 pour la Tunisie et le Maroc respectivement.
- Taux de survie des adultes : En Algérie et Tunisie est de 91% des personnes âgées de 15 ans survivront jusqu'à 60 ans. Cette statistique est un indicateur indirect de l'éventail des résultats de santé mortels et non mortels qu'un enfant né aujourd'hui vivrait à l'âge adulte dans les conditions actuelles. En ce qui concerne le Maroc est de 93%.
- taux de Croissance saine : 88 enfants algériens sur 100 ne sont pas rabougris. Ce qui fait 12 enfants sur 100 ont un retard de croissance, et ainsi risque de limitations cognitives et physiques qui peuvent durer tous leurs vies. Pour la Tunisie 90 % des enfants ne sont pas rabougris contre 10 % qui ils le sont. La proportion de Maroc est de 85% contre 15 % des enfants qui ont un retard de croissance.

En effet, une différence de L'IHC est affichée même au sein des pays d'où on trouve souvent que l'IHC des filles supérieure à celui des garçons, on Algérie notamment on trouve que les filles ont un score de IHC de 54% contre 50% de celui des garçons, pareille pour toutes les autre sous-composantes et même pour les deux autres pays de Maghreb. Le tableau ci-dessous affiche plus de détail.

Tableau N° 03 : ICH et ces composants des trois pays de Maghreb selon le sexe :

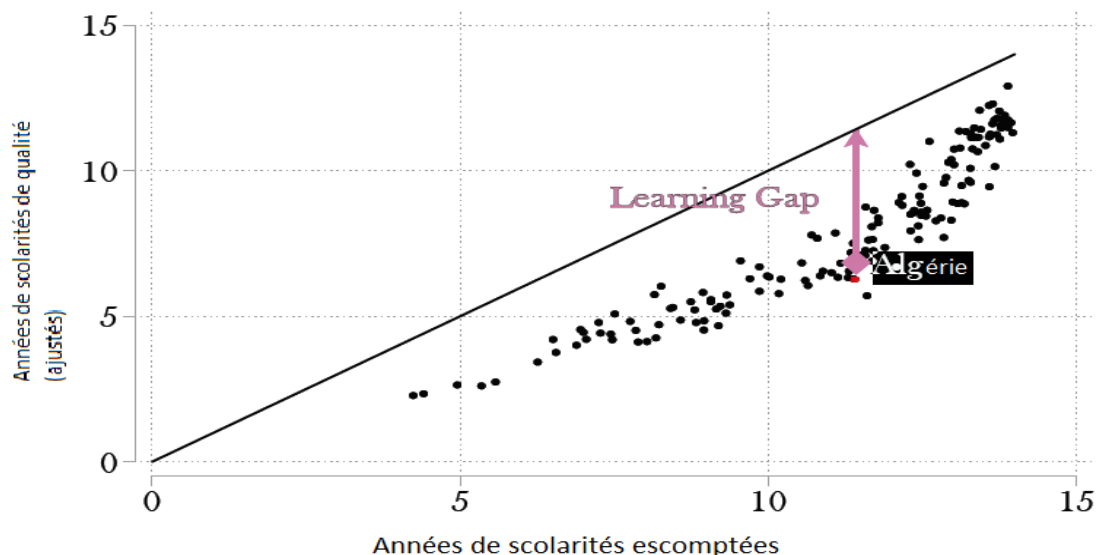
Pays	Algérie			Tunisie			Maroc		
Composants	Homme	Femme	global	homme	femme	Global	Homme	Femme	global
HCI	0.5	0.54	0.52	0.49	0.53	0.51	0.49	0.51	0.5
Survie jusqu'à 5ans	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.97	0.98	0.98
Années de scolarités escomptées	11	11.8	11.4	9.7	10.8	10.2	10.6	10.7	10.6
Score de teste harmoniser	366	383	374	381	386	384	359	376	367
Années de scolarités de qualité (ajustés)	6.5	7.3	6.8	5.9	6.7	6.3	6.1	6.4	6.2
Taux de survie des adultes	0.9	0.92	0.91	0.89	0.93	0.91	0.93	0.94	0.93
Taux de croissance seine	0.87	0.89	0.88	0.89	0.91	0.9	0.83	0.85	0.87

Source : BM rapport de L'HCI 2018

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Le graph suivant montre l'écart de 4.6 année de retard en apprentissage de l'Algérie.

Graph N°04 : l'écart d'apprentissage chez les enfants algérien.



Source : BM, www.worldbank.org/humancapitalproject

1.3 Autres indicateurs qui sont en relation direct avec le capital humain

L'indice de développement humain (IDH) et L'indice de développement humain ajusté aux inégalités (IDHI) deux indices statistiques composites de PNUD. L'IDH tente d'évaluer le niveau de développement humain des États du monde selon trois critères majeurs : le revenu brut par habitant en parité de pouvoir d'achat, l'espérance de vie à la naissance, et le niveau d'éducation des personnes âgées de 15 ans et plus³¹. Quant à l'IDHI vise à évaluer le niveau de développement humain des pays du monde en tenant compte des inégalités en matière de santé, d'éducation, de genre, et de revenu³².

³¹Atlasocio.com (2020), Carte du monde : indice de développement humain (IDH), [en ligne], <https://atlasocio.com/cartes/recherche/selection/indice-developpement-humain.php>, (consulté le 22 juin 2020).

³²Atlasocio.com (2020), Carte du monde : indice de développement humain ajusté aux inégalités (IDHI), [en ligne], <https://atlasocio.com/cartes/recherche/selection/indice-developpement-humain-ajuste-inegalites.php>, (consulté le 22 juin 2020).

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Tableau N° 04 : L'IDH et l'IDHI des trois Pays de Maghreb

INDICATEURS PAYS	IDH		IDHI	
	SCORE	RANG	SCORE	RANG
ALGERIE	0.754	85	0.598	78
TUNISIE	0.735	96	0.573	86
MAROC	0.667	123	0.456	112

Source: Table 2 – human development Index trends, (1990-2017), table 3- Inequality-adjusted Human Development Index Humain Development Indices and Indicators, United Nations Development Programme, 2018 Statistical Update, P.26-29 ; 30-33.

Le tableau en-dessus résume la situation des pays de Maghreb sur le plan de développement de capital humain (IDH) par rapport à 189 pays et de l'IDHI par rapport à 162 pays, année 2017. On remarque que l'Algérie occupe les deux pays en termes de ces deux indices (0.754 ; 0.598), le Maroc avec des score suivant de IDH et IDHI respectivement (0.667 ; 0.456) occupe la place de mauvais élève de la région.

✦ L'indice de bonheur de l'ONU :

Selon l'indice de bonheur de l'ONU, l'Algérie figure parmi les 4 premiers états qui ont un indice de bonheur élevé sur l'échelle africain, et sur l'échelle mondiale occupe 88^{ème} place Parmi 156 pays avec un score de (5,211). Suivi par le Maroc 5^e africain, et 89^e mondialement avec un score de (5,208). Par contre la Tunisie, cette fois-ci loin de ces deux voisins ou elle est classée parmi les pays moins heureux ou elle eut un score de (4,461), ce qui lui a donnée la 23^{ème} place en Afrique et 124^e sur l'échelle mondiale.

2. Consommation d'énergie

La consommation, au sens économique du terme, c'est l'action d'utiliser ou de détruire, immédiatement ou progressivement, des biens et des services, dans le but de satisfaire un besoin.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

2.1. Consommation d'énergie en Algérie

2.1.1. Consommation nationale totale

2.1.1.1. Evolution des différents agrégats

En 2018, la consommation énergétique nationale (pertes comprises) a atteint près de 65 M Tep équivalent pétrole, soit une augmentation de 7,8% par rapport à 2017, principalement due à la consommation finale d'énergie (+ 7,7%) et à la consommation non énergétique (+ 43,4%).

Au contraire, les pertes et la consommation dans le secteur de l'énergie ont baissé (-6,7%) et (-0,7%) respectivement.

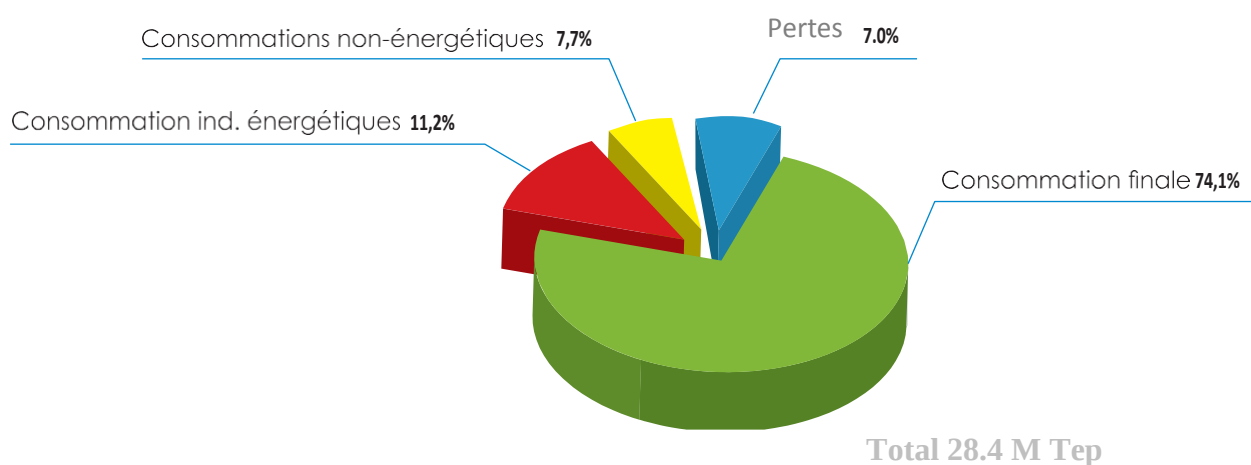
Tableau N° 05 : Consommation nationale par agrégat

Unité : K Tep	2017	2018	Evolution Quantité (%)	
Consommation finale	44 646	48 146	3 500	7,8
Consommations non-énergétiques	3 486	4 999	1 514	43,4
Consommations des industries énergétiques	7 327	7 278	-49	-0,7
Pertes	4 869	4 540	-328	-6,7
CONSOMMATION NATIONALE	60 328	64 964	4 636	7,7

Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

La structure de la consommation nationale par agrégat, est illustrée dans le graphe ci-dessous :

Graphe N° 05 : Structure de la consommation nationale d'énergie



Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Le graphe montre que la part de consommation des industries non énergétiques a augmenté par rapport aux industries énergétiques et aux pertes.

2.1.2. Consommation des industries énergétiques

La consommation des industries énergétiques regroupe celles des industries de transformation et des infrastructures du transport (raffineries, centrales électriques, unités GNL et GPL, Oléoducs et Gazoducs...). Sa part s'élève à près de 12% de la consommation nationale.

Elle a atteint 7,3 M Tep, en baisse (-0,7%) par rapport à 2017, en raison notamment de la réduction de près de 300 millions de m³ de gaz naturel dans les unités de liquéfaction.

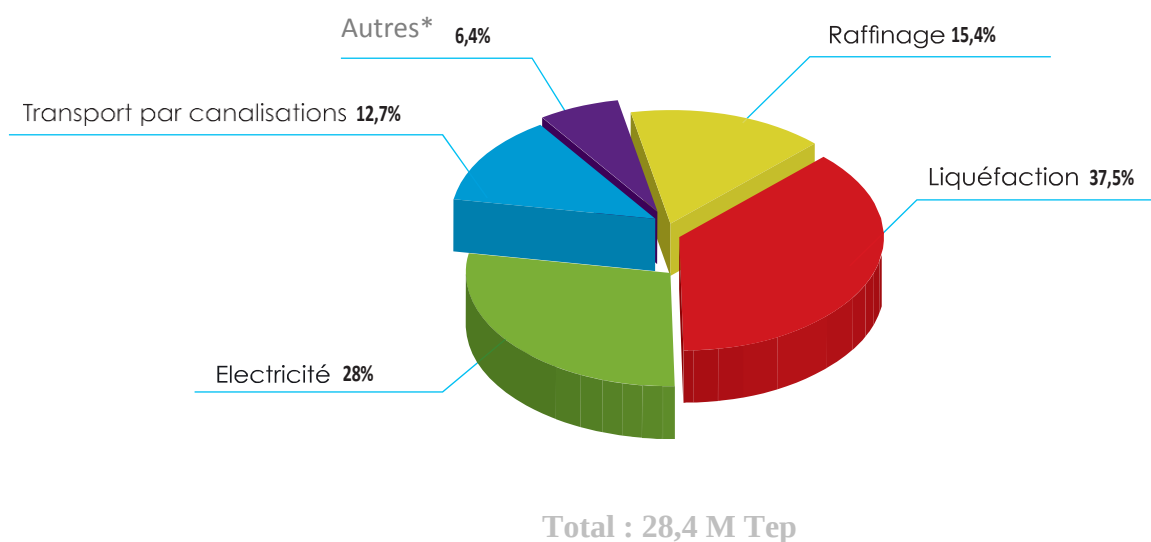
Tableau N° 06 : Consommation des industries énergétiques :

Evolution					
Produit	Unités	2017	2018	Quantité	(%)
Pétrole brut	K Tep	498	559	61	12,3
	K Tonnes	451	507		
Gaz naturel	K Tep	4 559	4 202	-357	-7,8
	10 ⁶ m ³	4 825	4 446		
Electricité*	K Tep	1 984	2 039	55	2,8
	GWh	8 430	8 515		
Gaz de Hauts Fourneaux (GHF)	K Tep	271	432	162	59,8
	10 ⁶ m ³	286	458		
Autres (GPL)	K Tep	16	46	30	192
	K Tonnes	13	40		
TOTAL	K Tep	7 327	7 278	-49	-0,7
Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)					

(*) Consommation d'électricité des auto-producteurs (principalement unités de Sonatrach) ;

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graphe N° 06 : Structure de la consommation des industries énergétiques :



Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

2.1.3. Evolution par forme d'énergie

La consommation nationale a augmenté de 7,7% par rapport à 2017, principalement tirée par le gaz naturel (13,4%), comme indiqué ci-dessous. le suivant.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Tableau N° 07 : Consommation nationale par forme d'énergie :

Produit	Unités	2017	2018	Evolution Quantité	(%)
Gaz naturel	K Tep	22 029	24 982	2953	13,4
	10 ⁶ m ³	23 311	26 436		
Produits pétroliers	K Tep	15 883	16 105	222	1,4
	K tonnes	15 181	15 405		
Electricité	K Tep	17 812	18 337	524	2,9
	GWh	75 675	76 572		
GPL	K Tep	2 361	2 638	277	11,7
	K tonnes	2 001	2 235		
Pétrole brut**	K Tep	1 085	1 151	66	6,1
	K tonnes	984	1 044		
Condensat	K Tep	23	28	5	19,6
	K tonnes	20	24		
Produits solides dont : Coke Sidérurgique Bois	K Tep	48	90	42	87,6
	K tec	54	97		
	10 ³ m ³	53	113		
Autres: GNL*** GHF	K Tep	341	1 633	547	50,3
	10 ⁶ m ³	301	267		
	10 ⁶ m ³	59	1 461		
Total	K Tep	59 582	64 964	4636	7,7

Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

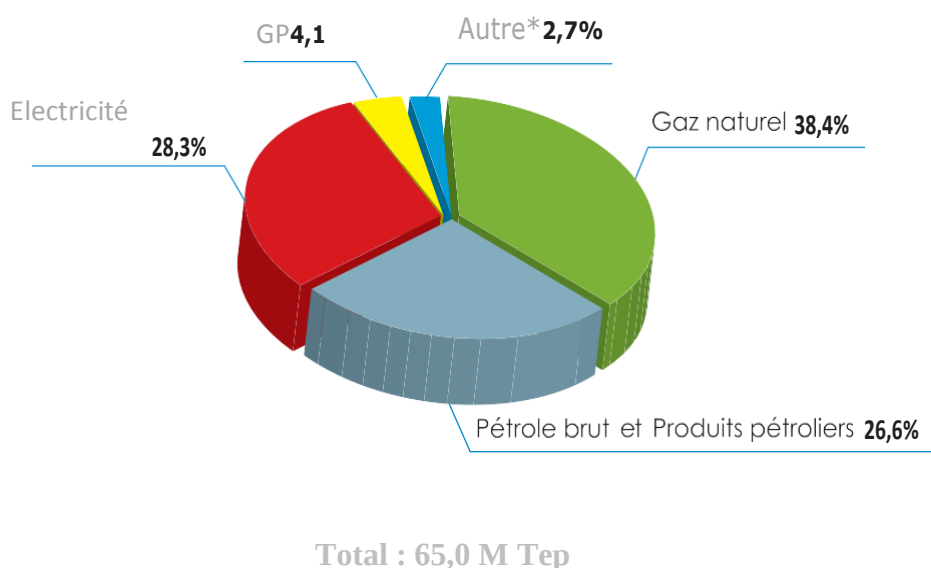
(**)- La consommation de pétrole est constituée des autoconsommations aux champs et raffineries et des pertes.

