

Analyse économétrique de la demande d'électricité dans le canton de Genève

Autor(en): **Carlevaro, F. / Spierer, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **69 (1978)**

Heft 23

PDF erstellt am: **08.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-914962>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Analyse économétrique de la demande d'électricité dans le canton de Genève

Par F. Carlevaro et C. Spierer

Über die Tendenzanalysen hinaus versucht diese Studie die hauptsächlichsten Einflussfaktoren auf den Elektrizitätsbedarf im Kanton Genf zu erläutern und den mengenmässigen Anteil aufzuzeigen, der den einzelnen Faktoren in der kürzlichen Entwicklung des Elektrizitätsverbrauches zukommt. Die Aufstellung der hauptsächlichsten Ergebnisse für die Sektoren Haushalt und Industrie zeigt die geringe Auswirkung von Tarifänderungen und die Hauptrolle, die die konjunkturelle Entwicklung bei der Energieverbrauchszunahme in diesen Sektoren gespielt hat.

1. Introduction

Cet article repose sur un ensemble de recherches portant sur la spécification et l'analyse de modèles économétriques de consommation d'énergie, effectuées au Département d'économétrie de l'Université de Genève (cf. [1] et [2]). Il résume les principaux résultats obtenus lors de l'application de cette méthodologie à l'étude de la consommation d'électricité dans le canton de Genève.

2. Les limites de l'analyse des tendances. Plaidoyer pour une approche économétrique explicative

L'information statistique de base sur laquelle a reposé notre analyse est représentée par des séries chronologiques de la consommation annuelle d'électricité, exprimée en unités physiques, établies par les Services Industriels de Genève. Ces statistiques ventilent la consommation totale d'électricité en sept catégories:

- Ménages, exploitations agricoles et habitations dans lesquelles s'exerce une activité professionnelle
- Commerce, industrie, secteur public et services généraux d'immeuble
- Centre Européen de Recherche Nucléaire
- Compagnie Genevoise des Tramways Electriques
- Eclairage public
- Chaudières à électrodes et électriques
- Pertes et consommation des Services Industriels

Une première analyse de ces données a consisté à quantifier les tendances qui se dégagent sur la période d'observation disponible (1957-1974). Il s'agit là d'une approche fort répandue dans les services qui s'occupent de la prévision de la consommation d'énergie électrique. Pour cette raison, il nous a paru essentiel de l'expérimenter en vue, notamment, d'une comparaison avec l'approche par les modèles économétriques de demande, examinée plus loin.

On sait que l'étude des tendances conduit à séparer artificiellement la variable observée en deux composantes. La première composante, dite tendance ou trend, traduit l'inertie inhérente au phénomène étudié et elle est censée évoluer dans le temps en suivant une croissance régulière. La seconde composante, dite résiduelle, traduit en revanche l'élément «imprévisible» de la grandeur étudiée et elle est de ce fait traitée comme une variable aléatoire.

La quantification de la tendance a été faite en supposant a priori qu'elle a une forme particulière susceptible d'une représentation par une formule analytique $f(t)$ - où t désigne le temps - dépendante de deux ou trois constantes inconnues,

Au-delà des analyses de tendance, cette étude cherche à dégager les facteurs explicatifs majeurs de la demande d'électricité dans le canton de Genève et à imputer quantitativement la part qui leur revient individuellement dans l'explication de l'évolution récente de la consommation d'électricité. L'exposé des principaux résultats obtenus pour les secteurs des ménages et de l'industrie montre le faible impact des modifications de tarif et le rôle majeur joué par la conjoncture économique dans l'expansion de la demande de ces secteurs.

appelées paramètres. Une valeur de ces paramètres, dite estimation, est alors déterminée de sorte que la tendance représente «au mieux» la série d'observations, ce qui revient à minimiser un critère de distance entre la fonction paramétrée $f(t)$ et la série chronologique y_t , $t = 1957, \dots, 1974$.

Dans le choix d'une telle fonction, on s'est fondé sur trois hypothèses concernant le taux d'accroissement instantané de la tendance:

- taux d'accroissement absolu constant,
- taux d'accroissement relatif constant,
- taux d'accroissement relatif variable, selon un taux de variation relatif constant (positif ou négatif).

