

---

**Analyse de la politique de substitution des carburants terre en Algérie :  
Application modèle translog  
Analysis of the land fuels substitution Policy in Algeria: Translog model application**

**Kafia BERRAH<sup>1</sup>, Nouara DJEMAH<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratoire de Recherche en Management et Techniques Quantitatives, Université de Bejaia (Algérie),  
kafia.berrah@univ-bejaia.dz

<sup>2</sup>Laboratoire de Recherche en Management et Techniques Quantitatives, Université de Bejaia(Algérie)  
nghilas@yahoo.fr

**Date de réception : 02/04/2021 ; Date d'acceptation : 11/09/2021; Date de publication : 30/12/2021**

**Résumé :**

L'étude de la politique de substitutions énergétiques en Algérie, notamment dans le secteur de transport routier est devenue une préoccupation majeure des économistes de l'énergie, en raison d'honorer les engagements des pouvoirs publics vis à vis du respect de l'environnement ( protocole de Kyoto), dont l'objectif est de réduire les émissions à effet de serre d'un coté et d'un autre coté d'orienter la consommation énergétique nationale vers les énergies disponibles, les moins polluantes et dont le coût d'adaptation technologique est le moins cher .

L'objectif de cet article est d'analyser les substitutions entre les différents carburants terre. Pour y parvenir on a fait appel à la modélisation économétrique du modèle translog appliquée par la méthode SUR sur une base de données collectées auprès de NAFTAL. Nos résultats montrent que la substituabilité entre certains carburants terre n'est pas totale, et pour certains autres sont complémentaires.

---

**Mots-clés :** élasticité de substitution ; carburants terre ; modèle translog ; méthode SUR

**Codes de classification Jel :** C1, C3, Q4, Q42

**Abstract :**

The study of energy substitution policy in Algeria, particularly in the road transport sector, has become a major concern of energy economists, due to the fulfilment of the public authorities' commitments to respect for the environment (Kyoto Protocol), the objective of which is to reduce greenhouse emissions on the one hand and on the other hand to direct national energy consumption towards available, less polluting energies and the cost of technological adaptation is the least expensive.

The objective of this article is to analyse the substitutions between the different earth fuels. This was achieved by econometric modelling of the translog model applied by the SUR method on a database collected from NAFTAL. Our results show that the substitutability between certain earth fuels is not total, and for some others are complementary.

---

**Keywords:** Substitution; earth fuels; translog model; SUR method.

**Jel Classification Codes:** C1, C3, Q4, Q42

**Comment citer cet article par la méthode APA :**

BERRAH.K et DJEMAH.N (2021), « Analyse de la politique de substitution des carburants terre en Algérie : Application modèle translog », *EconomicResearcherReview* Volume 09 (02), Algérie, Université 20 Août 1955- Skikda. pp: 193-204

## 1. INTRODUCTION

L'importance du secteur énergétique dans le développement économique et social, incite les pouvoirs publics algériens à adopter des politiques de rationalisation de la consommation et de substitution des produits énergétiques relativement propre conformément aux engagements des pouvoirs algériens envers les différents protocoles tel que protocole de Kyoto<sup>1</sup>, notamment dans les secteurs énergivores tel que le secteur du transport routier. Ce secteur nécessite incontestablement une attention particulière en raison de son rôle comme vecteur du développement économique et social et son poids dans le bilan de la consommation des produits énergétiques (représentant une consommation de 33,3% du total (Bilan énergétique national, 2017)

L'objectif de cette contribution est d'étudier la substituabilité entre les différents produits pétroliers consommés dans le secteur de transport routier à savoir les carburants terre. La question qui guide notre réflexion est la suivante : **Existe-il une réelle substitution entre les carburants terre dans le secteur de transport routier algérien ?**

Pour répondre à notre question problématique, nous formulons l'hypothèse suivante : il existe une substituabilité entre les carburants terre et la variation de leur prix favorise cette substituabilité

Cette étude porte aussi des objectifs ciblés et influents sur l'analyse économétrique ; elle va nous permettre de saisir la portée et la dimension du champ d'application des techniques de modélisation<sup>2</sup> appliquées dans notre étude, qui sont encore très rares dans la littérature économique.

Pour répondre à cette problématique, nous avons opté dans un premier temps un aspect théorique qui porte sur la politique énergétique nationale en Algérie, la politique de substitution et les facteurs influent. Dans un deuxième temps, nous avons procédé à une modélisation économétrique du modèle translog par la méthode SUR, appliquée sur une base de données collectée auprès de NAFTAL<sup>3</sup>. Les résultats de l'estimation font l'objet d'une interprétation et discussion.

## 2. Aperçu sur la politique de substitution énergétique en Algérie

L'étude de substitutions énergétiques est devenue une préoccupation majeure des économistes de l'énergie en raison des bouleversements de la structure des bilans énergétiques. Dans les pays occidentaux, la recherche sur la thématique de substitutions énergétiques a fait l'objet de plusieurs thèses et travaux de recherches académiques, comme ceux de (Marchetti, 1977), (Cadoret & Karnik, 1991). En Algérie, plusieurs contributions scientifiques ont été menées dans le secteur énergétique, qui portent sur la compréhension du marché énergétique et les politiques gouvernementales (Chitour, 2003)....

Cependant, aucune étude n'a été menée à notre connaissance sur le sujet de la substitution des carburants terre dans le contexte algérien, et portant c'est un sujet qui constitue une préoccupation majeure des pouvoirs publics dans les économies de l'énergie et dans la préservation de l'environnement, notamment en terme de la réduction des émissions à effet de serre d'un côté (protocole de Kyoto) et d'un autre côté d'orienter la consommation énergétique nationale vers les

<sup>1</sup> Le protocole de Kyoto est un accord international visant à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et qui vient s'ajouter à la Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques dont les pays participants se rencontrent une fois par an depuis 1995.