(***)- La consommation de GNL est constituée principalement des pertes (évaporation).

La structure de consommation du pays sous forme d'énergie est toujours dominée par le gaz naturel (38,4%), l'électricité (28,3%) et les produits liquides (26,6%), comme le montre le graphe ci-après :

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graphe N° 07 : Consommation nationale par forme d'énergie :



Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

*- Autres : Produits solides, condensat, GNL, GHF...etc.

Concernant les pertes, elles ont représenté 7% (4,5 millions Tep) de la consommation totale d'énergie en 2018, réparties comme suit : électricité 52,2%, gaz naturel 32,4% et 15,4% produits liquides.

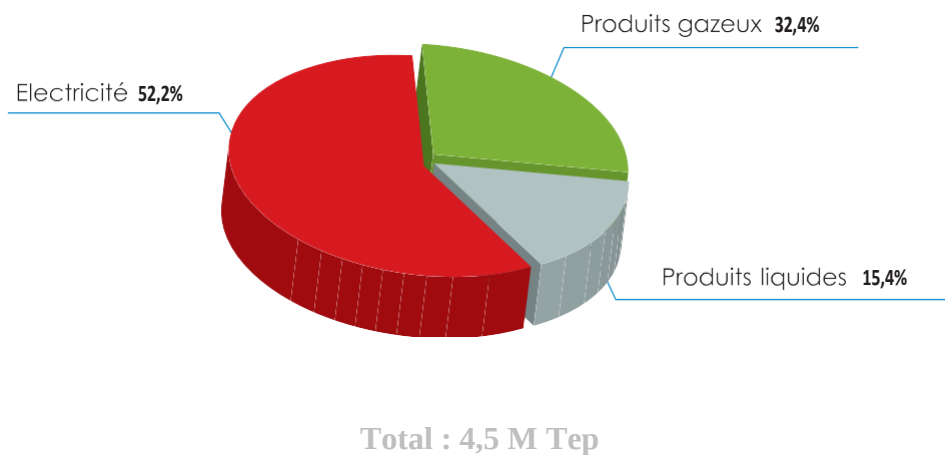
Au niveau de la distribution d'énergie, la perte des réseaux de distribution d'électricité et de gaz naturel est due à des problèmes techniques et commerciaux (non recyclables). On estime qu'ils représentent 2% de la consommation de gaz naturel et 13% de la consommation d'électricité.

Pour les pertes d'électricité, qui représentent 52% des pertes globales, elles ont baissé de 9% pour s'établir à 9,9 TWh. La répartition de ces pertes est donnée ci-dessous :

- Pertes de distribution (76%) qui ont augmenté de 7,2% en 2018, y compris les pertes non techniques dues au phénomène du piratage du réseau ;
- Pertes de transport (24%), en baisse de 2,1% par rapport à 2017.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graphe N° 08 : Structure des pertes d'énergie :



Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

2.1.4. Consommation finale

La consommation finale est passée de 44,6 M Tep en 2017 à 48,1 M Tep en 2018, reflétant une augmentation significative de 3,5 M Tep (+ 7,8%), principalement tirée par le gaz naturel, moins d'électricité et le pétrole liquéfié Gaz et produits pétroliers.

➤ **Par produit :**

L'évolution par produit est détaillée ci-après

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Tableau N° 08 : Consommation finale par produit

(*) Hors gasoil pour les centrales, les lubrifiants& bitumes et les carburants AVM pour le soutage

Produit	Unités	2017	2018	Evolution Quantité	(%)
Produits pétroliers*	K Tep	15 338	15 517	179	1,2
	K Tonnes	14 664	14 843		
Gaz naturel	K Tep	13 655	16 024	2 369	17,4
	10 ⁶ m ³	14 449	16 956		
Electricité	K Tep	13 270	13 926	656	4,9
	GWh	56 376	58 153		
GPL	K Tep	2 335	2 588	253	10,8
	K Tonnes	1 979	2 193		
Coke sidérurgique	K Tep	38	68	30	80,3
	K Tec	54	97		
Autres : Bois	K Tep	10	22	12	114,1
	K Tec	53	113		
TOTAL	K Tep	44 646	48 146	3500	7,8

Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

Du tableau 08 ci-dessus, il ressort ce qui suit :

- Portée par la demande croissante des ménages, la consommation de gaz naturel a augmentée à 16 M Tep en 2018 (17,4%), par rapport à 2017 13,6 M Tep.
- La consommation d'électricité a augmenté à 13,9 M Tep (4,9%) en raison de l'augmentation de la demande des ménages, après avoir été à 13.2 M Tep en 2017.
- Légère reprise (1,2%) de la consommation des produits pétroliers à 15,5 M Tep.
- Accroissement important de la demande sur les GPL (10,8%) à 2,55 M Tep.

Le tableau ci-dessous, donne un aperçu sur l'évolution de la consommation finale des produits pétroliers et GPL entre les années 2017-2018.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

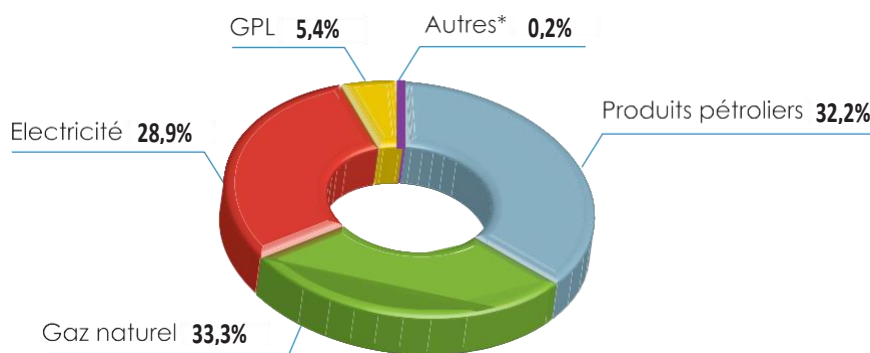
Tableau N° 09 : Evolution de la consommation finale des produits pétroliers et GPL

Produit	Unités	2017	2018	Evolution Quantité	(%)
1- Produitspétroliers, dont :	K Tep	15 338	15 517	179	1,2
Gasoil		10 211	10 493	282	2,8
Essences		4 433	4 207	-227	-5,1
Jet A1		496	608	112	22,5
Autresproduits		198	210	12	5,9
2- GPL, don't		2 335	2 588	253	10,8
GPL/C	K Tep	539	767	228	42,2
TOTAL (1+2)	K Tep	17 673	18 106	432	4,2

Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

Concernant la répartition de la consommation des produits finis, comme le montre le graphe ci-dessous, on remarque l'importance de la part du gaz naturel (33,3%), puis des produits pétroliers (32,2%) et enfin l'électricité (28,9%).

Graphe N° 09 : Structure de la consommation finale d'énergie par produits



Total : 48,1 M Tep

Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

*Autres : Bois, coke sidérurgique.

✓ Par secteur :

Par secteur d'activité, l'évolution de la consommation finale en 2018, fait ressortir ce qui suit :

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

- Suite à l'augmentation de la consommation dans les sous-secteurs ISMME (67,7%), chimique (60,1%) et des matériaux de construction (+ 6,6%), la consommation de l'industrie « industrie et BTP » a augmenté de 5,1% à 10,5 millions Tep.
- La consommation du secteur «transport» en 2018 a augmenté de 15,3 millions d'unités (2,6%) par rapport à l'année précédente.
- Accroissement important de la consommation des « Ménages et autres » de 13,2% à 22,4 M Tep, tirée par le sous-secteur résidentiel (17,6%).

Le détail de la consommation finale par secteur d'activité, est donné ci-après :

Tableau N° 10 : Consommation finale par secteur

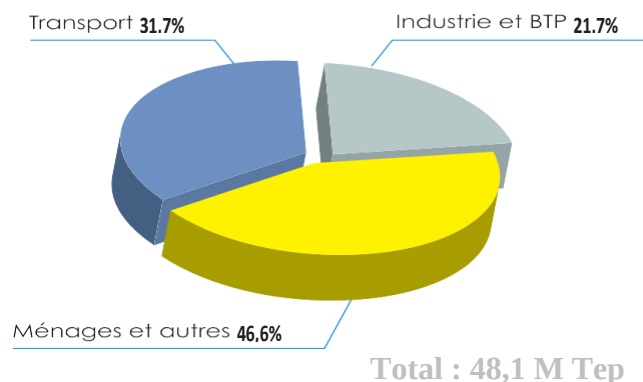
Unité : K Tep	2017	2018	Evolution Quantité	(%)
Industrie et BTP, dont :	9 943	10 450	507	5,1
Matériaux de construction	4 370	4 659	290	6,6
ISMME	765	1 283	518	67,7
BTP	441	486	45	10,3
Industries Manufacturières :	1 134	1 122	-13	-1,1
(Dont : Agroalimentaires)	1 011	1 011	-	-
Chimie	338	541	203	60,1
Autres industries	2 895	2 359	-537	-18,5
Transport, dont :	14 895	15 281	386	2,6
Routier	14 138	14 342	204	1,4
Aérien	496	608	112	22,6
Ménages et autres, dont :	19 808	22 414	2 607	13,2
Résidentiel	15 003	17 637	2 634	17,6
Agriculture	440	362	-78	-17,7
Total	44 646	48 146	3 500	7,8

Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

La structure de la consommation finale est dominée par le secteur «ménagement et autres» (46,6%), suivi du transport (31,7%), et enfin du secteur «industrie et BTP», avec une part de 21,7% comme le montre la figure ci-dessous :

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graphes N° 10 : Structure de la consommation finale par secteur



Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

2.1.4.1. Consommation d'énergie par origine

Celle-ci est basée sur les principaux produits consommés (gaz naturel, pétrole et condensats, combustibles solides et électricité primaire (énergie hydraulique et solaire).

Cette distribution montre la prédominance du gaz naturel dans la consommation nationale, représentant près de 70% de la part, comme indiqué ci-dessous :

Tableau N° 11 : Répartition de la consommation d'énergie par origine

Produit d'origine (énergie primaire)	Consommation nationale		Consommation finale	
	Volume (Ktep)	Part (%)	Volume (Ktep)	Part (%)
1- Gaz naturel	45 039	69,3	31 346	65,1
GN (consommation directe)	25 235	38,8	16 024	33,3
GN (besoins électricité)	17 943	27,6	13 510	28,1
GN (GPL extraits aux champs et unités GNL)	1 862	2,9	1 812	3,8
2- Pétrole et condensat (brut et produits raffinés)*	18 266	28,1	16 521	34,3
3- Autres (coke, GHF et bois)	1 471	2,3	90	0,2
4- Électricité primaire	188	0,3	188	0,4
Total	64 964	100	48 146	100

Source : Bilan énergétique 2018-2019 (sconatrach)

*- y compris GPL issus du raffinage

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

La part du gaz naturel dans la consommation finale domine à 65%, mais elle a diminué par rapport à la part dans la consommation nationale (69,3), car le gaz naturel représente l'essentiel de la consommation dans l'industrie de l'énergie et les utilisations non énergétiques.

2.2. Consommation d'énergie en Tunisie

2.2.1. Consommation des produits pétroliers

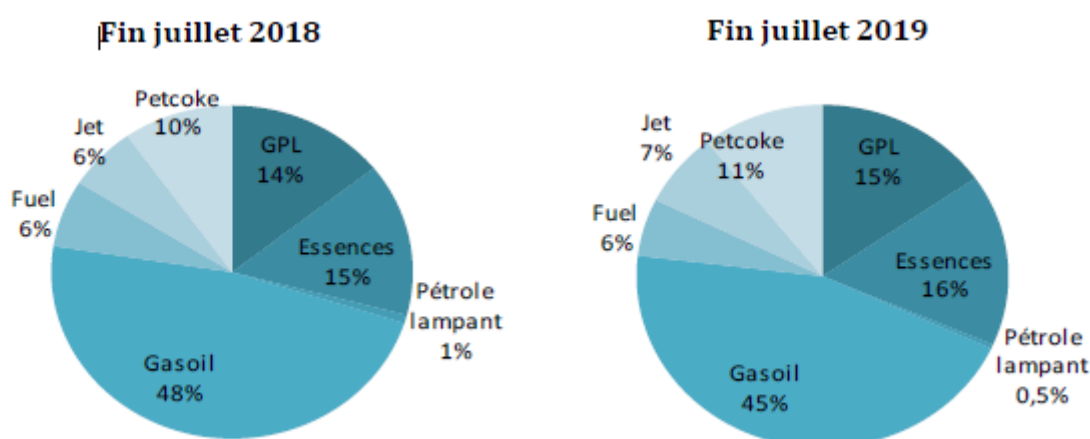
Tableau N° 12 : Consommation des produits pétroliers

CONSOMMATION DES PRODUITS PETROLIERS							
	Réalisation en 2018	A fin juillet				Var (%) (3)/(2)	Unité : ktep TCAM (%) (3)/(1)
			2010 (1)	2018 (2)	2019 (3)		
GPL	639		308	378	401	6%	3%
Essences	702		284	393	423	8%	4%
Essence Super	0		1	0	0	-	-
Essence Sans Pb	694		283	392	412	5%	4%
Essence premium	8		0	1	10	-	-
Pétrole lampant	31,1		42,8	21,8	10,8	-50%	-14%
Gasoil	2162		1102	1257	1176	-6%	1%
Gasoil ordinaire	1798		1042	1051	966	-8%	-1%
Gasoil SS	361		60	206	207	0%	15%
Gasoil premium	3		0	0	3,9	-	-
Fuel	289		221	172	142	-17%	-5%
STEG & STIR	28		5	13	1	-93%	-18%
Hors (STEG & STIR)	261		215	158	141	-11%	-5%
Fuel gaz (STIR)	0		2	0	0	-	-
Jet	298		128	164	183	12%	4%
Coke de pétrole	459		188	260	278	7%	4%
Total	4580		2276	2645	2614	-1%	2%
			2269	2632	2613	-1%	2%
Source: conjoncture énergétique-juillet-2019							

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Entre fin juillet 2018 et fin juillet 2019, la demande nationale de produits pétroliers a baissé de 1% à 2614 ktep. La principale raison de cette baisse est la baisse de la demande de gasoil (-6%) et de carburant (-17%).