Ces hypothèses conduisent à envisager, dans l'ordre, une fonction $f(t)$ linéaire (affine), une fonction exponentielle et une fonction exponentielle dont l'exposant est lui-même une fonction exponentielle du temps (fonction de Gompertz). La troisième hypothèse, moins conventionnelle que les autres, a été retenue pour la représentation de tendances sigmoïdes: tendances comportant une phase de croissance accélérée, de type exponentiel, suivie d'une phase de croissance ralentie vers un «niveau de saturation».

L'utilisation de ces modèles de tendance permet effectivement de retracer avec une très grande précision l'évolution passée de la consommation d'électricité de la grande majorité des catégories d'utilisateurs envisagées. Ainsi, la proportion de la variabilité (variance) de la série analysée expliquée par le modèle de tendance, appelée carré du coefficient de corrélation multiple ou coefficient de détermination (R^2) s'élève, pour les deux premières catégories d'utilisateurs qui totalisent à eux seuls plus des deux tiers de la consommation cantonale d'électricité, à 0,994 et 0,995, respectivement. Pour le premier groupe de consommateurs, ce résultat est obtenu à l'aide d'une fonction de tendance de Gompertz, qui fait ressortir un léger ralentissement de la croissance de cette consommation pendant toute la période analysée, ainsi qu'un niveau de saturation estimé de 479 GWh. Pour le deuxième groupe, en revanche, le meilleur résultat est fourni par le trend exponentiel avec un taux d'accroissement annuel estimé de 6,3%.

Malgré ces résultats, l'intérêt pratique d'une telle description cinématique du phénomène envisagé semble très limité, ceci pour les raisons suivantes. D'une part, le but premier pour lequel est conçue cette approche, qui est de prévoir le niveau futur de la variable analysée par une extrapolation, c'est-à-dire un prolongement dans le futur de la tendance observée dans le passé, ne peut souvent pas être atteint. La réussite d'une telle prévision est conditionnée par une évolution de l'environ-

nement socio-économique relatif au phénomène étudié, conforme à celle qui a prévalu pendant toute la période d'observation. Or, s'il est déjà ardu pour l'économiste d'évaluer globalement les conditions de l'évolution passée de ce contexte socio-économique, il sera, en général, hors de propos qu'il puisse apprécier dans quels cas cette évolution se poursuivra, sauf peut-être, s'il se limite au court terme. La fragilité de l'extrapolation en tant que technique de prévision est d'ailleurs aggravée par sa grande sensibilité à la forme de tendance postulée. Selon que l'on se donne a priori une forme linéaire, exponentielle ou sigmoïde, l'extrapolation de la tendance peut conduire à des valeurs fort différentes dès que l'on dépasse un horizon prévisionnel de quelques années. Or, il est souvent difficile de choisir a priori la forme de la tendance et a posteriori, c'est-à-dire après estimation, on constate le plus souvent une adéquation tout à fait analogue des différentes formes de tendance aux données analysées. Cette réflexion s'est trouvée confirmée par un exercice d'extrapolation jusqu'en l'an 2000 que l'on a effectué avec les trois types de tendances estimées pour chacune des catégories de consommateurs (cf. [1]).

L'intérêt de cette approche pour la prévision à court terme n'est pas non plus évident, ceci même lorsque la variable analysée est de nature à exclure tout changement brutal. Les fluctuations de la composante résiduelle peuvent, en effet, jouer un rôle décisif dans l'apparition de «points de retournement» dont la détection peut être le but premier de la prévision à court terme. L'analyse du trend laisse inexplicables ces écarts à la tendance entre lesquels peut subsister, comme on a pu le constater dans notre cas, un degré de liaison dans le temps (autocorrélation) qui mérite d'être exploité pour améliorer la fiabilité de l'extrapolation à court terme.

Enfin, une telle approche n'explique rien. Elle se limite à retracer par un modèle cinématique plus ou moins simple, l'histoire passée d'un phénomène sans rechercher les facteurs essentiels qui ont régi son évolution.