<sup>2</sup> Telles que les procédures d'estimation de système d'équations simultanées sous contraintes à l'aide de la méthode de Zellner itérative.

<sup>3</sup> NAFTAL : est une entreprise pétrolière algérienne, spécialisée dans la distribution des produits pétroliers.

énergies disponibles, les moins polluantes et dont le coût d'adaptation technologique est le moins cher.

### **2.1. Les efforts en termes d'économie d'énergie**

L'importance des hydrocarbures non renouvelables dans le bilan énergétique national ainsi que les préoccupations d'ordre environnementaux qui en découlent, ont poussé les pouvoirs publics à adopter la conservation et l'économie d'énergie comme un des axes stratégiques les plus importants dans la politique énergétique nationale. Dans ce cadre, des actions ont été initiées à divers niveaux de la chaîne énergétique : production, transformation et usage final. Ces actions portent sur:

- ✓ La récupération des gaz torchés au niveau des gisements ;
- ✓ La réduction des autoconsommations de Gaz naturel liquéfié (GNL) ;
- ✓ L'amélioration de la performance du parc de production de l'électricité ;
- ✓ L'économie dans les usages finaux.

### **2.2. La politique des prix des produits énergétiques en Algérie**

La politique des prix bas adoptée dans les années post indépendance, a été considérée comme un axe de développement économique. Cependant, des effets négatifs ont été constatés sur l'économie nationale, notamment ceux liés au gaspillage et à la sur utilisation des énergies (Chitour, 2003). C'est dans ce contexte qu'une nouvelle politique des prix a été mise en place, dont ses objectifs sont les suivants : la récupération maximale, par l'Etat, de la rente tirée des hydrocarbures et sa distribution selon les choix économiques et sociaux du pays ; l'amélioration de l'utilisation des différentes formes d'énergie disponibles en Algérie ; l'amélioration des revenus des opérateurs ; la lutte contre la surconsommation et la suppression progressive des subventions implicites et leur remplacement par des subventions directes au profit des activités ou des catégories nécessitant un soutien de l'Etat.

A partir des années 90, la tarification des produits énergétiques s'est orientée vers la nouvelle politique des prix. Cette démarche repose sur les principes de la vérité des prix, de la récupération de la rente pétrolière et de l'incitation à l'utilisation rationnelle de l'énergie.

Ainsi, compte tenu des tendances à long terme de l'offre nationale dans les diverses formes d'énergies (pétrole brut, condensat, produits raffinés, gaz naturel, GPL), la politique des prix, vise une adaptation progressive de l'économie nationale aux conditions de coûts et de prix pratiqués sur le marché international dont l'objectif est d'assurer, grâce à des taux de marges adéquats, un niveau d'investissement suffisant pour accroître les capacités d'offre à celles de la demande nationale.

Par ailleurs, la pratique de la vérité des prix comme objectif à long terme vise à lutter contre le gaspillage dans la consommation de quelques produits à faible valeur ajoutée. Cette politique s'inscrit dans les objectifs de la politique énergétique nationale qui vise à rationaliser l'utilisation des différentes sources disponibles, notamment les produits pétroliers principaux source de devise pour la nation, et orienter ainsi la consommation vers les produits gazeux. A côté de la vérité des prix, une récupération maximale de la rente par l'Etat s'est engagée à travers la fiscalité directe et des relèvements successifs des prix du brut destinés aux besoins du marché national.

Ces principes doivent se traduire, à long terme, par un relèvement progressif des prix de cession des produits primaires (pétrole brut, raffinés, gaz naturel, GPL) sur des prix de références qui reflètent les conditions du marché mondial.

### **2.3. Etat de la politique de substitution énergétique en Algérie**

Dans le cadre de la contribution de l'Algérie aux processus de négociation des conférences internationales des nations unies sur l'environnement et le développement durable, qui traduit les efforts de la communauté internationale d'imposer à tous les pays un modèle de développement dit durable, respectueux de l'environnement mondial, et conformément aux différents traités et

conventions signées, l'Algérie a intégré la dimension de durabilité dans sa politique nationale de développement. L'objectif est de maintenir l'équilibre entre les impératifs de son développement socioéconomique et l'utilisation rationnelle de ses ressources naturelles (Rapport national de l'Algérie, 19ème session de la Commission du Développement Durable des Nations Unies (CDD-19), 2011).

Cette volonté de préserver l'environnement se traduit d'un côté par la mise en œuvre de mesures pour l'atténuation des émissions de polluants atmosphériques, le traitement des rejets, la réhabilitation des sols et la protection des nappes phréatiques. Et d'un autre côté, par la promotion, le développement des énergies renouvelables telles que l'énergie solaire et la rationalisation de l'utilisation de l'énergie relativement propre comme le gaz. L'objectif est aussi de réduire la part des produits pétroliers dans le bilan des consommations, produits mieux valorisables à l'exportation et réduire aussi les gaz à effet de serre. Dans ce cadre, des orientations ont été données pour :