Cependant, de fin juillet 2018 à fin juillet 2019, la structure de consommation des produits pétroliers n'a pas changé de manière significative.



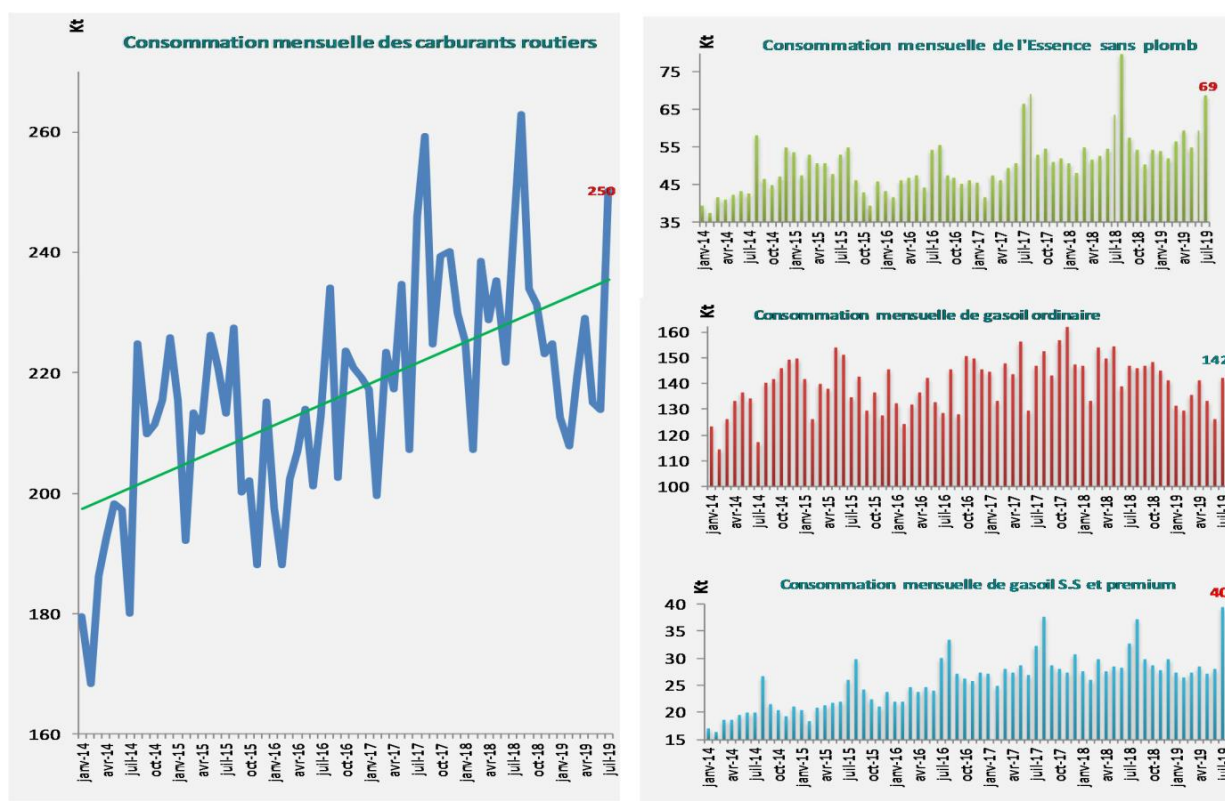
Source : conjoncture énergétique-juillet-2019

Par rapport à fin juillet 2018, la consommation de carburant routier à fin juillet 2019 a diminué de 3%, représentant 61% de la consommation totale de produits pétroliers.

La consommation totale du gasoil a baissé de 6% par rapport à l'an dernier, tandis que la consommation d'essence a augmenté de 8%. Le graphe ci-dessous montre la consommation mensuelle totale de carburant routier depuis janvier 2014 : la consommation en été a dominé et a montré une tendance irrégulière. En juillet 2019, le gasoil répondait à 74% de la demande totale de carburant routier, 45% de la demande totale de produits pétroliers et 21% de la demande totale d'énergie primaire.

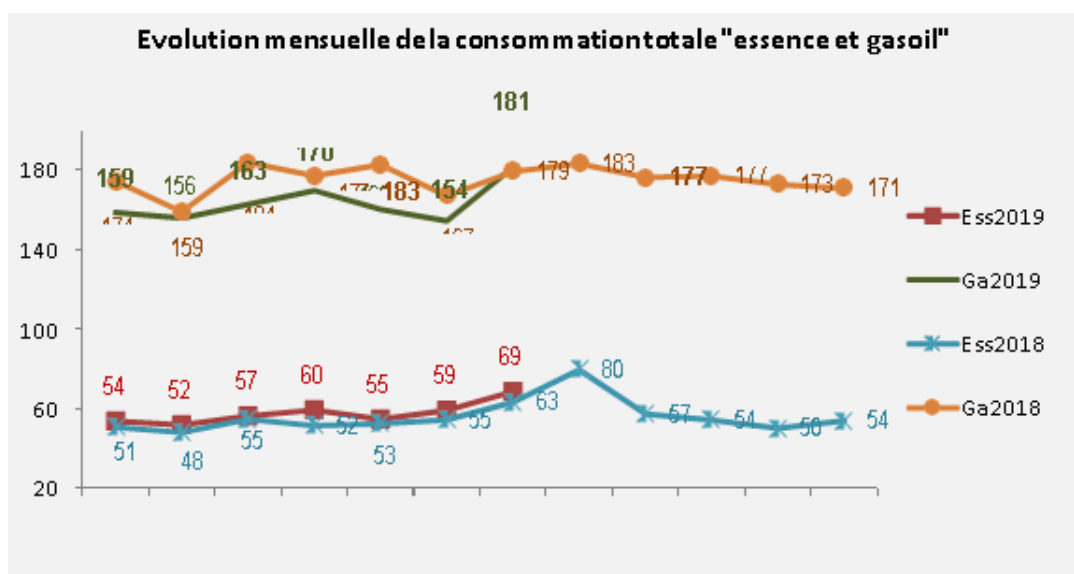
Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graphe N° 11 : Evolution de la consommation mensuelle de carburants routiers entre 2018 et 2019.



Source : conjoncture énergétique-juillet-2019

Graphe N° 12 : Evolution mensuelle de la consommation totale « essence et gasoil »



Source : conjoncture énergétique-juillet-2019

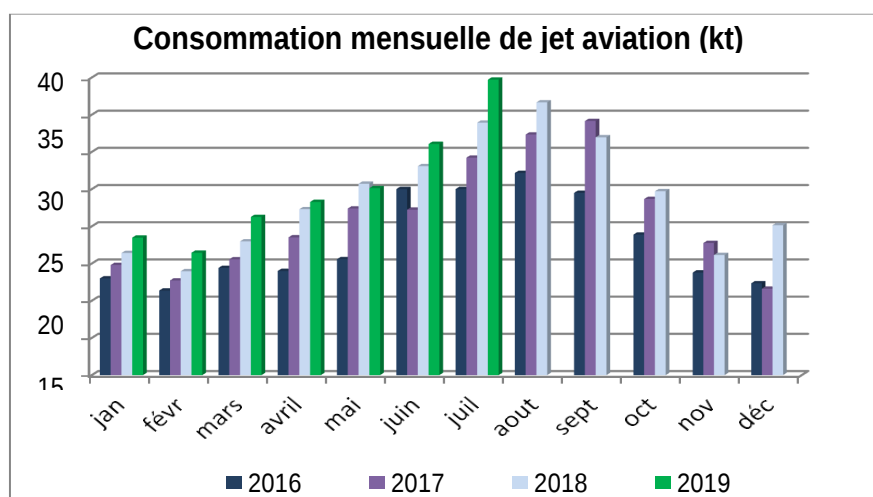
Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Par ailleurs, la consommation du GPL a augmenté de 6% entre fin juillet 2018 et fin juillet 2019.

De fin juillet 2018 à fin juillet 2019, la consommation de coke a augmenté de 7%.

En revanche, globalement, par rapport à la même période en 2018, la consommation de jet aviation a continué d'afficher une croissance positive de 12% à fin juillet 2019, synonyme de reprise progressive de l'industrie du tourisme.

Graphes N° 13 : consommation mensuelle de jet aviation (kt)



Source : conjoncture énergétique-juillet-2019

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

2.2.2. Production de produits pétroliers

Tableau N° 13 : Des indicateurs de raffinage

Les indicateurs de raffinage				
	A fin juillet			
	2018 (1)	2019 (2)	Var (%) (2)/(1)	Remarques
				<i>enktep</i>
GPL	5	1	-83%	
Essence Sans Pb	0	0	-	Reprise de l'unité de Paltforming le 17/08/2018 puis arrêt depuis le 25/08/2018
Petrole Lampant	14	0,4	-97%	
Gasoil ordinaire	83	5	-94%	
Fuel oil BTS	77	7	-90%	
Virgin Naphta	53	6	-89%	
White Spirit	2,8	0	-	
Total production STIR	235	20	-89%	Raffinerie en arrêt depuis le 06/01/2019
Taux couverture STIR (3)	9%	1%	-89%	(3) en tenant compte de la totalité de la production
Taux couverture STIR (4)	4,0%	0,2%	-94%	(4) en tenant compte uniquement de la production destinée au marché local
Jours de fonctionnement de la raffinerie	122	6	-89%	Raffinerie en arrêt depuis le 06/01/2019
Source: conjuncture énergétique-juillet-2019				

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

2.2.2.1. Gaz naturel

Tableau N° 14 : demande de gaz naturel

DEMANDE DE GAZ NATUREL						
		A fin juillet				
	Réalisé 2018	2010 ▼ (1)	2018 (2)	2019 ▼ (3)	Var (%) (3)/(2)	TCAM (%) (3)/(1)
					Unité:ktep-pci	
DEMANDE	5 009	2 508	2 960	2 948	-0,4%	2%
Production d'électricité	3 594	1 811	2 102	2 150	2%	2%
Hors prod élec	1 415	698	858	798	-7%	2%
Haute pression	399	220	237	200	-16%	-1%
Moy&Bassepression	1 016	478	620	599	-3%	3%
					Unité : ktep- pcs	
DEMANDE	5 565	2 787	3 289	3 276	-0,4%	2%
Production d'électricité	3 993	2 012	2 336	2 389	2%	2%
Hors prod élec	1 572	775	953	887	-7%	2%
Haute pression	443	244	264	222	-16%	-1%
Moy&Bassepression	1 129	531	689	665	-3%	3%

Source: conjuncture énergétique-juillet-2019

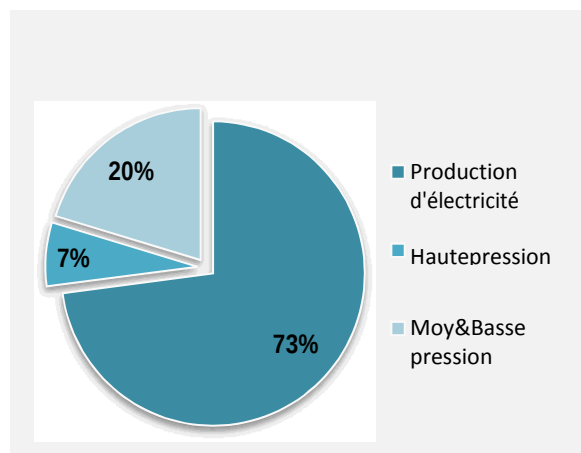
Entre la fin juillet 2018 et la fin juillet 2019, la demande totale de gaz naturel a légèrement diminué de 0,4% à 2948 ktep. La demande de production d'électricité a augmenté de 2%, tandis que la demande de consommation finale a baissé de 7%.

Le secteur de la production d'électricité reste le plus gros consommateur de gaz naturel (73% de la demande totale jusqu'à fin juillet de 2019). (Graphe 14)

Quant à l'utilisation finale (hors production d'électricité), la demande de gaz naturel a baissé de 7% à 798 ktep. La demande des clients moyenne et basse pression a baissé de 3% et celle des clients haute pression a chuté de 16%.

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Graph N° 14 : Répartition de la demande de gaz naturel - fin juillet 2019



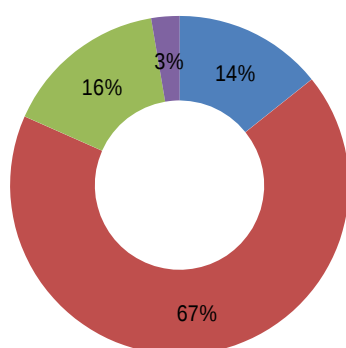
Source : conjoncture énergétique-juillet-2019

La consommation spécifique globale des moyens de production électrique (STEG+IPP) a enregistré une amélioration de 1,3% entre fin juillet 2018 et fin juillet 2019 pour passer de 215,8 tep/GWh à 213 tep/ GWh.

La production d'électricité au gaz naturel a augmenté de 3%, tandis que la demande de gaz naturel dans le secteur de l'électricité a augmenté de 2%, ce qui peut s'expliquer par la disponibilité des équipements de production de base.

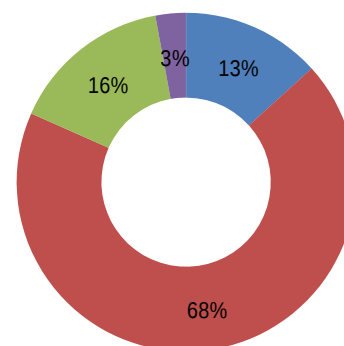
On constate qu'à fin juillet 2019, la part du cycle combiné de production dans la production a augmenté de 68%, alors qu'à fin juillet 2018 elle a augmenté de 67%.

Répartition de la production électrique par moyen de production



Fin juillet 2018

■ THERMIQUE VAPEUR
■ CYCLE COMBINE
■ Turbines à combustion
■ Energies Renouvelables



Fin juillet 2019

Source : conjoncture énergétique-juillet-2019

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

2.3. Consommation d'énergie au Maroc

La consommation d'énergie primaire par habitant au Maroc était en 2017 de 0,56 tep, soit seulement 31 % de la moyenne mondiale et 88 % de la moyenne africaine.

En 2017, la production locale d'énergie primaire ne répondait qu'à 9,1% des besoins du pays, dont 96,5% d'énergie renouvelable : la biomasse et les déchets représentaient 71,3%, l'énergie éolienne et solaire 19,7% et l'hydroélectricité 5,4%. Les réserves de schiste bitumineux et de gaz de schiste du Maroc sont importantes et n'ont pas encore été exploitées à l'échelle industrielle.

L'électricité représentait 17,3% de la consommation finale en 2017; sa production était également dominée par les énergies fossiles: 81,2% en 2018 (charbon 62,4%, gaz naturel 15,3%, pétrole 3,5%); les énergies renouvelables assuraient 19% de la production: l'hydroélectricité 5,0%, énergie éolienne 11,3%, énergie solaire 2,8%; grâce au soutien de l'État, ils se sont développés rapidement (l'énergie éolienne est passée de 2,8% en 2010 à 11,3% en 2018), et l'État s'est fixé une part croissante objectifs.