La recherche de ces facteurs explicatifs est le but premier de l'approche économétrique qui apparaît indispensable, dès lors que l'on recherche une connaissance utilisable pour fonder la prévision dans un environnement socio-économique changeant. Il s'agira bien sûr d'une connaissance ayant un contenu prévisionnel partiel, dans la mesure où la prévision du phénomène nécessite, notamment, la connaissance de l'état futur des facteurs explicatifs, connaissance qui fera le plus souvent défaut. Cependant, même dans ce cas, une telle connaissance peut fournir des repères utiles pour la prise de décisions, vu qu'elle permet d'effectuer des «prévisions conditionnelles» et par là, d'explorer le niveau futur du phénomène étudié pour un éventail d'états possibles des facteurs d'environnement.

L'application d'une telle approche explicative à l'étude de la demande d'électricité dans le canton de Genève, n'a pas été sans soulever des difficultés sérieuses, voire insurmontables. Ainsi, on a dû renoncer d'emblée à cette démarche pour les cinq dernières catégories de consommateurs susmentionnées soit parce que leur demande nous a semblé dépendre en priorité de facteurs purement qualitatifs ou difficilement quantifiables, soit parce qu'il nous a été impossible de recueillir l'information nécessaire à la quantification des principaux facteurs mesurables qui régissent cette demande.

Par ailleurs, une analyse économétrique fiable du deuxième groupe d'utilisateurs supposait que l'on puisse disposer d'une ventilation de la consommation de ce groupe selon les quatre

catégories de consommateurs qu'il regroupe, à savoir: «Commerce», «Industrie», «Secteur public», «Services généraux d'immeuble». Il nous a semblé, en effet, indispensable de procéder à une analyse différenciée de ces catégories de consommateurs, vu la grande diversité des comportements qui déterminent leur demande.

Une telle analyse n'a pu être réalisée que pour le poste «Industrie», grâce à une série chronologique de la consommation d'électricité d'origine industrielle, partiellement homogène, établie par les Services Industriels. Pour les trois autres groupes, on a dû se contenter d'une analyse globale qui n'a pas donné de résultats concluants. Pour cette raison, l'étude de ce dernier poste global ne sera pas reprise dans cet article.

3. Analyse économique de la consommation d'électricité des ménages d'après des modèles statiques

Face aux difficultés que soulève, pour la catégorie «Ménages, exploitations agricoles et habitations dans lesquelles s'exerce une activité professionnelle», la séparation de la part de consommation qui relève du secteur domestique de celle qui concerne le secteur productif, on a choisi d'analyser ce poste globalement en admettant que les seuls facteurs explicatifs importants sont ceux qui affectent la consommation d'électricité des ménages. Cette hypothèse simplificatrice n'est certainement pas de nature à introduire des erreurs d'analyse importantes vu la place largement prépondérante (plus de 90%) qu'occupe dans ce poste, la consommation des foyers domestiques.

Dans le choix des facteurs principaux qui régissent la demande d'électricité des ménages, on s'est d'abord inspiré des conclusions auxquelles parvient l'analyse économique théorique. S'agissant d'un bien de consommation courante, non durable, la théorie économique du comportement individuel des ménages suggère que la demande de ce bien, à un instant donné, sera fonction du revenu – ou de tout autre variable mesurant le niveau de vie du ménage –, de son prix, ainsi que du prix des autres biens ou services substituables ou complémentaires. Nous avons choisi de faire jouer un rôle privilégié aux «prix» de l'électricité, du gaz et des combustibles liquides, et de prendre en compte l'influence des autres prix globalement, par un indice général des prix à la consommation (cf. [1] et [2]). De plus, l'économiste postule, pour la demande d'un tel bien, l'absence d'«illusion monétaire», c'est-à-dire l'homogénéité de degré zéro de la loi de demande par rapport au revenu et aux prix. L'emploi de cette hypothèse s'est traduite par l'utilisation de prix et revenu «réels», définis en divisant les variables nominales correspondantes par l'indice général des prix à la consommation.

A ces facteurs, il convient de rajouter ceux, spécifiques au bien considéré, que la théorie économique n'envisage pas, soit parce que leur évolution est régie essentiellement par celle des prix et du revenu, soit parce que, s'agissant de facteurs extra-économiques, elle les suppose constants dans son analyse.