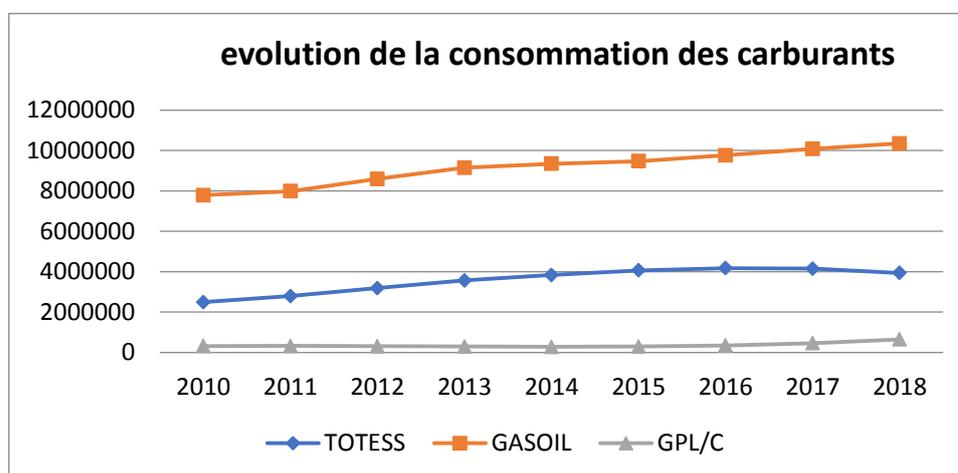
- Favoriser l'utilisation du gaz naturel dans la production de l'électricité à hauteur de 95% dans les usages primaires et la consommation finale qui recouvre les besoins de l'industrie, des ménages, des transports et des services. Le développement de l'utilisation des gaz de pétrole liquéfiés (G.P.L.), complémentarité avec le gaz naturel ;
- La réduction progressive de la part des produits pétroliers dans le bilan énergétique qui devrait être orientée vers l'exportation ;
- Une utilisation très réduite du bois, qui favorise la sauvegarde du patrimoine forestier ;
- Encouragement de l'utilisation de l'énergie moins polluante dans le secteur du transport, car ce secteur représente à lui seul environ 41% de la consommation total du pays, est considéré comme l'une des premières sources de pollution en Algérie avec des émissions atteignant 14 millions de tonnes équivalent CO<sub>2</sub>, soit un taux de 46% des émissions de gaz à effet de serre (APRUE, 2015).

### 3. L'évolution et les facteurs influents sur la consommation des carburants terre

#### 3.1. L'évolution de la consommation des carburants terre et les efforts de substitution énergétique dans ce secteur.

L'analyse des évolutions des consommations des carburants terre, nous a permis de constater la dominance des véhicules à essences et Gasoil (voir le graphe 1). En effet, le marché algérien des carburants terre est caractérisé par les essences (essence normale, essence super et essence sans plomb), du gasoil à un degré moindre et le GPL carburant.

**Graphe 01** : Evolution de la consommation par gamme de produits de 2010 à 2018 de NAFTAL (UM : TM)



Source : Etabli par nos même à base des données de NAFTAL

Ce constat est confirmé par l'analyse de la consommation des différents carburants pour la période allant de 2010 à 2016. Celle-ci, montre que la consommation des essences (normale, super et sans plomb) est passée de 2,4 millions en 2010 à 4,1 millions de tonnes en 2016 soit un taux de croissance annuel moyen de 8%. Cette hausse est expliquée par la croissance soutenue de l'activité économique, notamment dans les secteurs, industriel et transport et l'amélioration des revenus des ménages induisant une croissance du parc automobile national et les niveaux des prix relativement bas des carburants.

Cependant, à partir de 2016, nous remarquons également une légère baisse de « - 4% » de la consommation des essences, puisque la consommation passe de 4,1 million tonne en 2016 à 3,93 millions de tonne en 2018. Cette décroissance est due à l'augmentation des prix des essences à la pompe qui passe de 23,3 à 30,29 DA. Concernant la consommation du Gasoil, nous constatons d'après le graphe qu'il a connu une croissance positive entre 2010 et 2018 malgré l'augmentation des prix du gasoil à la pompe en 2016 où il passe de 13,7 en 2010 à 20,42 en 2016 DA.

Quant à la consommation de GPL carburant, elle reste marginale, malgré tous ses avantages techniques et économiques, puisqu'elle ne représente que 2,4% du mix carburants en 2016, et cela malgré la très grande disponibilité de ce produit par rapport aux autres carburants. Entre la période 2015-2017 la consommation du GPL a connue une hausse appréciable ; elle passe de 2,9 millions de tonne en 2015 à 6,4 en 2018 soit un taux de croissance moyen de 30% pendant cette période. Cette croissance est due à la stabilité du prix de GPL, accompagné d'un effort de sensibilisation sur l'utilisation des énergies moins polluantes et une multiplication des points de ventes de GPL.

En terme des efforts de substitution énergétique dans ce secteur (transport routier), une nouvelle politique a été mise en place, visant ainsi la réduction de la pollution de l'air, et ce par l'encouragement de l'usage des transports propres utilisant des carburants moins polluants. Dans ce cadre, un programme de maîtrise de l'énergie a été lancé en 2008 et qui vise à encourager l'utilisation du GPL comme carburant automobile en raison de ses qualités énergétiques (produit moins polluant) et sa disponibilité sur le territoire algérien. Le coût de ce programme prévu, pour le développement des infrastructures et des moyens de distribution du GPL carburant, est estimé à 300 millions de dollars pour la période 2000-2020 (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie, 2015).

Les actions réalisées sur les terrains sont : la mise en place à travers le territoire d'installateurs de kits GPL sur véhicules ; la disponibilité d'un réseau important de stations services distribuant le GPL ; le prix très attractif du GPL/C à la pompe ; l'utilisation du bupro dont la teneur en butane autorisée peut atteindre 45%, rend possible l'usage du GPL provenant directement des unités de traitement du gaz naturel et de pétrole du Sud du pays et l'opération d'équipement, en kit GPL, de 2000 taxis, financés en partie par l'Etat Algérien.