2.3.1. Consommation intérieure brute d'énergie primaire

Tableau N° 15 : Consommation intérieure brute d'énergie primaire au Maroc par source (Mtep)

Source	1990	%	2000	%	2010	%	2015	2017	% 2017	var. 2017/1990
Charbon	1,13	14,9	2,65	24,0	2,7 9	16,3	4,4 4	4,4 5	21,7 %	+293 %
Pétrole	5,34	70,0	6,85	62,1	11,5 2	67,4	11,7 5	12,7 2	62,0 %	+138 %
Gaz naturel	0,04	0,6	0,04	0,3	0,5 7	3,3	1,0 2	1,0 2	5,0 %	+2284 %
Total <u>fossiles</u>	6,51	85,5	9,54	86,5	14,8 8	87,1	17,2 2	18,2 0	88,7 %	+179 %
Hydraulique	0,11	1,4	0,06	0,6	0,3 0	1,7	0,1 6	0,1 0	0,5 %	-3 %
Biomasse-déchets	0,99	13,0	1,22	11,0	1,5 1	8,8	1,3 7	1,3 4	6,5 %	+35 %
Solaire, éolien, géoth.			0,006	0,1	0,0 6	0,3	0,2 2	0,3 7	1,8 %	Ns
Total <u>EnR</u>	1,10	14,4	1,29	11,7	1,8 7	10,9	1,7 5	1,8 1	8,8 %	+65 %
Soldeimp.électricité	0,01	0,1	0,20	1,8	0,4 0	2,3	0,4 3	0,5 1	2,5 %	x56
Total	7,62	100	11,02	100	18,4 1	100	19,3 9	20,5 1	100 %	+169 %
Source des données : Agence internationale de l'énergie										

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Le secteur énergétique marocain est dominé par les combustibles fossiles. Presque tous les combustibles fossiles sont importés, représentant 88,7% de la consommation d'énergie primaire du pays en 2017 (pétrole 62%, charbon 21,7%, gaz naturel 5%) ; les énergies renouvelables représentent 8,8% (en particulier Biomasse : 6,5%), les importations d'électricité représentent 2,5%.

2.3.2. Consommation finale d'énergie

La consommation finale d'énergie au Maroc (après raffinage, transformation en électricité ou en chaleur de réseau, transport, etc) a évolué comme suit :

Tableau N° 16 : Consommation finale d'énergie au Maroc par source (Mtep)

Source	1990	%	2000	%	2010	%	2015	2017	%	var. 2017/1990
Charbon	0,35	6,1	0,53	6,2	0,02	0,1	0,02	0,02	0,1	-95 %
Produits pétroliers	3,58	63,4	5,68	66,5	9,64	72,9	10,95	11,92	74,1	+233 %
Gaz naturel	0,04	0,8	0,04	0,4	0,05	0,3	0,07	0,06	0,4	+44 %
Total <u>fossiles</u>	3,97	70,4	6,25	73,1	9,70	73,4	11,04	12,00	74,6	+202 %
Biomasse-déchets	0,97	17,2	1,19	14,0	1,48	11,2	1,34	1,30	8,1	+34 %
Électricité	0,70	12,5	1,10	12,9	2,03	15,4	2,57	2,79	17,3	+297 %
Total	5,65	100	8,54	100	13,22	100	14,95	16,09	100	+185 %

Source des données : Agence internationale de l'énergie

La répartition par secteur de la consommation finale d'énergie a évolué comme suit :

Tableau N° 17 : Consommation finale d'énergie au Maroc par secteur (Mtep)

Filière	1990	%	2000	%	2010	%	2015	2017	%	var. 2017/1990
Industrie	1,96	34,7	2,22	26,0	2,91	22,0	3,10	3,31	20,6	+69 %
Transport	1,30	23,0	2,68	31,4	4,45	33,7	5,20	5,78	35,9	+345 %
Résidentiel	1,28	22,7	2,10	24,6	3,31	25,0	3,79	4,01	24,9	+213 %
Tertiaire	0,63	11,2	0,77	9,0	1,12	8,5	1,22	1,29	8,0	+103 %
Agriculture	0,27	4,7	0,48	5,6	0,89	6,7	1,11	1,22	7,6	+358 %
Usages non énergétiques (chimie)	0,21	3,6	0,29	3,4	0,53	4,0	0,52	0,48	3,0	+136 %
Total	5,65	100	8,54	100	13,22	100	14,95	16,09	100	+185 %

Source des données : Agence internationale de l'énergie .

Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives au Capital humain, Consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc

Conclusion

Dans ce deuxième chapitre nous avons présenté des données relatives au capital humain et consommation d'énergie de chacun des pays du Maghreb : Algérie, Tunisie et Maroc. Et cela en faisant une analyse descriptive de chaque donnée d'un pays.

On a retiré de ce chapitre que, la situation énergétique et capital humain diffèrent d'un pays à l'autre dans la région du Maghreb.

Pour ce qui concerne l'état du capital humain, après avoir étudié tous les indices de ce dernier, la région magrébine n'a exploité en moyen que (50.58/100) de son potentiel humain, cela d'après l'IHC de WEF, ce qui veut dire que, la région en global gaspille l'équivalent de (49.42), chose qui explique la vulnérabilité de l'état économique de ces pays. Pas loin de ces résultats, la BM a affiché son bilan de IHC pour la région, dont les résultats sont similaire que IHC de WEF, où la moyenne des trois pays s'élève de 51%. Dont la BM le traduit comme suit : un enfant né aujourd'hui au Maghreb central, sera à 51% aussi productif quand elle grandit qu'elle pourrait l'être si elle jouissait d'une éducation complète et d'une santé complète.

Notamment en termes de ressources énergétiques. L'Algérie est un des pays exportateurs nets d'énergie, avec de larges ressources, gazières pour le premier et pétrolières pour le second, tandis qu'à l'autre extrême, le Maroc importe tous ses besoins en énergie. Quant à la Tunisie, ses ressources s'essoufflent par rapport à sa demande intérieure et elle est en passe de devenir un pays importateur net d'énergie.

Introduction

Ce chapitre est consacré à la modélisation économétrique en données de panel de l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie en Algérie, Tunisie et au Maroc durant la période 1990-2014. En effet, l'économétrie des données de panel est une forme de régression multiple. Elle a centré son analyse sur deux dimensions, l'une est individuelle et l'autre temporelle. Les données de panel sont simplement des données relatives à un groupe d'individus observés à plusieurs dates. Par conséquent, nous ne pouvons pas seulement être considérés comme un regroupement d'un grand nombre de séries chronologiques individuelles, mais également comme un regroupement d'enquêtes individuelles annuelles.

Deux principaux modèles sont utilisés pour traiter les variables individuelles non observables : les modèles à effets aléatoires individuels et les modèles à effets fixes³³. Dans sa version de base, le premier modèle suppose qu'il n'y a pas de corrélation entre les variables individuelles non observables dans le modèle et les variables explicatives, alors que le second modèle permet une telle corrélation. Le choix entre deux modèles se fait à l'aide des tests de spécification.

Le modèle en données de panel s'écrit comme un modèle à double indice qui prend la forme suivante³⁴ :

$$Y_{it} = a_i + \sum_k \beta_{ki} x_{kit} + \varepsilon_{it}$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} i: 1 \rightarrow N \\ t: 1 \rightarrow T_i \end{cases}$$

La double dimension qu'offrent les données de panel est un atout majeur. En effet, si les données en séries temporelles permettent d'étudier l'évolution des relations dans le temps, elles ne permettent pas de contrôler l'hétérogénéité entre les individus. A l'inverse, les données en coupes transversales permettent d'analyser l'hétérogénéité entre les individus mais elles ne peuvent pas tenir compte des comportements dynamiques, puisque la dimension temporelle est exclue du champ d'analyse. Ainsi, en utilisant des données de panel, on pourra exploiter les deux sources de variation de l'information statistique :

- Temporelle où variabilité intra-individuelle (within)

³³ <http://emmanuel.duguet.free.fr/EcPanels.pdf>

³⁴ Econométrie des données de panel par Dr. Zayati Montassar

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

- et individuelle ou variabilité inter-individuelle (Between).

Dans ce chapitre on va étudier empiriquement et économétriquement les données de panel au pays du Maghreb et enfin répondre à notre problématique lancée.

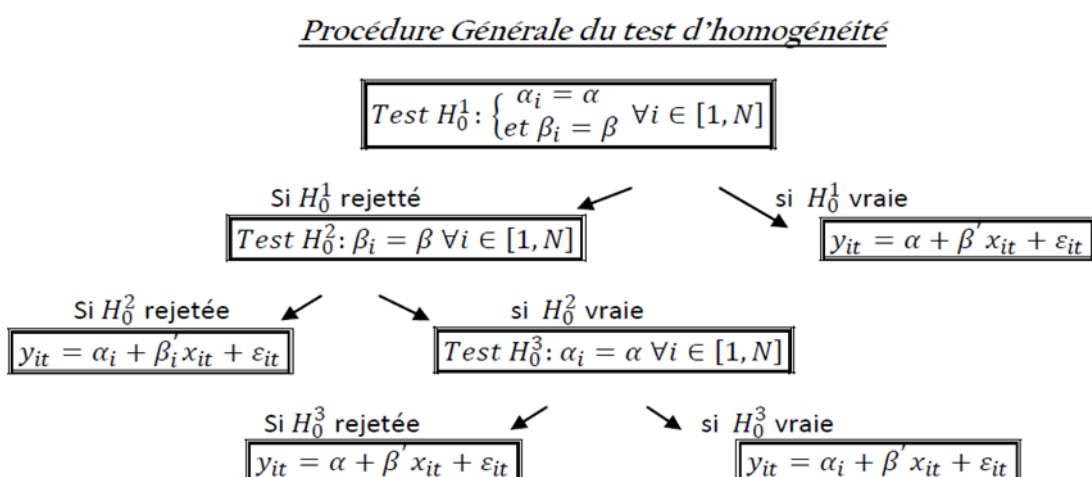
1. Les régressions linéaires sur données de panel

La première étape pour déterminer un échantillon de données de panel consiste à vérifier la spécification homogène ou hétérogène du processus de génération de données. La phase de test de spécification revient à déterminer si nous avons le droit d'adopter une fonction de régression identique pour toutes les personnes (modèle pooled). Dans ce cas, les élasticités des facteurs exogènes sont identiques ($\beta_i = \beta$) ; et la constante elle aussi identique pour tous les individus ($\alpha_i = \alpha$) selon le modèle suivant :

$$Y_{it} = \alpha + \sum_k \beta_{ki} x_{kit} + \varepsilon_{it}$$

La phase de test de spécification revient à déterminer si le processus générateur de données peut être considéré comme homogène, c'est-à-dire unique pour tous les individus, ou si au contraire il apparaît totalement hétérogène, auquel cas l'utilisation des techniques de panel ne peut se justifier. Entre ces deux cas extrêmes se trouve un modèle dit à effets individuels. Il convient, surtout, d'identifier la source d'hétérogénéité pour bien spécifier le modèle.

Graphe N°15 : Procédure générale de test présentée dans Hsiao³⁵ (1986)



³⁵ Hsiao, C., (1986), "Analysis of Panel Data", *Econometric society Monographs* N°11. Cambridge University Press.

2. Test de Spécification

2.1 Hétérogénéité des Comportements

Plusieurs configurations sont disponibles :

- ✓ Les constantes α_i et les paramètres β_i sont identiques. On qualifie ce panel de panel homogène (**Pooled**).
- ✓ Les N constantes α_i et les N vecteurs de paramètres β_i sont différents selon les individus. On a donc $N =$ (selon le nombre de pays) modèles différents, on rejette la structure de panel.
- ✓ Les N vecteurs de paramètres β_i sont identiques, $\beta_i = \beta$; tandis que les constantes α_i diffèrent selon les individus. On obtient un modèle hétérogène à effets individuels.
- ✓ Si $F > 0,05$ on accepte H_0 ; si $F < 0,05$ on rejette H_0 .

2.2 Test d'homogénéité globale (H_1^0)

Il s'agit de tester le test suivant : $Test H_1^0 \left\{ \begin{matrix} \alpha_i = \alpha \\ \beta = \beta \end{matrix} \forall i \in [1, N] \right.$

La statistique utilisée est celle de Fisher :

$$F_1 = (SCR_c - SCR) / (N-1) (K+1) SCR / [NT - N K + 1]$$

Avec :

- ✓ SCR_c est celle du modèle contraint (modèle d'homogénéité totale ou *Pooled*) : elle est calculée : $y_{it} = \alpha + \beta' X_{it} + \varepsilon_{it}$.

- Si H_1^0 est Vrai : modèle pooled
- Si H_1^0 est rejetée : on passe au test 2

2.3 Test d'homogénéité des coefficients β_i (H_2^0)

Le test est le suivant : $H_2^0 : \beta_i = \beta \forall i \in [1, N]$

La statistique du test est la suivante :

Avec :

$$F_2 = (SCR_c' - SCR) / (N-1) K SCR / [(NT - NK + 1)]$$

$SCR'c$ est la somme des carrés résiduels du modèle contraint à effet individuels :

$$y_{it} = \alpha_i + \beta'X_{it} + \varepsilon_{it}$$

Les estimateurs (Within) des paramètres α_i et β sont obtenus en centrant les variables sur les moyennes individuelles respectives. C'est le même que l'estimateur à effet fixe donné par Eviews et STATA ou l'estimateur Last Squared Variable (LSDV) calculé par le logiciel TSP.

- Si H_2^0 est vrai : on passe au test 3
- Si H_2^0 est rejetée la structure de panel est rejetée

2.4 Test d'homogénéité des constantes α_i (H_3^0)

Test H_3^0 : $\alpha_i = \alpha \forall i \in [1, N]$

La statistique de ce test est la suivante :

$$F_3 = (SCRc - SCRc') / (N-1) SCRc' / [NT-1 - K]$$

Si On rejette, l'hypothèse H_3^0 pour opter à un modèle de panel à effet individuel causé par l'hétérogénéité de la constante (α_i). Il ne reste maintenant que de déterminer la nature de cet effet (fixe ou aléatoire) par le test d'Hausman.

2.5 Test d'Hausman

Il permet de trancher les quels des deux modèles a effets fixes ou aléatoires à retenir dans l'estimation.

Pour l'estimation a effet aléatoires, le problème réside dans la corrélation qui peut exister entre les variables expliquées et les effets individuels.

$$\begin{cases} H_0: E(\alpha_i / X_i) = 0 \\ H_1: E(\alpha_i / X_i) \neq 0 \end{cases}$$

Sous l'hypothèse H_0 , les effets individuels sont aléatoires, alors la méthode adéquate pour l'estimation est la Méthode des Moindres Carrés Généralisés (MCG). Sinon, sous l'hypothèse H_1 , l'estimateur utilisé est l'estimateur Within.

La statistique du test est la suivante³⁶ :

$$H = \beta MCG - \beta LSDV' Var \beta MCG - \beta LSDV - 1 \beta MCG - \beta LSDV$$

3 Les modèles a données de panel

3.1 Le modèle a effet fixe

Le modèle à effet fixe suppose que les relations entre la variable dépendante et les variables explicatives sont identique pour tous les individus. Ce modèle présente une structure des résidus qui vérifient les hypothèses standards des MCO. Il s'agit en fait d'un modèle classique avec des variables indicatrices (en anglais LSDV³⁷).

La méthode d'estimation des paramètres va dépendre de la structure des termes d'erreurs :

- ✓ Si les erreurs sont homoscédastiques c'est-à-dire la covariance des erreurs est nulle ; on utilise la méthode des MCO sur les variables indicatrices (LSDV)
- ✓ Si par contre les erreurs sont hétéroscédastiques ; on utilise la méthode des Moindres Carrés Généralisés (MCG) sur les variables indicatrices (LSDV).

❖ Estimateur Within ou LSDV

L'estimateur des MCO des paramètres α_i et β dans le modèle à effets fixes est appelé estimateur Within ; ou estimateur à effets fixes ou estimateur LSDV. Comme nous l'avons vu, le terme Within s'explique par le fait que cet estimateur tient compte de la variance intragroupe de la variable endogène.

La troisième appellation LSDV tient au fait que cet estimateur conduit à introduire des variables dummies.