Parmi les facteurs économiques, le plus important est sans doute l'équipement ménager en biens durables utilisant l'énergie électrique et les installations assurant l'éclairage, le chauffage et la climatisation. Malheureusement, une mesure, même imparfaite, de cette grandeur ne semble pas exister pour le canton de Genève. De ce fait, on a dû rechercher une «explication» de ce facteur qui permette de remplacer dans la loi de

demande d'électricité des ménages, ce facteur non observé par d'autres facteurs explicatifs observés. Le choix a porté sur le revenu réel et sur les «prix» réels des énergies concurrentes énumérées ci-avant.

Quant aux facteurs extra-économiques, on a retenu deux variables mesurant, respectivement, l'intensité de froid et l'intensité de chaleur d'une année, ce qui se justifie évidemment, du fait que l'électricité est utilisée, entre autres, dans un but de chauffage et de climatisation.

Les facteurs explicatifs introduits jusqu'ici sont ceux qui ressortent d'une analyse de la demande d'électricité au niveau du ménage individuel. Lorsqu'on cherche à expliquer, comme nous le faisons, la demande d'électricité d'un ensemble de ménages, il est habituel de procéder par analogie, en envisageant les valeurs moyennes des facteurs explicatifs considérés pour l'ensemble de ménages analysés. C'est ce que nous avons fait, tout en étant conscients qu'une telle démarche ne se justifie que dans des situations où l'on observe une évolution particulière de la répartition individuelle de ces facteurs dont le niveau est spécifique à chaque ménage.

Par ailleurs, afin d'éviter de prendre en compte explicitement l'influence sur la consommation totale d'électricité des variations de l'effectif et de la structure des ménages genevois, on s'est limité à analyser la consommation par habitant de ce bien.

Sur la base de ces éléments, une relation économétrique a été formulée. Il s'agit d'une relation causale reliant le niveau annuel de la variable à expliquer au niveau atteint, la même année, par les facteurs explicatifs envisagés et à une variable aléatoire non observable, dont l'objet est de représenter globalement l'effet des facteurs explicatifs non identifiés ou non identifiables, ayant une influence mineure sur la consommation d'électricité des ménages.

La forme analytique d'une telle relation a été choisie sur la base de deux hypothèses alternatives concernant l'impact partiel des variables explicatives sur la variable expliquée:

- dérivée partielle constante,
- élasticité (dérivée logarithmique) partielle constante.

La seconde hypothèse, d'emploi courant en économétrie, a l'avantage de faire appel à des constantes sans dimension.

On parvient ainsi à des formes analytiques de la demande d'électricité des ménages qui permettent d'appréhender par des constantes, la contribution spécifique de chacun des facteurs explicatifs postulés pendant la période d'observation. L'évaluation numérique de ces constantes d'après les données disponibles a été faite en utilisant une procédure d'estimation statistique: la méthode des moindres carrés. Moyennant le critère statistique appelé *statistique de Student*, il est également possible de déterminer ceux qui, parmi les paramètres estimés, sont significativement différents de zéro.

Cependant, la mise en œuvre de ces procédures statistiques suppose l'absence de corrélations étroites entre les facteurs explicatifs. Dans ce cas, dit de *multicollinéarité*, seul l'effet conjoint des facteurs explicatifs collinéaires peut être estimé avec précision, leur effet propre étant pratiquement indéterminé.

Lors de l'estimation des paramètres de la fonction de demande d'électricité des ménages, une telle liaison a été observée entre le prix de l'électricité et le prix du gaz. Ce lien, qui s'explique facilement dès qu'on réalise que ces prix sont fixés par le même organisme, nous a conduits à exclure de ce

modèle le prix du gaz. En procédant ainsi, on se réduit à mesurer l'effet du prix de l'électricité corrigé de l'effet de substitution possible du prix du gaz.

Pour ce qui est des autres facteurs explicatifs, l'analyse statistique a montré que seul le revenu réel et le prix réel de l'électricité semblent avoir eu un impact significatif sur la consommation d'électricité des ménages pendant la période analysée.