Parallèlement aux efforts engagés pour encourager l'utilisation du GPL/C, un programme d'actions, visant l'introduction du gaz naturel pour les transports urbains comme carburant sur le marché national ont été lancés depuis 1998 et ce, suite aux résultats obtenus par ce type de carburant au niveau international sur différents plans (technique, économique et environnemental).

Dans ce cadre, plusieurs actions ont été enregistrées pour introduire le GNC et le GPL dans la balance énergétique nationale à savoir la mise en œuvre effective du projet pour la réhabilitation et la modernisation de la raffinerie de Skikda ainsi que son adaptation pour produire des carburants propres. Les efforts en matière d'introduction de l'utilisation du GPL dans le secteur du transport ont commencé à donner des fruits, puisque la consommation nationale du GPL a atteint un volume de 352 000 tonnes en 2016. L'engouement vers l'utilisation du GPL/c est dû au maintien de son prix constant (9 DA/litre) depuis l'année 2005, induisant ainsi un écart important du prix par rapport aux

essences. Cette politique tarifaire a été accompagnée par des efforts en matière de multiplication de nombre de stations qui distribuent le GPL, puisque le nombre de points de vente distribuant le GPL/C en Algérie a atteint 639 au 31/12/2016, soit un taux de couverture du réseau de 28% (Bilan du Marché National des Carburants terre, 2016).

En plus de ces programmes, l'APRUE (Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie, 2015) a envisagé un nouveau programme national de développement de l'efficacité énergétique à l'horizon 2030 ; il vise une réduction de 9% de la consommation d'énergie grâce à 1,3 million de véhicules qui seront converti au GPL carburant et 11.000 bus au GNC à l'horizon 2030.

### 3.2. Analyse des facteurs influents sur l'évolution de la consommation des carburants terre

A côté de l'évolution du parc automobile qui constitue le facteur explicatif le plus important de l'évolution des ventes des carburants terre, il existe plusieurs autres facteurs comme : l'évolution de la concurrence, évolution du pouvoir d'achat des ménages, ...

#### ➤ Evolution de la concurrence

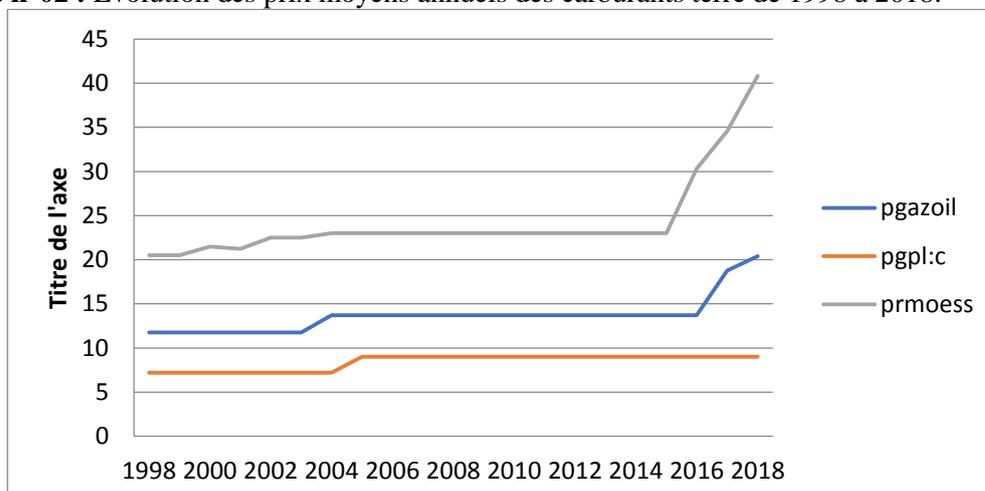
Le secteur de l'énergie en Algérie connaît ces dernières années une ouverture sur la concurrence avec la mise en application de la loi des hydrocarbures publiée dans le journal officiel le 19 juillet 2005 et qui vient renforcer la libéralisation du secteur des hydrocarbures consacrée déjà dans la loi 86-14 de 1986. Ainsi, l'entreprise qui avait pendant longtemps le monopole sur le marché national « NAFTAL » se voit concurrencée par les sociétés étrangères ; selon l'APRUE (2015), à côté de NAFTAL, neuf autres distributeurs exercent l'activité de distribution des carburants sur le marché national. Il s'agit de : PETROSER, GBS BELHOCINE, GALAOIL, PROPAL, ALPETRO, HAMDY, STPP, PETROBARAKA et PETROGEL...

Cette reconfiguration du marché de distribution des carburants est due à l'ouverture du secteur des hydrocarbures aux capitaux étrangers, accentuée par l'ouverture des rampes de chargement ; l'ouverture de la raffinerie de NAFTEC aux distributeurs privés, avec des prix intéressants. Aussi aux réformes fiscales et le libre accès aux infrastructures de transport par canalisation et stockage.

#### ➤ Evolution des prix des carburants terre

Les prix des carburants en Algérie sont des prix administrés qui ne subissent pas des variations au cours de l'année. On notera que les variations sont déterminées et orientées par les lois de finances initiales et complémentaires. Pour tenir compte des variations des prix, il est nécessaire de calculer les prix moyens annuels pour chaque produit par une moyenne arithmétique pondérée (pondération par le nombre de mois ou le prix est en vigueur)

**Graphes n°02 :** Evolution des prix moyens annuels des carburants terre de 1998 à 2018.



Source : Elaboré à partir des données de NAFTAL

L'analyse de l'évolution des prix des carburants terre pour la période 2000 à 2017 montre que les prix du Gasoil ont connu une légère augmentation entre 2000 et 2001 où ils passent de 11.50 DA à 11.75. Les prix se stabilisent jusqu'en 2004 où ils connaissent une autre hausse significative de plus de 02 DA le litre puisqu'ils passent de 11.75 à 13.70.