Les estimateurs de ce modèle par la méthode des MCO sont les meilleurs estimateurs linéaires, sans biais et convergents (BLUE³⁸). Dans la pratique, l'estimateur des MCO ou LSDV est obtenu à partir d'un modèle transformé où les différentes variables du modèle sont centrées par rapport à leurs moyennes individuelles respectives.

³⁶Dr. Zayati Montassar « Econométrie des données de panel »

³⁷ Least Square Dummy Variables

³⁸ Best Linear Unbiased Estimator

3.2 Le modèle à effet aléatoire

Ce test suppose que la relation entre la variable à expliquer et les variables explicatives ne soit plus fixe mais aléatoire, l'effet individuel n'est plus un paramètre fixe mais une variable aléatoire. Ce modèle consiste à décomposer le terme d'erreur de la manière suivante :

$$\forall i \in [1 ; N] \text{ et } t \in [1 ; T] ; \varepsilon_{it} = \alpha_i + \lambda_t + \vartheta_{it}$$

Les variables α_i désignent ici les effets individuels qui représentent l'ensemble des spécificités structurelles ou a-temporelles de la variable endogène, qui diffèrent selon les individus. On suppose ici que ces effets sont aléatoires. Les variables aléatoires λ_t représentent quant à elle les effets temporels strictement identiques pour tous les individus. Enfin, le processus stochastique ϑ_{it} désigne la composante du résidu total ε_{it} orthogonale aux effets individuels et aux effets temporels. Généralement, on est conduit à faire un certain nombre d'hypothèses techniques sur cette structure de résidus.

4 La modélisation économétrique de l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie

Dans un premier temps on a formaliser notre problématique qui consiste à étudier l'effet de capital humain sur la consommation d'énergie dans les trois pays de Maghreb (l'Algérie, Tunisie, le Maroc) et durant la période 1990-2014 sous forme d'un modèle économétrique. Pour ce faire, la variable à expliquer, consommation d'énergie, est en fonction d'un ensemble de variables explicatives à savoir, le capital humain, le capital physique, la population urbaine et le PIB par habitant. Les variables explicatives sont définies de la façon suivante :

- ❖ Le capital humain exprimé par l'indice de capital humain construit à base de nombre d'année de scolarité et les rendements attendus de l'éducation.
- ❖ L'évolution de la population urbaine exprimée en pourcentage de la population totale.
- ❖ Le PIB par habitant (tête) exprimé en valeur constante de 2010 US\$.
- ❖ Le capital physique exprimé par la formation brute du capital fixe, en valeur constante de 2010 US\$.

Tandis que, la variable à expliquer de notre modèle est la suivante :

- ❖ La consommation d'énergie par habitant exprimée en kg d'équivalent pétrole.

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

Notre équation de base dérivée de la fonction de production de Cobb-Douglas, issu des travaux de Cobb et Douglas (1928), Elle permet de représenter les effets de la technologie sur deux ou plusieurs facteurs de production (notamment le capital physique et le capital travail) et sur l'output qu'ils permettent

La fonction de production de Cobb-Douglas prend la forme suivant :

$Q = \alpha_0 K^{\alpha_1} L^{\alpha_2}$ Avec : **K** : représente le capital physique ; **L** : le travail

Les coefficients α_1, α_2 représentent respectivement l'élasticité de la production au facteur capital physique, et l'élasticité de la production au facteur travail.

Dans notre cas, on cherche à expliquer la consommation d'énergie (EU) par, le PIB par habitant (GDPC), l'évolution de la population urbaine (UPOP), le capital physique (k), et capital humain (H).

Notre fonction de type Cobb-Douglas s'écrit donc :

$$UE = \alpha_1 GDPC^{\alpha_2} + UPOP^{\alpha_3} + LK^{\alpha_4} + LH^{\alpha_5} \quad i \in \{1, \dots, 3\}, t \in \{1, 2, \dots, 25\} \quad [1]$$

On remède à sa forme linéaire avant tout estimation, et on ajoute la spécification erreur. Pour ce faire, on a suivi une simple transformation logarithmique (spécifié sous forme Log-Log), le modèle est devenu Log-linéaire :

$$LEU_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 LGDPC_{it} + \alpha_3 LUPOP_{it} + \alpha_4 LK_{it} + \alpha_5 Lh_{it} + \varepsilon_{it} \quad [2]$$

$i \in \{1, \dots, 3\}, t \in \{1, 2, \dots, 25\}$

LGDP_{it} : Logarithme PIB par tête de l'individu "i" (l'Algérie, la Tunisie, le Maroc) pour l'année "t" (de 1990 jusqu'à 2014)

LUPOP_{it} : Log le ratio de la population urbaine de l'individu "i" (l'Algérie, la Tunisie, le Maroc) pour l'année "t" (de 1990 jusqu'à 2014).

LK_{it} : Log capital physique (la formation brute du capital fixe) de l'individu "i" (l'Algérie, la Tunisie, le Maroc) pour l'année "t" (de 1990 jusqu'à 2014).

Lh_{it} : Log capital humain de l'individu "i" (l'Algérie, la Tunisie, le Maroc) pour l'année "t" (de 1990 jusqu'à 2014).

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

Eit : le terme d'erreur associé à l'individu 'i' (l'Algérie, Tunisie, le Maroc) pour l'année 't' (de 1990 jusqu'à 2014).

Les coefficients $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ sont les paramètres du modèle.

4.1. L'estimation du modèle avec MCO

Maintenant, après avoir résolu le problème du non linéarité, liée à la non vérification de la première hypothèse pour l'estimation des paramètres du modèle (H1 : le modèle est linéaire en x_t , ou en n'importe quelle transformation de X_t). On supposant que tous les autres hypothèses sont vérifiées, on passe directement à la l'estimation du modèle avec la méthode des moindres carrés ordinaire en utilisant logiciel stata.16.

Tableau N°18 : l'estimation du modèle avec L'MCO

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	75
Model	10.8892476	4	2.7223119	F(4, 70)	=	477.83
Residual	.398803565	70	.005697194	Prob > F	=	0.0000
				R-squared	=	0.9647
				Adj R-squared	=	0.9627
Total	11.2880512	74	.152541232	Root MSE	=	.07548

leu	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lgdpc	1.5531	.0685965	22.64	0.000	1.416289	1.689912
lupop	1.850982	.2900158	6.38	0.000	1.272563	2.4294
lk	-.0806057	.0125989	-6.40	0.000	-.1057334	-.055478
lh	-1.642028	.2326036	-7.06	0.000	-2.105941	-1.178115
_cons	-10.6369	1.203822	-8.84	0.000	-13.03785	-8.235957

Source : réalisé par les auteurs en utilisant le logiciel Stata.16

D'après ces résultats le modèle est globalement bon, statistiquement significative ($\text{Prob}>F = 0.000 < 0.1 ; 0.05 ; 0.01$). les t-test des coefficients qui sont supérieurs à la valeur critique 1.96 et la P-value qui sont inférieurs au seuil $\alpha=1\%, 5\%, 10\%$ donc on dit que l'hypothèse nulle est rejeté, tous les coefficients sont différents de 0. Donc statistiquement les coefficients sont tous significatives.

4.2. Vérification de la forme en panel de notre modèle

On vérifie si le modèle à une forme de panel à effet individuel en utilisant le teste d'Hsiao d'homogénéité :

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

Après avoir estimé notre modèle en appliquant le teste de spécification d'homogénéité, et d'hétérogénéité d'Hsaio, les résultats sont affichés comme suit :

- ✓ **Etape N° 1** : P-value inférieur au seuil $\alpha = 5\%$, donc on a rejeté H_1^0 (modèle pooled refusé)
- ✓ **Etape N° 2** : P-value supérieur au seuil $\alpha = 5\%$, on a accepté H_2^0 (homogénéité des coefficients β_i (H_2^0) accepté)
- ✓ **Etape N° 3** : P-value inférieur au seuil $\alpha = 5\%$, donc on a rejeté H_0^3 (d'homogénéité des constantes α_i (H_3^0) refusé)

Ces résultats confirment donc que notre modèle à une forme de panel, par conséquent nous estimerons deux types de modèle, modèle à effet individuel et le modèle à effet aléatoire.

4.3. Modèle à effet fixe individuel

$$LEU_{it} = v_i + \alpha_1 + \alpha_2 LGDPC_{it} + \alpha_3 LUPOP_{it} + \alpha_4 LK_{it} + \alpha_5 Lh_{it} + \varepsilon_{it} \quad [3]$$

$$i \in \{1, \dots, 3\}, t \in \{1, 2, \dots, 25\}$$

Où : v_i est un effet fixe spécifique à chaque pays.

LGDPC : Log PIB par tête

LUPOP : Log le ratio de la population urbaine

LK : Log capital physique (la formation brute du capital fixe)

Lh : Log capital humain

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

Tableau N°19 : estimation de modèle à effet fixe avec (within)

Fixed-effects (within) regression	Number of obs	=	75
Group variable: id	Number of groups	=	3
R-sq:	Obs per group:		
within = 0.9449	min =		25
between = 0.9550	avg =		25.0
overall = 0.9255	max =		25
	F(4,68)	=	291.45
corr(u_i, Xb) = 0.6737	Prob > F	=	0.0000

leu	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]	
lgdpc	.7894186	.086459	9.13	0.000	.6168923	.9619449
lupop	1.224545	.3234595	3.79	0.000	.5790919	1.869999
lk	-.0620261	.0439677	-1.41	0.163	-.1497623	.0257101
lh	-.2802214	.2040455	-1.37	0.174	-.6873878	.126945
_cons	-3.18935	.9202205	-3.47	0.001	-5.025621	-1.353079
sigma_u	.1624621					
sigma_e	.04210205					
rho	.93706775	(fraction of variance due to u_i)				

F test that all u_i=0: F(2, 68) = 78.49 Prob > F = 0.0000

Source : réalisé par les auteurs en utilisant le logiciel Stata.16

On remarque que : les P-value des deux variables log capital humains (lh) et log capital physique (lk), sont inférieurs au seuil $\alpha = 5\%$, ce qui veut dire que dans ce modèle les deux variables sont statistiquement non significatives, ils portent aucun effet sur la variable endogène étudiée consommation d'énergie.

Globalement le modèle est bien ajusté, et statistiquement significative (P-value < 0.05).

On continue donc notre estimation de modèle à effet aléatoire.

4.4. Modèle à effet aléatoire

$$LEU_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 LGDPC_{it} + \alpha_3 LUPOP_{it} + \alpha_4 LK_{it} + \alpha_5 Lh_{it} + (v_{it} + u_{it})$$

[4]

$$i \in \{1, \dots, 3\}, t \in \{1, 2, \dots, 25\}$$

$$\text{Où : } \varepsilon_{it} = (v_{it} + u_{it})$$

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

Tableau N° 20 : Test d'effet aléatoire.

```

Random-effects GLS regression              Number of obs   =       75
Group variable: id                        Number of groups  =        3

R-sq:                                     Obs per group:
    within = 0.9043                        min =          25
    between = 0.9993                       avg =         25.0
    overall = 0.9647                       max =          25

corr(u_i, X) = 0 (assumed)                Wald chi2(4)     =    1911.34
                                           Prob > chi2      =     0.0000

```

leu	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lgdpc	1.5531	.0685965	22.64	0.000	1.418654	1.687547
lupop	1.850982	.2900158	6.38	0.000	1.282561	2.419402
lk	-.0806057	.0125989	-6.40	0.000	-.1052991	-.0559123
lh	-1.642028	.2326036	-7.06	0.000	-2.097923	-1.186133
_cons	-10.6369	1.203822	-8.84	0.000	-12.99635	-8.277457
sigma_u	0					
sigma_e	.04210205					
rho	0 (fraction of variance due to u_i)					

Source : réalisé par les auteurs en utilisant le logiciel Stata.16

On remarque que : les P-value de tous les variable sont inférieurs au seuil $\alpha = 5\%$, dont sont tous statistiquement significatives.

Globalement le modèle est bien ajusté, et statistiquement significative (P-value<0.05).

4.5. Test d'Hausman

Pour déterminer la quel de ces estimations (effet fixe ou aléatoire) est la plus appropriée, on utilise le test d'Hausman.

Tableau N°21 : Test d'Hausman

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) Fixed1	(B) Random1		
lgdpc	.7894186	1.5531	-.7636817	.0526278
lupop	1.224545	1.850982	-.6264363	.1432373
lk	-.0620261	-.0806057	.0185796	.042124
lh	-.2802214	-1.642028	1.361807	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg

Test: Ho: difference in coefficients not systematic

```

chi2(4) = (b-B)'[(V_b-V_B)^(-1)](b-B)
        =      387.76
Prob>chi2 =      0.0000
(V_b-V_B is not positive definite)

```

Source : réalisé par les auteurs en utilisant le logiciel Stata.16

On note que : la statique d'Hausman est **supérieure** à $H = 387.76 > \chi^2(4) = 9,4877$. Tant que La P-value de Chi2, inférieur aux seuils $\alpha = 1\%$, 5% , 10% . Ont rejeté l'hypothèse nulle, l'estimateur LSDV (Within) est alors non biaisé. Donc le modèle le plus approprié à notre cas est celui d'effets **fixes individuels**.

4.6. La validation du modèle à effet fixe

L'étape suivante est donc de tester la validité du modèle à effet fixe individuel.

Pour voir si toutes les hypothèses de base liée à notre estimation sont respectées, on commence donc par :

➤ Tester l'autocorrélation

L'autocorrélation des erreurs : est un problème liée à non vérification de l'hypothèse N°5 ($H_5 : E(\varepsilon_t \varepsilon_{t'}) = 0$ où $t \neq t'$), elle est défini par un processus de reproduction des erreurs. Ce qui fait que, la matrice $(E(\varepsilon \varepsilon')) = \Omega \neq \sigma_\varepsilon^2 I$ n'a plus cette forme particulière (elle n'est plus composée de 0 à l'extérieur de la première diagonale, puisque $\text{Cov}(\varepsilon_t, \varepsilon_{t-}) \neq 0$) et les estimateurs obtenus par la méthode des MCO sont sans biais mais ne sont plus à variance minimale³⁹.

Pour d'un éventuel problème, on a utilisé test de wooldridge

- Le teste wooldridge (2002) : c'est un test qui détecte la présomption de l'auto-corrélation des erreurs dans modèle panel. Ce test suppose comme hypothèse :

H_1 : Il n'a pas d'auto-correlation des erreurs dans modèle estimé à effet fixe. (Si la P-value < 0.05)

H_2 : Il y l'auto-correlation des erreurs dans modèle estimé à effet fixe (si la P-value > 0.05).

- ✦ Dans notre modèle le teste de wooldrige a affiché une P-value de 0.37 qui largement supérieur au seuil adopté (0.05). donc on rejete l'hypothèse nulle, et on accepte l'hypothèse alternative qui est il y une auto-correlation des erreurs dans le modèle estimé à effet fixe.

³⁹ Régis bourbonnais (2015), *cours et exercices corrigé*, Edition 9, P126.

➤ **Tester d'hétéroscedasticité et de multi-colinéarité :**

La présomption de hétéroscedasticité dans un modèle signifie que de l'hypothèse N°4 ($H4 : E(\varepsilon_t^2) = \sigma_t^2$) n'est pas vérifiée, la matrice ($E(\varepsilon\varepsilon') = \Omega \neq \sigma_\varepsilon^2 I$) des erreurs dépend de la variable explicative, et estimateur sans biais, l'estimateur de MCO n'est plus à sa variance minimale. Pour cela il faut la corriger en menant à un modèle à variances constantes (homoscédastique).