Concernant les prix des essences tous types confondus, après avoir passé une période de stabilité de 2000 à 2005, ils ont connu une augmentation qui varie entre 0.75DA à 1.5DA selon le type d'essence.

En 2017, à l'exception du GPL, une autre hausse des prix a été décidée pour l'ensemble des carburants. Ainsi le prix des essences normal est passé de 28,45 en 2016 à 32,69 en 2017, pour le super, il passe de 31, 42 en 2016 à 35, 72 en 2017 et l'essence sans plomb est passé de 31,02 en 2016 à 35,33 en 2017. Le gasoil a connu également une hausse puisque il passe de 18, 76 en 2016 à 20,42 en 2017.

#### 4. Application de la modélisation au cas du secteur de transport routier

Nous essayerons, à partir de cette étude de vérifier l'existence d'une substitution entre les différents carburants terre consommés dans ce secteur. Pour répondre à cette question, nous avons calculé les élasticités de substitution au sens d'Allen –Uzawa entre les cinq produits pétroliers qui sont les carburants terre retenus dans notre étude, à savoir (essences normale, super, et sans plomb, le gasoil et le GPL/C)<sup>1</sup>. Et pour le faire, nous avons fait appel à la modélisation du modèle translog par la méthode SUR. Le traitement des données s'est effectué à l'aide du logiciel Eviews (10).

##### 4.1. Présentation les données et les variables

Les données utilisées dans notre étude pour mesurer la substituabilité entre les différents carburants terre, sont des séries de données mensuelles sur une période allant de 1998 à 2018 obtenues par la direction générale (entreprise Naftal), elles sont présentées de manière suivante :

- Les séries statistiques de la consommation des produits (en DA /TM) sont : consommation mensuelle des essences<sup>2</sup>, consommation mensuelle de gasoil et consommation mensuelle de GPL /C.
- Les séries prix : les prix moyens des essences (toutes taxes comprises), les prix de gasoil et les prix de GPL /C.
- Autres séries : Produit intérieur brut PIB (source : (ONS) )

En ce qui concerne les variables du modèle, nous avons défini comme variables exogènes les prix des cinq carburants terre (essence normale, essence super, sans plomb, gasoil et GPL/c) et le produit intérieur brut PIB. Pour la variable endogène, nous avons pris les parts consommées des cinq carburants terre.

##### 4.2. Elasticité de substitution d'Allen –Uzawa et méthode d'estimation « SUR »

Comme nous nous intéressons dans notre travail à l'étude de la substitution inter énergétique, il est important de donner la définition des élasticités de substitutions généralisées proposées par Hicks en 1932, il s'agit de l'élasticité d'Allen –Uzawa, sa formule est définie comme suit (Cadoret.I & Renou.P, 1999):

$$\sigma_{ij} = 1 + \frac{\gamma_{ij}}{M_i M_j}$$

<sup>1</sup> Les données de ces variables sont prises directement par l'entreprise NAFTAL.

<sup>2</sup> Essence normale, super et sans plomb

Sachant  $\sigma_{ij}$ , mesure la variation de la demande en bien  $i$  résultante d'une variation du prix du bien  $j$ . Elle s'exprime en fonction des coefficients estimés et des parts de dépense. Avec  $\gamma_{ij}$  : les coefficients estimés,  $M_i$  et  $M_j$  sont des parts de dépense des biens  $i$  et  $j$  respectivement<sup>1</sup>.

Cette élasticité permet de fournir une information sur la substitution entre les différents facteurs, si l'élasticité  $\sigma_{ij}$  est :

- $\sigma_{ij} < 0$  : Les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont complémentaires.
- $\sigma_{ij} > 0$  : Les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont substituables.
- $\sigma_{ij} = 0$  : Les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont parfaitement complémentaires.
- $\sigma_{ij} \rightarrow \infty$  : Les deux facteurs  $i$  et  $j$  sont parfaitement substituables.

Dans le cadre de cette étude, les méthodes d'estimations classiques (MCO) ne permettent pas de tenir compte des contraintes de symétrie des coefficients inter équations, il est nécessaire de faire appel aux méthodes dites d'estimation groupée à savoir les méthodes d'estimation SUR (Seemingly Unrelated Regression Equations), et qui s'appellent aussi méthodes de Zellner conformément au titre donné par Zellner. Ces méthodes permettent de tenir compte des corrélations entre les erreurs inter-équations (Cadoret & al, 2004).

#### 4.3. La forme fonctionnelle du modèle translog et application

Nous présentons dans cette section l'expression directe de la fonction translog en parts de dépense en fonctions des principales énergies consommées dans le secteur de transport. on note : essence normale : (en), essence super : (es), essence sans plomb : (ep), gasoil : (ol) et GPL /C : (gl)

La fonction de coût non homothétique Translog telle qu'elle est apprise à cinq facteurs est donnée de la manière suivante (Bénédicte.B, 2003) :

$$\log c = \alpha_0 + \sum_{i=1} \alpha_i \log p_i + \frac{1}{2} \sum_{i=1} \sum_{j=1} \gamma_{ij} \log p_i \log p_j + \beta \log y + \frac{1}{2} \theta (\log y)^2 + \sum_{i=1} \phi_i \log p_i \log y.$$

En respectant les contraintes de symétrie et d'homogénéité de degré 1 de la fonction translog, qui sont les suivantes :

$$\begin{aligned} \sum_i \alpha_i &= 1 \\ \sum_i \phi_i &= 0 \\ \sum_i \gamma_{ij} &= \sum_j \gamma_{ij} = 0 \end{aligned}$$

Alors les parts de dépense optimale ( $M_i$ ) peuvent être exprimées comme suit :

$$M_i = \alpha_i + \phi_i \log y + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \varepsilon_i \quad i = en, es, ep, ol, gl,$$

$$\text{Avec } \sum_i M_i = 1$$

L'estimation de la fonction translog s'avère être difficile vu le problème de colinéarité entre les variables explicatives, pour une estimation économétrique plus simple il est de préférable d'estimer les fonctions de part de dépense optimale suivante :

$$M_i = \alpha_i + \phi_i \log y + \sum_j \gamma_{ij} \log p_j + \varepsilon_i \quad \text{Ou } \varepsilon_i \text{ est un terme aléatoire,}$$

<sup>1</sup> Pour connaître la démonstration voir (Cadoret.I & Renou.P, 1999)

Après l'introduction des différentes relations précédentes sur la fonction translog initiale, nous aurons pour l'estimation le système suivant :

$$M_{en} = \alpha_{en} + \phi_{en} \log y + \gamma_{enen} \log p_{en} + \gamma_{enes} \log p_{es} + \gamma_{enep} \log p_{ep} + \gamma_{enol} \log p_{ol} + \gamma_{engl} \log p_{gl} + \varepsilon_{en} \dots\dots 1$$

$$M_{es} = \alpha_{es} + \phi_{es} \log y + \gamma_{esen} \log p_{en} + \gamma_{eses} \log p_{es} + \gamma_{esep} \log p_{ep} + \gamma_{esol} \log p_{ol} + \gamma_{esgl} \log p_{gl} + \varepsilon_{gl} \dots\dots\dots 2$$

$$M_{ep} = \alpha_{ep} + \phi_{ep} \log y + \gamma_{epen} \log p_{en} + \gamma_{epes} \log p_{es} + \gamma_{epep} \log p_{ep} + \gamma_{epol} \log p_{ol} + \gamma_{epgl} \log p_{gl} + \varepsilon_{ep} \dots\dots\dots 3$$

$$M_{ol} = \alpha_{ol} + \phi_{ol} \log y + \gamma_{olen} \log p_{en} + \gamma_{oles} \log p_{es} + \gamma_{olep} \log p_{ep} + \gamma_{olol} \log p_{ol} + \gamma_{olgl} \log p_{gl} + \varepsilon_{ol} \dots\dots\dots 4$$

$$M_{gl} = \alpha_{gl} + \phi_{gl} \log y + \gamma_{glen} \log p_{en} + \gamma_{gles} \log p_{es} + \gamma_{glep} \log p_{ep} + \gamma_{glol} \log p_{ol} + \gamma_{glgl} \log p_{gl} + \varepsilon_{gl} \dots\dots\dots 5$$

Sous les contraintes sont citées déjà:

$$M_{en} + M_{es} + M_{ep} + M_{ol} + M_{gl} = 1$$

$$\alpha_{en} + \alpha_{es} + \alpha_{ep} + \alpha_{ol} + \alpha_{gl} = 1$$

$$\phi_{en} + \phi_{es} + \phi_{ep} + \phi_{ol} + \phi_{gl} = 0$$

$$\gamma_{enen} + \gamma_{esen} + \gamma_{epen} + \gamma_{olen} + \gamma_{glen} = \gamma_{enen} + \gamma_{enes} + \gamma_{enep} + \gamma_{enol} + \gamma_{engl} = 0$$

$$\gamma_{enes} + \gamma_{eses} + \gamma_{epes} + \gamma_{oles} + \gamma_{gles} = \gamma_{esen} + \gamma_{eses} + \gamma_{esep} + \gamma_{esol} + \gamma_{esgl} = 0$$

$$\gamma_{enep} + \gamma_{esep} + \gamma_{epep} + \gamma_{olep} + \gamma_{glep} = \gamma_{epen} + \gamma_{epes} + \gamma_{epep} + \gamma_{epol} + \gamma_{epgl} = 0$$

$$\gamma_{enol} + \gamma_{esol} + \gamma_{epol} + \gamma_{olol} + \gamma_{glol} = \gamma_{olen} + \gamma_{oles} + \gamma_{olep} + \gamma_{olol} + \gamma_{olgl} = 0$$

$$\gamma_{engl} + \gamma_{esgl} + \gamma_{epgl} + \gamma_{olgl} + \gamma_{glgl} = \gamma_{glen} + \gamma_{gles} + \gamma_{glep} + \gamma_{glol} + \gamma_{glgl} = 0$$

En tenant compte de la contrainte  $\sum_i M_i = 1$ , il est possible d'estimer que quatre équations parmi

les cinq équations et déduire les estimateurs de l'équation omise par solde. En effet, il est important de tenir compte de la symétrie des coefficients lors de l'estimation.

Nous aurons donc :

$$\hat{\alpha}_{gl} = 1 - \alpha_{en} - \alpha_{es} - \alpha_{ep} - \alpha_{ol}$$

$$\hat{\phi}_{gl} = -\phi_{en} - \phi_{es} - \phi_{ep} - \phi_{ol}$$

$$\gamma_{engl} = \gamma_{glen} = -\gamma_{enen} - \gamma_{enes} - \gamma_{enep} - \gamma_{enol}$$

$$\gamma_{esgl} = \gamma_{gles} = -\gamma_{esen} - \gamma_{eses} - \gamma_{esep} - \gamma_{esol}$$

$$\gamma_{epgl} = \gamma_{glep} = -\gamma_{epen} - \gamma_{epes} - \gamma_{epep} - \gamma_{epol}$$

$$\gamma_{olgl} = \gamma_{glol} = -\gamma_{olen} - \gamma_{oles} - \gamma_{olep} - \gamma_{olol}$$

$$\gamma_{glgl} = -\gamma_{glen} - \gamma_{gles} - \gamma_{glep} - \gamma_{glol}$$