Quant à la multi-colinéarité, est un problème qui survient lorsque certaines variables de prévision du modèle sont corrélées avec d'autres. Quand on fait notre étude sur un phénomène quelconque, Théoriquement, on suppose que l'hypothèse N°6 de covariance nulle ($\text{Cov}(x_1, x_2) = 0$) est toujours vérifiée, on dit donc les séries explicative étudiées sont orthogonales. Mais pratiquement, quand on fait la régression, les séries explicatives sont toujours plus ou moins liées entre elles⁴⁰.

La détection d'une éventuelle hétéroscedasticité et dépendance des erreurs et ne peut s'effectuer qu'à partir de l'analyse des résidus. Donc on s'est porté pour les tests suivants : teste de Wald et Test d'indépendance des erreurs de Breusch-Pagan.

- **Le teste de Wald :** Ce test-ci est conçu pour tester l'hypothèse spécifique d'homoscédasticité inter-individus. STATA utilise un test Wald modifié, qui est essentiellement un test F. Sous l'hypothèse nulle, le test suppose que la variance des erreurs est la même pour tous les individus : $\sigma_i^2 = \sigma^2 \forall i = 1, \dots, N$ et la statistique suit une loi χ^2 de degré de liberté N.

Pour les hypothèses suivantes :

$$\begin{cases} H_1 : \text{homoscédasticité intra-individus } \sigma_i^2 = \sigma^2 \forall i \\ H_2 : \text{hétéroscédasticité intra-individus } \sigma_i^2 \neq \sigma^2 \forall i = 1, \dots, N \end{cases}$$

Si la valeur obtenue est inférieure à la valeur critique, on ne peut rejeter l'hypothèse nulle : la variance des erreurs est la même pour tous les individus (homoscédasticité). Si on est dans le cas contraire, on accepte l'hypothèse alternative d'hétéroscédasticité $\sigma_{it}^2 \neq \sigma^2$ pour tout i, t .

⁴⁰ Régis bourbonnais (2015), *cours et exercices corrigés*, Edition 9, P114

- ❖ Dans notre cas, la valeur obtenue est supérieure à la valeur critique avec une P-value ($P-V = 0.0000$) $< \alpha = 1\%, 5\%, 10\%$. Donc on rejette l'hypothèse nulle, donc il existe un risque d'hétéroscédasticité dans notre modèle.

- Test de Breusch-Pagan : Pour tester la présence de corrélation des erreurs inter-individus pour une même période, i.e. $E(e_{it}e_{jt}) \neq 0$ pour $i \neq j$. Ce test vérifie que la somme des carrés des coefficients de corrélation entre les erreurs contemporaines est approximativement zéro. Puisqu'il est seulement nécessaire de tester ceux sous la diagonale⁴¹.

STATA fournit une option pour l'estimation SUR (Commande STATA «sureg») qui affiche la matrice de corrélation des erreurs et le test d'indépendance des erreurs de Breusch-Pagan.

Le test de Breusch-Pagan est basé sur la statistique de multiplicateur de la grange

$$LM = T \sum_i \sum_{j>i} r_{ij}^2$$

LM suit la loi de X^2 avec V degré de liberté ($V = N(N-1)/2$), et T nombre d'observation⁴²

L'hypothèse nulle de ce test est l'indépendance des résidus entre les individus. Si la valeur obtenue est supérieure à la valeur critique, on rejette l'hypothèse nulle : Les erreurs sont corrélées de manière contemporaine.

- ✦ Dans notre cas : On a la valeur obtenue ($LM = 10.202$) est supérieure à la valeur critique, avec une P-value ($P-V = 0.019$) qui est significative pour le seuil de 5% mais pas pour le seuil de 1%, on retient donc l'hypothèse alternative, et on dit que les erreurs sont corrélées de manière contemporaine. On doit corriger notre modèle

4.7. La ré-estimation de modèle

Pour remédier au problème précédent lié à l'autocorrélation des erreurs, d'hétéroscédasticité. On ré-estime le modèle à effet fixe en utilisant la méthode de des moindres carrés réalisables FGLS. Dont les résultats sont affichés ci-dessous

⁴¹ Simon Leblond, Isabelle Belley-Ferris (2004), *Guide d'économétrie appliquée à l'intention des étudiants du cours ECN 3950*, Département de sciences économiques Université de Montréal, P 13.

⁴² Hubert Gatignon (2014), *Test of Independence of Errors Across Equations in Systems of Equations*, P1.

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

La méthode des moindres carrés réalisables FGLS, est une méthode utilisée lorsque l'on estime des modèles en panels où la variance est inconnue. Ou nous devons imposer que l'erreur soit robuste à hétéroscédasticité. De plus, pour les mêmes raisons que pour la méthode SUR, nous devons supposer que les régions sont corrélées entre elles de façons contemporaines et non observables. En ayant spécifié, lors de l'estimation, que la structure de l'erreur est hétéroscédastique avec une corrélation entre les juridictions, nous pouvons nous assurer que les coefficients ne sont pas biaisés et respectent les hypothèses de Gauss-Markov⁴³.

Tableau N°22 : Les résultats de la ré-estimation de modèle à effet fixe par la méthode FGL

Variables	Coefficient	P-value
Log PIB par tête (lgdpc)	1.09012	0.000
Log ration de la population urbain (lupop)	1.932943	0.000
Log capital physique (lk)	-0.471457	0.021
Log capital humain (lh)	-1.045567	0.001
C	-8.386582	0.000

Source : réalisé par les auteurs en utilisant le logiciel Stata.16

Après avoir ré-estimé le modèle, on retient que le modèle est globalement bien ajusté, statiquement significative, et les problèmes liés à l'hétéroscédasticité et la dépendance des erreurs sont résolus. Donc, on passe maintenant à l'étape suivante :

5. Discussion

Interprétation des résultats affichés dans tableau N°4 des différents variables issues de l'estimation :

- ➡ la variable lgdpc est statistiquement significative avec une ($P\text{-value} = 0.000$) $< \alpha = 5\%$.
Et à un coefficient de 1.09, donc cette variable à un effet positive sur l'endogène leu,

⁴³ Jonathan Leblanc (2013), *Analyse de l'impact économique de la recherche et développement au Canada*, [enligne], <https://biblos.hec.ca/biblio/memoires/2013NO18.PDF>, (consulté le 1 September 2020).

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

c'est-à-dire, si le PIB par tête varie d'une unité, la consommation d'énergie par habitant changera de même de 1.09 %.

- La P-value de la variable *lupop* est inférieure au seuil fixé ($P\text{-value} = 0.000 < \alpha = 5\%$), donc cette dernière est statistiquement significative, avec un coefficient de 1.93, qui signifie que la variable *lupop* engendre un effet positif sur la variable endogène *leu*. C'est-à-dire, si le ratio de la population augmente de 1%, la consommation d'énergie par habitant augmentera de 1,93%.
- La variable (*lk*) est statistiquement significative sur les seuils de 5% et 10% ($P\text{-value} = 0.021 < \alpha = 5\%$), avec un coefficient négatif de (0.0471), qui se traduit par l'effet négatif que a cette dernière sur la variable endogène (*leu*), autrement dit, si le capital physique augmentera de 1%, la consommation d'énergie par habitant diminuera de 0,04%.
- Le capital humain (*lk*), cette variable est statistiquement significative, d'une P-value de '0.000 ' qui inférieure aux seuils 10 %, 5%, 1%. Avec coefficient négatif de (1.04), qui signifie que cette variable exogène (*lk*) engendre un effet négatif sur la variable exogène (*leu*). Autrement dit, si le capital humain augmente de 1%, la consommation d'énergie par habitant diminuera de 1,04%.

En revanche, l'interprétation de fruit de notre recherche est comme suit : disant que la consommation d'énergie par habitant a augmenté de 1.04%, cela revient essentiellement à une diminution de 1% de l'indice de capital humain, autrement dit si le capital humain des trois pays l'Algérie, la Tunisie, et le Maroc augmente de 1%, cela va se répercuter d'un décroissement de 1,04% sur la consommation d'énergie par habitant dans la région.

En effet, notre étude a mis l'accent sur l'importance de progrès technique dans le processus de préservation de l'énergie, dans lequel, le capital physique et capital humain, exercent le même effet sur consommation d'énergie dans la région maghrébine. Cependant ce raisonnement est similaire aux études qui ont été mené à propos de ce contexte, telle que, **Benhabib et Spiegel (1994)**, affirment que le capital humain augmente la capacité des pays à développer leurs propres innovations et leurs capacités à adoptés d'autres technologies. Et **salim et al. (2017)**, qui argumentent dans l'une de ces études qu'au niveau macro, le capital humain influence potentiellement la consommation d'énergie à travers l'effet revenu, l'effet

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

technologique et la complémentarité entre capital physique et capital humain entrées dans la fonction de production.

Et certains d'autre auteurs affirment que la lenteur de la croissance et du développement pourrait s'expliquer en partie par une faible dotation en capital humain, car cela pourrait expliquer le manque d'innovation **Oyelaran-Oyeyinka et Barclay (2004)**. Dans un même propos **Romer (1986, 1990)** stipule que le capital humain génère des innovations et stimule donc la croissance.

On retient donc l'importance du développement du capital humain et capital physique pour pouvoir affronter les changements perpétuel de l'économie et stimuler la croissance. Et ça serait très bénéficiaire pour les pays du Maghreb centrale, s'il en profite en les améliorant pour résoudre l'ensemble de leurs problèmes énergétiques et donc économique. Surtout lorsqu'on parle d'une forte richesse en terme démographique, les pays du Maghreb sont reconnus pour leurs populations très dynamiques.

Quant au sujet de la préservation de l'énergie, la Tunisie et le Maroc, sont connu pour leurs consommation importatrice des matières énergétique, une petite accélération de leurs capital humain va permettre de conserver leur énergie d'une part, et de leur bénéficie de nouveaux outils technologique en de l'autre part.

La cas l'Algérie ne diffère pas à celui de ses deux voisins, que pour son statut d'un exportateur net d'énergie, marqué par une sur consommation à l'égard des hydrocarbures, cette une rente qui ne va durer pour le long terme, les ressources commence déjà à s'épuiser, et les détenteurs de pouvoirs sont au courant de la situation énergétique du pays, et des conséquences désastreuses qu'elle va porter sur l'ensemble de pays. Donc au lieu de se pencher vers le gaz de schiste, qui est une solution non renouvelable et très polluante, spécialement lorsqu'on entend que L'Algérie est l'un des les plus importants émetteurs de CO₂ des pays en développement et le troisième des pays africains, **Mohammed Bouznit, MaríadelP. Pablo-Romero (2016)⁴⁴**, où ils indiquent aussi que la croissance économique en Algérie continuera à augmenter les émissions.

En appuyant sur tous qu'on a mentionnés dans ce modeste travail, doté d'une médiocrité d'accès à l'information, et données statistiques. On apprend que, il serait très

⁴⁴ Mohammed Bouznit, MaríadelP. Pablo-Romero (2015), *CO₂ emission and economic growth in Algeria*, Energy Policy 96(2016)93–104, p1.

Chapitre III : Capital humain et consommation d'énergie : modélisation économétrique

avantageux si l'Algérie booste le capital humain de l'ensemble du pays, en améliorant le secteur éducatif, encourageant l'apprentissage par pratique, innovation, en créant une atmosphère de recherches et d'études susceptibles de porter des solutions aux différents problèmes de pays.

Conclusion

L'objectif de ce chapitre est de réincarner notre problématique de base empiriquement, et ce afin de mettre en évidence les résultats issus de cette recherche, qui se porte sur une étude économétrique en données panel des effets du capital humain, capital physique, PIB par habitant et population urbaine sur la consommation énergétique dans les trois pays de Maghreb (l'Algérie, la Tunisie, et le Maroc), pour la période allant de 1990 jusqu'à 2014.

Pour ce faire, on a opté pour la méthodologie suivante : premièrement, on a formalisé notre problématique sous forme d'un modèle économétrique, dont les variables exogènes sont représentées par l'indice de capital humain (lh), le ratio de la population urbaine (LUPOP), le PIB par habitant (gdpc), et le capital physique (lk) en valeur constante de 2010 US\$. Pour la variable endogène la consommation d'énergie (eu) est exprimée en Kg d'équivalent de pétrole par habitant. Puis on a estimé différentes formes fonctionnelles commençant par une estimation simple par la méthode des MCO, puis au test d'Hsiao d'homogénéité. Après la confirmation que le modèle retenu est à effet individuel, on a estimé le modèle à effet fixe et le modèle à effet aléatoire. Grâce au test d'Hausman, le modèle à effet fixe est le modèle le plus approprié. Les différents tests de validation du modèle à effet fixe, confirment la présence de dépendance des erreurs, l'hétéroscédasticité dans le modèle, donc on remédie à ces problèmes en ré-estimant le modèle à effet fixe en utilisant la méthode FGLS.

Enfin, on a abouti aux différents résultats, qu'on les a interprétés comme suivant : le modèle est globalement bon, tous les variables indépendantes étudiés exercent un effet sur la variable dépendante. Le PIB par habitant et le ratio de la population influencent positivement la consommation d'énergie, tandis capital physique et capital humain ont un effet négatif.

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de notre recherche est d'examiner empiriquement l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie dans les trois pays du Maghreb à savoir, l'Algérie, la Tunisie, et le Maroc pour la période qui s'étale de 1990 à 2014.

Afin de mener à bien cette étude, on a adopté à la démarche méthodologique suivante :

Au premier lieu, dans la revue de littérature on a mis l'accent sur les généralités des deux concepts capital humain et l'énergie. Le deuxième chapitre a été consacré pour une étude descriptive des données des trois pays en matière du capital humain et consommation d'énergie.

Le troisième chapitre consiste en une étude économétrique en données en panel pour quantifier l'effet du capital humain sur la croissance économique dans les trois pays maghrébins (Algérie, Tunisie, Maroc). Après avoir estimé le modèle le plus approprié, les résultats d'estimation montrent que :

- ❖ Le PIB par Habitant influence positivement la consommation d'énergie dans l'Algérie, la Tunisie, le Maroc. Les résultats ont montré donc que, s'il y aura une augmentation de 1% en PIB par Habitant, ça va engendrer une augmentation en termes de consommation d'énergie de 1,09%.
- ❖ Le capital physique impacte négativement la consommation d'énergie dans les trois pays de Maghreb, ceci est à cause de signe négative porté par le coefficient estimé (0.047) de la variable capital physique, ce qui se traduit par une diminution de la consommation d'énergie par habitant de 0,04% si le capital physique augmente de 1%.
- Quant au ratio de la population urbaine, le coefficient de cette variable est d'un signe positif, ce qui veut dire que son effet est similaire à celui du PIB par Habitant, supposant qu'il y aurait un accroissement de 1% de population urbaine, ce qui s'en suivra d'un accroissement de 1,93% de la consommation d'énergie par habitant. En effet, ce résultat confirme la deuxième hypothèse qu'on a supposée dans l'introduction, qui est ; **H N°2 : l'accroissement démographique influence positivement la consommation d'énergie dans la région maghrébine.**
- Le capital humain, là où s'inscrit notre centre d'intérêt, et qui porte une réponse à notre question centrale. Les résultats ont montré donc que la variable capital humain est statistiquement significative, c'est-à-dire que cette variable contribue à

CONCLUSION GENERALE

l'explication de phénomène de consommation d'énergie dans le Maghreb, elle a affichée un coefficient négative de (1.04), chose qui engendre un effet négatif sur la consommation d'énergie, et donc c'est la première hypothèse qui vient d'être vérifiée ;

H N°1 : le capital humain à un effet négatif sur la consommation des énergies dans les pays du Maghreb.