On remplace ces contraintes dans les équations (1), (2), (3) et (4) ainsi, nous utilisons les propriétés du log, on obtient le système final suivant:

$$M_{en} = \alpha_{en} + \phi_{en} \log y + \gamma_{enen} \log \left( \frac{P_{en}}{P_{gl}} \right) + \gamma_{enes} \log \left( \frac{P_{es}}{P_{gl}} \right) + \gamma_{enep} \log \left( \frac{P_{ep}}{P_{gl}} \right) + \gamma_{enol} \log \left( \frac{P_{ol}}{P_{gl}} \right) + \varepsilon_{en}$$

$$M_{es} = \alpha_{es} + \phi_{es} \log y + \gamma_{eses} \log\left(\frac{P_{es}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{esen} \log\left(\frac{P_{en}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{esep} \log\left(\frac{P_{ep}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{esol} \log\left(\frac{P_{ol}}{P_{gl}}\right) + \varepsilon_{es}$$

$$M_{ep} = \alpha_{ep} + \phi_{ep} \log y + \gamma_{ep ep} \log\left(\frac{P_{ep}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{epen} \log\left(\frac{P_{en}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{epes} \log\left(\frac{P_{es}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{epol} \log\left(\frac{P_{ol}}{P_{gl}}\right) + \varepsilon_{ep}$$

$$M_{ol} = \alpha_{ol} + \phi_{ol} \log y + \gamma_{olol} \log\left(\frac{P_{ol}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{olen} \log\left(\frac{P_{en}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{oles} \log\left(\frac{P_{es}}{P_{gl}}\right) + \gamma_{olep} \log\left(\frac{P_{ep}}{P_{gl}}\right) + \varepsilon_{ol}$$

Sous les contraintes suivantes:

$$\gamma_{enes} = \gamma_{esen}, \gamma_{enep} = \gamma_{epen}, \gamma_{enol} = \gamma_{olen}$$

$$\gamma_{esep} = \gamma_{epes}, \gamma_{esol} = \gamma_{oles}, \gamma_{epol} = \gamma_{olep}$$

Ce système simultané à équations non reliées sera estimé par la méthode Seemingly Unrelated Régressions (SUR).

### 5. Résultats et discussion

Afin d’analyser les substitutions entre les carburants terre dans le secteur de transport, nous avons utilisé le dernier système d’équations cité précédemment, composé par quatre équations dont sa forme non homothétique (les parts de dépenses sont exprimées en fonctions des prix des énergies et le revenu). Les résultats de l’estimation par la méthode SUR sont présentés dans le tableau suivant :

**Tableau n° 1: Résultats des estimations**

|          | Constante           | $\log\left(\frac{P_{en}}{P_{gl}}\right)$ | $\log\left(\frac{P_{es}}{P_{gl}}\right)$ | $\log\left(\frac{P_{ep}}{P_{gl}}\right)$ | $\log\left(\frac{P_{ol}}{P_{gl}}\right)$ |
|----------|---------------------|--|--|--|--|
| $M_{en}$ | 66.880<br>(10.496*) | 0.706<br>(0.072*)                        | 9.309<br>(2.042*)                        | 32.207<br>(7.232*)                       | -13.382<br>(-1.796*)                     |
| $M_{es}$ | 7.413<br>(2.361*)   | 30.648<br>(2.754*)                       | 9.309<br>(2.042*)                        | -22.736<br>(-2.262*)                     | -30.700<br>(-1.951*)                     |
| $M_{ep}$ | -1.808<br>(-0.503*) | 32.207<br>(7.232*)                       | -22.736<br>(-2.262*)                     | -6.227<br>(-0.553*)                      | -15.98<br>(-0.819*)                      |
| $M_{ol}$ | 61.700<br>(10.782*) | -13.382<br>(-1.796*)                     | -30.700<br>(-1.951*)                     | 63.860<br>(3.679*)                       | -188.889<br>(-6.332*)                    |

\* Désigne les valeurs t-statistiques

Source : Etabli par nous même à partir d’eviews

A partir des coefficients estimés par le modèle Translog (tableau n°1), nous pouvons déduire les élasticités moyennes des substitutions au sens d’Allen calculées par la formule suivante : (

$$\sigma_{ij} = 1 + \frac{\gamma_{ij}}{M_i M_j}.$$

Le calcul des valeurs moyennes des élasticités de substitution sur toute la période d’étude est présenté dans le tableau ci-après (tableau 2).

Avec :

$\gamma_{ij}$  : Les coefficients estimés (voir tableau 1)

$M_i M_j$  : Les parts consommées des carburants terres

**Tableau n°2 : Elasticités de substitution d'Allen Uzawa**

| Elasticité de substitution | esn      | Esup      | espl     | gol              |
|----------------------------|----------|-----------|----------|------------------|
| Esup                       | 1.031066 | <b>1</b>  |          |                  |
| Espl                       | 2.88489  | -3.192334 | <b>1</b> |                  |
| Gol                        | 0.990588 | 0.951328  | 0.356680 | <b>1</b>         |
| Gpl                        | 0.684906 | 0.620189  | 45.82945 | <b>-0.212693</b> |

Source : établi par nous même à travers le logiciel eviews

Les résultats du tableau font apparaitre que:

- Les valeurs des élasticités moyennes d'Allen sont positives pour les couples des essences respectivement (esup/esn et espl/esn) avec des valeurs : 1.031066 et 2.884899, donc ils sont substituables, hormis le couple essence super et essence sans plomb dont l'élasticité de substitution est négative (-3.192334) ce qui signifie qu'ils sont complémentaires.
- Les valeurs des élasticités moyennes d'Allen sont positives pour les couples des essences tout type confondu et gasoil avec des valeurs : 0.990588, 0.951328 et 0.356680, ainsi que pour le couple des essences tout type confondu et le GPL (0.684906, 0.620189, 45.82945), ce qui nous permet de déduire qu'ils sont substituables.
- Les valeurs des élasticités moyennes d'Allen pour le couple gasoil et GPL sont négatives (-0.212693). On peut donc déduire que le gasoil et le GPL sont des produits énergétiques complémentaires.

L'application du modèle translog nous a permis de vérifier empiriquement notre hypothèse de travail, relative à l'existence d'une substituabilité entre les carburants terres étudiés. Cette substitution est le résultat d'une politique tarifaire favorisant la consommation du GPL/C d'un côté et d'un autre côté d'une campagne de sensibilisation et d'information menée par les services du ministère de l'énergie pour vulgariser ce type de carburants (essence sans plomb et GPL/C) et faire connaître au grand public les menaces du gasoil sur l'environnement et ses risques sur la santé de la populations urbaines. Une campagne qui a visé notamment les automobilistes, en particulier, ceux qui sont soucieux de la vie du moteur de leurs véhicules pour dissiper leurs craintes.

## 6. Conclusion

Cette contribution, nous a permis de démontrer à travers l'estimation du modèle translog par la méthode SUR qu'il 'existe une réelle substitution entre les carburants : l'essence, le gasoil, l'essence super et le GPL et entre les essences (essence sans plomb, essence normale et le super qui contient des additifs de plomb).

Pour conclure, nous pensons qu'il est indispensable pour les autorités publiques de poursuivre leur politique énergétique axée sur la substitution des carburants terre classiques par des énergies les plus disponibles et les moins polluantes en l'occurrence le gaz naturel. Mais pour atteindre les objectifs de cette politique, des efforts doivent être menés pour développer une industrie de fabrication d'équipements nécessaires à la conversion des moteurs, au développement du réseau de stations GNC et aux sensibilisations des automobilistes sur les questions d'environnement et penser à développer les énergies renouvelables qui sont appelées à long terme, de substituer aux énergies fossiles.

## Références bibliographiques

- Agence Nationale pour la Promotion et la Rationalisation de l'Utilisation de l'Energie, 2009. Ministère de l'énergie, bulletin trimestriel n°16.
- APRUE. (2015). *Consommation Energétique Finale en Algérie : Chiffres Clés*. Ministère de l'Energie et des Mines: <http://www.aprue.org.dz/>.
- Bénédicte.B, M. (2003). Analyse des substitutions énergétiques : l'apport du double bootstrap aux modèle Translog. *La treizième journée du SESAME, 10 juillet*. .
- *Bilan du Marché National des Carburants terre, 2016*. MINISTERE DE L'ENERGIE, ARH.
- *Bilan énergétique national, 2017*. Ministère de l'Energie Chiffres clés du bilan énergétique national - Année 2017.
- Boussena. S, a. (2006). *Les défis pétroliers : question actuelles du pétrole et du gaz*. Vuibert.
- Cadoret, I., & Karnik, J. (1991). Modélisation de la demande du Gaz naturel dans le secteur domestique : France, Italie, Royaume-Unie. 1978-1989. *Cahiers du CEG, n° 7*.
- Cadoret.I, & Renou.P. (1999). Elasticité et substitution énergétique : difficultés méthodologies. *Revue de l'énergie N° 438, mars/ avril*. .
- Cadoret.I, a. (2004). *Économétrie appliquée ; méthodes applications corrigés*. Paris. : edition de boeck université.
- Chitour.Ch. (2005). Mondialisation et développement durable, les scénarios énergétiques à l'horizon 2030. *Actes de la 9ème journée de l'énergie*. Alger : OPU/ENP/Lavalef .
- Chitour.Ch. (2003). Pour une stratégie énergétique de l'Algérie à l'horizon 2020. *7eme journée de l'énergie*. Alger : Bulletin des énergies Renouvelables.
- Chris, W. (2003). dynamic translog and linear logit models : a factor demand analysis of interfuel substitution in US industrial energy demand. *Energy Economics* .
- *Entreprise Naftal*. (s.d.). Récupéré sur <http://www.naftal.dz>
- *Entreprise Sonatrach*. (s.d.). Récupéré sur <http://www.sonatrach.org>
- Khiat, Z., Flazi, S., & Stambouli, B. (2007). Pluralité énergétique : enjeux et stratégie pour l'Algérie . *Revue des énergies renouvelables ICRED-07 Tlemcen* .
- Kumbhakar, S. (1997). Modeling Allocative inefficiency in a translog cost function and cost share equations: An exact relationship. *journal of Econometrics* 76, 351-356.
- Marchetti, C. (1977). Primary energy substitution models: On the interaction between energy and society. *Technological Forecasting and Social Change* 10 (4) , 345-356.
- ONS. (s.d.). Récupéré sur <http://www.ons.dz>
- Percebois.J. (1999). *L'apport de la théorie économique aux débats énergétiques*. : Cahier du CREDEN (Centre de Recherche en Economie et Droit de l'Energie).
- POIRIER, F. (1987). Théorie et mise en œuvre de la fonction translog dans la modélisation énergétique. *Thèse de doctorat en sciences économiques*. Université de droit, d'économie et de sciences sociales de paris 2. .
- *Rapport national de l'Algérie, 19ème session de la Commission du Développement Durable des Nations Unies (CDD-19), 2011*. Algérie.
- Renou, P. (1992). Modélisation de la demande d'énergie mise en évidence des substitutions énergétiques appliquer au secteur industriel des pays de l'OCDE. *Thèse de doctorat en sciences économiques et de gestion*. Université de Bourgogne.