On conclut donc que, l'accumulation du capital humain est une bonne alternatif qui aurai de belle répercussion, que ce soit pour la préservation de nos sources énergétiques, afin que les générations futures en bénéficieront de leur tour. Ou pour se en débarrasser de la malédiction des matières premières, et de découvrir davantage de nouvelles sources propres pour l'homme ainsi que pour l'environnement.

ANNEXES

Modélisation économétrique sur notre cas :

Modèle à effet fixe

$$LEU_{it} = v_i + \alpha_1 + \alpha_2 LGDPC_{it} + \alpha_3 LUPOP_{it} + \alpha_4 LK_{it} + \alpha_5 Lh_{it} + \varepsilon_{it} [1]$$

Où v_i est un effet fixe spécifique à chaque pays.

LGDPC : Log PIB par tête

LUPOP : Log le ratio de la population urbaine

LK : Log capital physique (la formation brute du capital fixe)

Lh : Log capital humain

Fixed-effects (within) regression				Number of obs	=	75	
Group variable: id				Number of groups	=	3	
R-sq:	within	=	0.9449	Obs per group:	min	=	25
	between	=	0.9550		avg	=	25.0
	overall	=	0.9255		max	=	25
corr(u_i, xb) = 0.6737				F(4,68)	=	291.45	
				Prob > F	=	0.0000	
leu	Coef.	Std. Err.	t	P> t	[95% Conf. Interval]		
lgdpc	.7894186	.086459	9.13	0.000	.6168923	.9619449	
lupop	1.224545	.3234595	3.79	0.000	.5790919	1.869999	
lk	-.0620261	.0439677	-1.41	0.163	-.1497623	.0257101	
lh	-.2802214	.2040455	-1.37	0.174	-.6873878	.126945	
_cons	-3.18935	.9202205	-3.47	0.001	-5.025621	-1.353079	
sigma_u	.1624621						
sigma_e	.04210205						
rho	.93706775						
(fraction of variance due to u_i)							
F test that all u_i=0:			F(2, 68) =	78.49	Prob > F = 0.0000		

Modèle à effet aléatoire

$$LEU_{it} = \alpha_1 + \alpha_2 LGDPC_{it} + \alpha_3 LUPOP_{it} + \alpha_4 LK_{it} + \alpha_5 Lh_{it} + (v_{it} + u_{it}) [2]$$

Où $\varepsilon_{it} = (v_{it} + u_{it})$

Random-effects GLS regression				Number of obs	=	75
Group variable: id				Number of groups	=	3
R-sq:	within	=	0.9043	Obs per group:	min	= 25
	between	=	0.9993		avg	= 25.0
	overall	=	0.9647		max	= 25
Random effects u_i ~ Gaussian				wald chi2(4)	=	1911.34
corr(u_i, X) = 0 (assumed)				Prob > chi2	=	0.0000
leu	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lgdpc	1.5531	.0685965	22.64	0.000	1.418654	1.687547
lupop	1.850982	.2900158	6.38	0.000	1.282561	2.419402
lk	-.0806057	.0125989	-6.40	0.000	-.1052991	-.0559123
lh	-1.642028	.2326036	-7.06	0.000	-2.097923	-1.186133
_cons	-10.6369	1.203822	-8.84	0.000	-12.99635	-8.277457
sigma_u	0					
sigma_e	.04210205					
rho	0					
(fraction of variance due to u_i)						

Hausman test

	Coefficients		(b-B) Difference	sqrt(diag(V_b-V_B)) S.E.
	(b) fixed1	(B) random1		
lgdpc	.7894186	1.5531	-.7636817	.0526278
lupop	1.224545	1.850982	-.6264363	.1432373
lk	-.0620261	-.0806057	.0185796	.042124
lh	-.2802214	-1.642028	1.361807	.

b = consistent under Ho and Ha; obtained from xtreg
 B = inconsistent under Ha, efficient under Ho; obtained from xtreg
 Test: Ho: difference in coefficients not systematic
 $\chi^2(4) = (b-B)'[(V_b-V_B)^{-1}](b-B)$
 = 387.76
 Prob>chi2 = 0.0000
 (V_b-V_B is not positive definite)

Selon le test de Hausman, le modèle approprié est celui à effet fixe

Tests de validité du modèle à effet fixe

Wooldridge test for autocorrelation in panel data
 H0: no first-order autocorrelation
 F(1, 2) = 1.250
 Prob > F = 0.3799

Modified Wald test for groupwise heteroskedasticity
 in fixed effect regression model

H0: $\sigma^2(i) = \sigma^2$ for all i

$\chi^2(3) = 26.62$
 Prob>chi2 = 0.0000

Correlation matrix of residuals:

	__e1	__e2	__e3
__e1	1.0000		
__e2	-0.0676	1.0000	
__e3	-0.5067	-0.3831	1.0000

Breusch-Pagan LM test of independence: $\chi^2(3) = 10.202$, Pr = 0.0169
 Based on 25 complete observations over panel units

Re-estimation du modèle à effet fixe en utilisant la méthode FGLS pour remédier aux problèmes d'auto-corrélation des erreurs, d'hétéroscedasticité et de multi-colinéarité dans les données de panel

Cross-sectional time-series FGLS regression

Coefficients: generalized least squares
 Panels: heteroskedastic with cross-sectional correlation
 correlation: common AR(1) coefficient for all panels (0.7415)

Estimated covariances = 6 Number of obs = 75
 Estimated autocorrelations = 1 Number of groups = 3
 Estimated coefficients = 5 Time periods = 25
 Wald $\chi^2(4)$ = 421.01
 Prob > χ^2 = 0.0000

1eu	Coef.	Std. Err.	z	P> z	[95% Conf. Interval]	
lgdpc	1.09012	.1072252	10.17	0.000	.8799624	1.300277
lupop	1.932943	.4577819	4.22	0.000	1.035707	2.830179
lk	-.0471457	.0204988	-2.30	0.021	-.0873227	-.0069687
lh	-1.045567	.320622	-3.26	0.001	-1.673975	-.4171599
_cons	-8.386582	1.94017	-4.32	0.000	-12.18925	-4.583918

EU: Energy use (kg of oil equivalent per capita)					
UPOP:Urban population (% of total population)					
GDPC:GDP per capita (constant 2010 US\$)					
K: Gross fixed capital formation (constant 2010 US\$)					
H: Human capital index, based on years of schooling and returns to education; see Human capital in PWT9					

Country	Time	Id	EU	UPOP	GDPC	K	H
Algeria	1990	1	861.2607564	52.085	3572.300155	4897237247.20238	1.51294791698455
Algeria	1991	1	888.8753116	52.871	3443.656845	7135134060.83291	1.55154621601104
Algeria	1992	1	888.7352846	53.657	3424.209392	9271754313.49513	1.59112918376922
Algeria	1993	1	872.3076808	54.439	3278.646461	10287791457.316	1.63172209262847
Algeria	1994	1	823.5765268	55.219	3182.545618	13839023780.8057	1.67335057258605
Algeria	1995	1	843.0420840	55.997	3240.990216	18948617004.2163	1.71434307098388
Algeria	1996	1	802.0995062	56.774	3315.236363	20889216520.1186	1.74720609188079
Algeria	1997	1	808.7593041	57.544	3297.999355	20846744255.2602	1.78069901466369
Algeria	1998	1	824.5337606	58.313	3414.562239	23809915440.0469	1.81483399868011
Algeria	1999	1	867.7984088	59.118	3474.273257	25802788154.0816	1.84962320327758
Algeria	2000	1	869.6098396	59.919	3557.638668	27428363807.7887	1.88507950305938
Algeria	2001	1	860.0413957	60.712	3616.683357	28909495453.4093	1.90001463890075
Algeria	2002	1	908.2973158	61.501	3770.829245	31337893072.5934	1.91506826877593
Algeria	2003	1	953.0582807	62.284	3991.079926	32685422474.558	1.93024098873138
Algeria	2004	1	952.2679487	63.061	4108.198316	35365627115.159	1.94553411006927
Algeria	2005	1	977.9540849	63.83	4290.531542	38230242913.8225	1.96094822883605
Algeria	2006	1	1031.919174	64.593	4299.748425	40600517972.1732	1.97648453712463
Algeria	2007	1	1078.183633	65.348	4377.498600	44701170288.9537	1.99214398860931
Algeria	2008	1	1073.205628	66.097	4409.812032	50244115403.2679	2.00792741775512
Algeria	2009	1	1153.664071	66.826	4403.873446	54665597559.1475	2.02383589744567
Algeria	2010	1	1114.217028	67.54	4480.799271	58492189390.4767	2.03987050056457
Algeria	2011	1	1140.642714	68.236	4524.720276	60188462880.3405	2.07550859451293
Algeria	2012	1	1229.547425	68.915	4588.147655	64522032209.032	2.11176919937133
Algeria	2013	1	1247.495053	69.576	4623.094427	70070926979.7667	2.14866352081298
Algeria	2014	1	1327.535544	70.221	4702.170124	74555466304.9297	2.18620228767395
Tunisia	1990	2	600.1740249	57.946	2224.849476	3765852312.42141	1.58372330665588
Tunisia	1991	2	581.2952213	58.756	2260.876121	3841177867.82171	1.61378717422485
Tunisia	1992	2	632.4561076	59.562	2384.722810	4546551627.777	1.64442181587219
Tunisia	1993	2	602.8526596	60.362	2386.500743	4723931186.25122	1.67563784122467
Tunisia	1994	2	639.0606245	61.078	2415.131277	4771385007.68478	1.70744657516479
Tunisia	1995	2	636.0624490	61.474	2429.267788	4449214335.61548	1.73224711418151
Tunisia	1996	2	654.6725381	61.87	2562.998784	4546837501.74654	1.7593605518341
Tunisia	1997	2	666.0532278	62.262	2665.694093	4936615411.48526	1.7868982553482
Tunisia	1998	2	717.1948011	62.653	2759.515148	5222935657.39835	1.8148671388626
Tunisia	1999	2	733.3294291	63.043	2895.015641	5666882073.49448	1.84327363967895
Tunisia	2000	2	752.5387939	63.432	3001.778028	5910539891.01579	1.87212479114532
Tunisia	2001	2	787.3394294	63.818	3088.514093	6407008034.0925	1.90442144870758
Tunisia	2002	2	791.5549913	64.202	3104.840969	6298070210.98225	1.93727529048919
Tunisia	2003	2	807.1756070	64.585	3226.646270	6186449420.14811	1.97069573402404
Tunisia	2004	2	844.3922473	64.95	3401.517479	6248309417.35364	2.00469303131103
Tunisia	2005	2	822.6588887	65.237	3490.683977	6417048973.03339	2.03927659988403
Tunisia	2006	2	857.9101467	65.524	3639.730694	7146969610.17186	2.07380843162536
Tunisia	2007	2	877.1506394	65.809	3844.928214	7985723976.52648	2.10892539255981
Tunisia	2008	2	905.1782271	66.093	3965.648289	8796415676.95962	2.14463663101196
Tunisia	2009	2	870.0455285	66.376	4043.146435	9825865446.4161	2.18095278739929
Tunisia	2010	2	966.7602360	66.657	4141.976353	10830375855.8055	2.21788382530212
Tunisia	2011	2	913.5700640	66.938	4022.237688	9837424968.56225	2.27330327033996
Tunisia	2012	2	944.4204951	67.218	4142.494431	10731214195.8921	2.33010721206665
Tunisia	2013	2	950.6742977	67.495	4220.389835	11364005938.2423	2.38833093643188
Tunisia	2014	2	950.4907304	67.772	4302.486544	11364005938.2423	2.44800925254821
Morocco	1990	3	307.1040882	48.391	1725.709022	9650513513.34205	1.32725441455841
Morocco	1991	3	316.9410512	49.117	1816.836081	10122193580.2498	1.34702610969543
Morocco	1992	3	329.8284037	49.844	1747.298302	10190796544.9038	1.36709237098693
Morocco	1993	3	336.4766084	50.569	1704.696985	10133772483.5014	1.38745748996734
Morocco	1994	3	354.5262389	51.295	1854.472546	10018103064.1885	1.40812599658966
Morocco	1995	3	345.9239652	51.692	1727.311370	11030603639.8821	1.42910242080688
Morocco	1996	3	358.3883607	52.022	1913.108704	11212834268.4313	1.45208430290222
Morocco	1997	3	364.4852590	52.35	1857.728788	11937989401.2702	1.47543573379516
Morocco	1998	3	366.7721992	52.678	1966.513396	13460463799.9958	1.4991625547409
Morocco	1999	3	385.2236837	53.007	1962.993307	14937209887.2888	1.52327108383178
Morocco	2000	3	382.6832618	53.335	1976.090831	15328690629.7656	1.54776728153228
Morocco	2001	3	401.0404675	53.662	2095.173957	15394125408.9109	1.56978118419647
Morocco	2002	3	403.0851303	53.99	2134.849897	16515101117.9379	1.5921082496643
Morocco	2003	3	396.8916844	54.317	2235.418678	17563042599.1175	1.61475276947021
Morocco	2004	3	465.6684159	54.644	2315.186662	19170569434.9394	1.63771951198577
Morocco	2005	3	487.4037618	55.174	2363.444676	20558866015.5289	1.66101276874542
Morocco	2006	3	490.0372777	55.746	2512.862411	22613336798.5261	1.68110632896423
Morocco	2007	3	499.5923940	56.317	2571.264440	25851549480.9996	1.70144295692443
Morocco	2008	3	512.6078854	56.886	2691.267811	29783489007.8073	1.71884727478027
Morocco	2009	3	509.9605886	57.452	2771.046754	28996527147.7884	1.73449659347534
Morocco	2010	3	528.1039040	58.018	2839.925168	28576723851.1619	1.75028824806213
Morocco	2011	3	561.4245077	58.581	2948.845489	30804186663.6694	1.76998937129974
Morocco	2012	3	561.4755812	59.142	2995.452357	31918592536.1737	1.78991222381591
Morocco	2013	3	555.9375570	59.7	3087.123496	31753912506.8871	1.81005918979644
Morocco	2014	3	555.1378792	60.256	3125.079480	31354829522.1676	1.83043313026428

BIBLIOGRAPHIE

Ouvrages, Articles, et rapports :

1. Bilan énergétique national algérien (édition 2018-2019) ; P 15-24
2. IIRC (2013), *Cadre de référence international portant sur le reporting intégré*, P14.
3. Conférence Of the Parties(2015), *La COP21 est la 21e Conférence des parties (COP) à la Convention cadre des Nations Unies sur les changements climatiques de 1992*, réunissant 195 États et l'Union Européenne, après celle de Varsovie (COP19) et Lima (COP20).
Conjoncture énergétique (juillet-2018/2019) ; P 12-17
4. Zayati Montassar (2014/2015), « *économétrie des données de panel* » ; P 4-8
5. fondation Bordeaux université (IAE) (2016), Chaire "*Capital humain et performance globale*" De la théorie à la pratique, quels enjeux aujourd'hui pour le management et le reporting du capital humain ?
6. Groupe de la banquemondial (2019), *rapport projet sur le capital humain, L'Indice de capital humain*, P 3 et4.
7. Hsiao, C., (1986), "*Analysis of Panel Data*", Econometric society Monographs N°11. Cambridge University Press.
8. Hubert Gatignon (2014), *Test of Independence of Errors Across Equations in Systems of Equations*, P1.
9. Mohammed Bouznit, Mohamed, Yassine Ferfera and Maria del P. Pablo-Romero, (2015), *The Slow Economic Growth in Algeria: A Comparative Study with Respect to South Korea*, African Development Review, Vol. 27, No. 4, 377–391
10. OCDE (1998), *Du Bien-Etre Des Nations*, Le Rôle Du Capital Humain, p21,
11. Philippe Arquès (2011), *L'air ? L'énergie ? La pollution ? LA VIE*, PARIS : Hermann.
12. Ruhul Salim, Yao Yao, George S. Chenc (2017), *Does human capital matter for energy consumption in China?*, Elsevier, Energy Economics (67) 49–59, P1.
13. Régis bourbonnais (2015), *cours et exercices corrigé*. Edition 9. P126, p 144
14. REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE. Ministère de l'Energie, *Bilan Energétique National National*, (2017), P2.
15. Riboud Michelle (1975), *Etude de l'accumulation du capital humain* : France, Revue économique, Volume r_26, n°2, p222

16. The Global Human Capital Report(2017),*Preparing people for the future of work*, Part1, P3.
17. Simon Leblond, Isabelle Belley-Ferris (2004), *Guide d'économétrie appliquée à l'intention des étudiants du cours ECN 3950*, Département de sciences économiques Université de Montréal, P 13
18. Sylvain BILLOT (Mai 2011), « *Estimations sur données de panels des coûts de production agricoles* ».
19. Yao Yao, Kris Ivanovski, John Inekwe, Russell Smyth (2019), *Human Capital And EnergyConsumption: Evidence FromOecd countries*, Elsevier, EnergyEconomics (84), P1 et2.

Sites web :

1. Atlasocio.com (2020), *Carte du monde : indice de développement humain ajusté aux inégalités (IDHI)*, [en ligne], <https://atlasocio.com/cartes/recherche/selection/indice-developpement-humain-ajuste-inegalites.php>, (consulté le 22 juin 2020).
2. Atlasocio.com (2020), *Carte du monde : indice de développement humain (IDH)*, [en ligne], <https://atlasocio.com/cartes/recherche/selection/indice-developpement-humain.php>, (consulté le 22 juin 2020).
3. Banque mondiale (2018),*Le Projet sur le Capital Humain : L'INDICE DE CAPITALHUMAIN (ICH) 2018*. Washington : Banque mondiale
4. Connaissance des énergies (2019),*La situation énergétique du Maroc analysée par l'AIE*, [en ligne] www.connaissancedesenergies.org/la-situation-energetique-du-maroc-decryptee-par-laie-190516
5. Connaissance des énergies (2013),*Énergie*. <https://www.connaissancedesenergies.org/fiche-pedagogique/energie> (consulté 10.06.2020)
6. Commission européenne, *Action pour le climat*, [en ligne], https://ec.europa.eu/clima/policies/international/negotiations/paris_fr
7. *Du Risque Épistémologique À L'idéologie De La Certification* .N5.P4. <https://www.cairn.info/revue-questions-de-management-2014-1-page-11.htm>
8. Jonathan Leblanc (2013), *Analyse de l'impact économique de la recherche et développement au Canada*, [en ligne], <https://biblos.hec.ca/biblio/memoires/2013NO18.PDF>, (consulté le 1 September 2020).

9. Isabelle.C.2014 **«LA MESURE DU CAPITAL HUMAIN : COMMENT ÉVALUER UN OXYMORE ? DU RISQUE ÉPISTÉMOLOGIQUE À L'IDÉOLOGIE DE LA CERTIFICATION »**.N5.P4, [en ligne], <https://www.cairn.info/revue-questions-de-management-2014-1-page-11.htm>
10. **Larousse**(2020).[https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/capital/12900#:~:text=capital.,possédés%20par%20une%20personne,\(](https://www.larousse.fr/dictionnaires/francais/capital/12900#:~:text=capital.,possédés%20par%20une%20personne,() consulté le 13 juin 2020)
11. MaksimSamasiuk. 2014 le 30 octobre. **QUELLES ÉNERGIES POUR L'HUMANITÉ AUJOURD'HUI ET DEMAIN ?**.[https://www.museum.toulouse.fr/-/quelles-energies-pour-l-humanite-aujourd-hui-et-demain-?redirect=%2Fexplorer\[30/09/2014](https://www.museum.toulouse.fr/-/quelles-energies-pour-l-humanite-aujourd-hui-et-demain-?redirect=%2Fexplorer[30/09/2014)
12. Anna Bjerde(2019), **Un nouveau plan pour développer le capital humain au Moyen-Orient et en Afrique du Nord**, Banque mondiale blogs, [en ligne], <https://blogs.worldbank.org/fr/arabvoices/new-plan-build-human-capital-middle-east-north-africa>, (consulté le 22 juin 2020).
13. WEBMANAGERCENTER (2019), **Le taux d'indépendance énergétique de la Tunisie est passée de 95% en 2010 à 48% en 2019**.
<https://www.webmanagercenter.com/2019/08/07/437722/le-taux-dindependance-energetique-de-la-tunisie-est-passee-de-95-en-2010-a-48-en-2019/>
14. WORLD BANK GROUP (2014), **Une vision stratégique pour le secteur tunisien de l'énergie, MENA energy séries**, REPORT NO. 88965-TN, en ligne, <http://documents1.worldbank.org/curated/en/587691468166165626/pdf/889650ESM0REPL0sia0385254B00PUBLIC0.pdf> (P45)
15. BM, www.worldbank.org/humancapitalproject
16. Youssouph Ba (2011), **Analyse du capital humain : diagnostic des dépenses d'éducation au Sénégal, Economies et finances**, HAL : dumas-00662055, P29, [en ligne], <https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-00662055>, (consulté le 8 juillet 2020).
17. <https://owl-ge.ch/travaux-d-eleves/2011-2012/article/impact-de-la-consommation-d-energie-sur-l-environnement-3152> (16.06.2020)
18. <https://www.planete-energies.com/fr/medias/decryptages/les-differentes-formes-d-energie> (15.06.2020)
19. <https://energie-nucleaire.net/energie> (11.06.2020)
20. <https://www.agence-france-electricite.fr/consommation-energetique/> (12.06.2020)
21. https://fr.wikipedia.org/wiki/%C3%89nergie_au_Maroc (16.07.2020)
22. <https://www.banquemondiale.org/fr/topic/energy/overview> (18.07.2020)

23. <http://documents1.worldbank.org/curated/en/587691468166165626/pdf/889650ESM0REPL0sia0385254B00PUBLIC0.pdf> (14/08/2020)
24. <https://www.cairn.info/revue-geoeconomie-2014-5-page-53.htm> (13/08/2020)
25. https://www.memoireonline.com/03/17/9681/m_Agriculture-et-croissance-economique-dans-les-pays-de-la-CEMAC29.html (consulté le 23/08/2020)
26. https://www.oecd-ilibrary.org/education/du-bien-etre-des-nations_9789264289512-fr, (consulté le 25 juillet 2020).

LISTE DES TABLEAUX

Tableau N° 01 : Les sources primaires et secondaires d'électricité renouvelables et polluantes.

Tableau N° 02 : Classement détaillé d'Indice mondial du capital humain 2017 pour la région Magrébine.

Tableau N° 03 : ICH et ces composants des trois pays de Maghreb selon le sexe.

Tableau N° 04 : L'IDH et l'IDHI des trois Pays de Maghreb.

Tableau N° 05 : Consommation nationale par agrégat.

Tableau N° 06 : Consommation des industries énergétiques.

Tableau N° 07 : Consommation nationale par forme d'énergie.

Tableau N° 08 : Consommation finale par produit.

Tableau N° 09 : Evolution de la consommation finale des produits pétroliers et GPL.

Tableau N° 10 : Consommation finale par secteur.

Tableau N° 11 : Répartition de la consommation d'énergie par origine.

Tableau N° 12 : Consommation des produits pétroliers.

Tableau N° 13 : Des indicateurs de raffinage.

Tableau N° 14 : Demande de gaz naturel.

Tableau N° 15 : Consommation intérieure brute d'énergie primaire au Maroc par source (Mtep).

Tableau N° 16 : Consommation finale d'énergie au Maroc par source (Mtep).

Tableau N° 17 : Consommation finale d'énergie au Maroc par secteur (Mtep).

Tableau N°18 : L'estimation du modèle avec L'MCO.

Tableau N°19 : Estimation de modèle à effet fixe avec (within).

Tableau N° 20 : Test d'effet aléatoire.

Tableau N° 21 : Test d'Hausman.

Tableau N° 22 : Les résultats de la ré-estimation de modèle à effet fixe par la méthode FGL.

LISTE DES FIGURES

Figure N°01 : Les trois composants du capital humain.

Figure N°02 : Les quatre éléments du Capital Humain.

Figure N°03 : Les trois composantes et sous-composantes de l'IHC.

LISTE DES GRAPHIQUES

Graphique N°01 : Les quatre composantes de L'IHC de WEF des trois pays de Maghreb.

Graphique N°02 : L'écart de l'IHC entre les filles et les garçons.

Graphique N° 03 : Le déficit en capital humain des pays maghrébin.

Graphique N°04 : L'écart d'apprentissage chez les enfants algérien.

Graphique N° 05 : Structure de la consommation nationale d'énergie.

Graphique N° 06 : Structure de la consommation des industries énergétiques.

Graphique N° 07 : Consommation nationale par forme d'énergie.

Graphique N° 08 : Structure des pertes d'énergie.

Graphique N° 09 : Structure de la consommation finale d'énergie par produits.

Graphique N° 10 : Structure de la consommation finale par secteur.

Graphique N° 11 : Evolution de la consommation mensuelle de carburants routiers entre 2018 et 2019.

Graphique N° 12 : Evolution mensuelle de la consommation totale « essence et gasoil ».

Graphique N° 13 : Consommation mensuelle de jet aviation (kt).

Graphique N° 14 : Répartition de la demande de gaz naturel - fin juillet 2019.

Graphique N° 15 : Procédure générale de test présentée dans Hsiao (1986)

Table des matières

Liste des abréviations

Liste des tableaux

Liste des figures et graphes

Introduction générale	01
Chapitre I : Capital humain-Consommation d'énergie : Aspects théoriques	06
1. Indicateurs du capital humain.....	06
1.1 La genèse du concept capital humain.....	06
1.2 Définition du concept Capital humain	08
1.3 Indicateurs de mesure du capital humain.....	09
2. Indicateurs de l'énergie.....	14
2.1 Définition de l'énergie.....	14
2.2 Les sources d'énergies.....	14
2.3 Les différentes formes d'énergie.....	14
2.4 Les sources primaires et secondaires d'électricité renouvelables et polluantes.....	17
2.5 Mesures d'énergies.....	17
3. Relation capital humain- consommation d'énergie.....	18
Chapitre II : Analyse descriptive des données relatives à l'évolution du capital humain et la consommation d'énergie en Algérie, Maroc et Tunisie	25
1. Etude descriptive de l'évolution du capital humain dans les trois pays de Maghreb	26
1.1 Le capital humain selon l'indice de WEF.....	26
1.2 Le capital humain selon l'indice de la Banque Mondiale (BM).....	28
1.2.1 Récapitulatif sur IHC de la Banque Mondiale.....	29
1.2.2 L'IHC les trois pays maghrébin selon les sous-indices de la BM.....	30

1.3	Autres indicateurs qui sont en relation direct avec le capital humain	33
2.	Consommation d'énergie.....	34
2.1	Consommation d'énergie en Algérie	35
2.1.1	Consommation nationale totale.....	35
2.1.1.1.	Evolution des différents agrégats.....	35
2.1.2	Consommation des industries énergétique.....	36
2.1.3	Evolution par forme d'énergie.....	37
2.1.4	Consommation finale.....	40
2.1.4.1	Consommation d'énergie par origine.....	44
2.2	Consommation d'énergie en Tunisie	45
2.2.1	Consommation des produits pétroliers.....	45
2.2.2	Production de produits pétroliers.....	49
2.2.2.1	Gaz naturel.....	50
2.3	Consommation d'énergie au Maroc.....	52
2.3.1	Consommation intérieure brute d'énergie primaire.....	52
2.3.2	Consommation finale d'énergie.....	53
Chapitre III :	Capital humain et consommation d'énergie : modélisation	
	économétrique.....	55
1.	Les régressions linéaires sur données de panel.....	56
2.	Test de Spécification.....	57
2.1	Hétérogénéité des Comportements.....	57
2.2	Test d'homogénéité globale (H_1^0)	57
2.3	Test d'homogénéité des coefficients β_i (H_2^0).....	57
2.4	Test d'homogénéité des constantes α_i (H_3^0).....	58
2.5	Test d'Hausman.....	58
3.	Les modèles économétriques en données de panel	59

3.1. Le modèle à effet fixe.....	59
3.2. Le modèle à effet aléatoire.....	60
4. La modélisation économétrique de l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie.....	60
4.1. L'estimation du modèle avec MCO.....	62
4.2. Vérification de la forme en panel de notre modèle.....	62
4.3. Modèle à effet fixe individuel.....	63
4.4. Modèle à effet aléatoire.....	64
4.5. Test d'Hausman.....	65
4.6. La validation du modèle à effet fixe.....	66
4.7. La ré-estimation de modèle.....	68
5. Discussion.....	69
Conclusion générale.....	73

ANNEXES

BIBLIOGRAPHIE

TABLES DES MATIERE

L'objet de ce mémoire est d'analyser empiriquement l'effet du capital humain sur la consommation d'énergie dans les trois pays du Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie), durant la période de 1990 à 2014. Les résultats d'estimation en données de panel montrent que le capital humain influence négativement la consommation d'énergie, de façon que, si le capital humain augmente de 1%, la consommation d'énergie diminuera de 1.04%. Notre étude a révélé également que le progrès technique est d'une importance cruciale pour la préservation de l'énergie, dans lequel, une augmentation de 1% dans le capital physique entraîne une diminution de 0.04% de la consommation énergétique. En outre, le PIB par habitant et la population urbaine impactent positivement la consommation d'énergie

Mot clés : Capital humain, Capital physique, Consommation d'énergie, Pays du Maghreb, Données de panel.

Abstract:

The aim of this study is to empirically analyse the effect of human capital on energy consumption in three Maghreb countries (Algeria, Morocco, Tunisia) over the period 1990-2014. Using econometric modeling in panel data, the obtained results show that human capital negatively influences energy consumption. Indeed, 1% an increase in human capital leads to decrease energy consumption by 1.04%. The study also reveals that technical progress is crucial to save energy, because the energy consumption will be reduced by 0.04% when physical capital increases by 1%. Moreover, GDP per capita and urban population positively impact energy consumption.

Keywords: Human Capital, Physical capital, Energy Consumption, Maghreb Countries, Panel data.

الملخص:

هذه الدراسة تهدف إلى إبراز تأثير رأس المال البشري على استهلاك الطاقة في بلدان المغرب العربي، الجزائر، تونس والمغرب، خلال الفترة الممتدة ما بين 1990 إلى 2014. باستخدام النمذجة بالبيانات المقطعية، تظهر النتائج التي تم الحصول عليها أن الرأس المال البشري في البلدان الثلاثة يؤثر سلباً على استهلاك الطاقة، بحيث، إذا ارتفع الرأس المال البشري بنسبة 1%، فإن استهلاك الطاقة سينخفض بنسبة 1.04. كما كشفت دراستنا أن التقدم التقني له أهمية بالغة في الحفاظ على الطاقة، حيث تؤدي زيادة رأس المال المادي بنسبة 1% إلى انخفاض بنسبة 0.04% في استهلاك الطاقة. بالإضافة إلى ذلك، يؤثر نصيب الفرد من الناتج المحلي الإجمالي وسكان المناطق الحضرية بشكل إيجابي على استهلاك الطاقة.

الكلمات الرئيسية: رأس المال البشري، رأس المال المادي، استهلاك الطاقة، البلدان المغاربية، البيانات المقطعية.