L'absence d'une substitution électricité-combustibles liquides que mesure le coefficient d'impact du prix réel des combustibles liquides, nous semble attribuable au fait qu'une substitution entre ces deux énergies, stimulée par la forte modification des prix relatifs intervenue les dernières années de la période analysée, ne peut s'observer qu'à plus long terme, car elle implique une substitution au niveau des appareils et des installations. Quant à l'absence d'un effet statistiquement significatif des variations de la température sur la consommation d'électricité des ménages, elle est certainement le reflet d'une faible utilisation de l'électricité à des fins de chauffage ou de climatisation des logements.

Finalement, l'estimation de la fonction de demande statique à élasticités constantes, dans laquelle ne figurent que les facteurs significatifs, est la suivante:

$$\log q_t = 2,85 + 0,594 \log \varrho_t - 0,337 \log \pi_t^e \quad \bar{R}^2 = 0,951$$

avec

q_t Consommation annuelle d'électricité par tête
(en kilowattheures)

ϱ_t Revenu réel par habitant (en francs de septembre 1966)

π_t^e Prix réel de l'électricité (en indice, base septembre 1966 = 100)

Les élasticités-revenu et prix réels sont estimées à 0,594 et -0,337, respectivement. Ces valeurs traduisent une situation d'inélasticité de la demande d'électricité¹). Elles mesurent des effets de causalité «composés», résultat des réponses des consommateurs à des variations des facteurs exogènes qui se traduisent, à la fois, par une modification du degré d'utilisation du parc d'appareils électro-ménagers (effet causal «direct») et par une modification de la dimension ou de la composition de ce parc (effet causal «indirect»).

4. Analyse économétrique de la consommation d'électricité des ménages d'après des modèles dynamiques

La distinction que l'on vient d'introduire entre effet causal direct et effet causal indirect d'une variable explicative, conduit à penser que dans ces deux cas, le délai qui court entre l'instant où l'on observe une modification de la variable explicative et l'instant où l'effet d'une telle modification se fait sentir, sera fort différent. Alors que pour l'effet direct, le délai est vraisemblablement court, il est fort probable que l'effet indirect ne se fasse sentir pleinement qu'après une durée dépassant la période unitaire d'observation retenue (l'année). Dans ces conditions, un affinement de l'analyse précédente peut être réalisé en faisant appel à une formulation dynamique de la demande d'électricité des ménages. Une telle formulation conduit à compléter le modèle statique précédent en précisant le rôle que

¹) Cela signifie qu'à une variation de 1% de l'un des facteurs explicatifs ne correspondra qu'une variation de la consommation d'électricité plus faible, égale, en pourcentage, à la valeur de l'élasticité.

joue sur le niveau de consommation q_t , l'évolution, antérieure à l'année t , de chaque facteur explicatif.

Deux hypothèses théoriques, complétant le modèle statique, ont été avancées qui conduisent finalement au même modèle quantifiable.

La première hypothèse postule l'existence d'une dimension désirée du parc d'appareils et installations électriques en correspondance de chaque niveau de revenu moyen réel et de prix réel de l'électricité.

On admet, par ailleurs, que dans une situation concrète, où les facteurs explicatifs envisagés se modifient d'une année à l'autre, le parc s_t d'appareils et installations électriques possédés par les ménages à l'année t , différera du parc moyen désiré s_t^* , en raison du long délai (supérieur à l'année) qu'il faut aux ménages pour ajuster le parc dont ils disposent au niveau désiré.

En admettant un mécanisme d'ajustement du parc effectif au parc désiré qui fait dépendre la variation annuelle $s_t - s_{t-1}$ de l'écart $s_t^* - s_{t-1}$, comblé dans une proportion constante $0 < \theta < 1$, on est conduit, après élimination des variables s_t et s_t^* à la fonction de demande suivante:

$$q_t = a_0 + a_1 (1 - \theta)^t + a_2 q_t + a_3 \bar{q}_t(\theta) + a_4 \pi_t^e + a_5 \bar{\pi}_t^e(\theta)$$

avec

$$\bar{x}_t(\theta) = \sum_{\tau=0}^{t-1} (1 - \theta)^\tau x_{t-\tau}$$

les a_i , $i = 0, 1, \dots, 5$ et θ étant des paramètres à estimer.

Une fonction de demande de même forme mais avec les variables remplacées par leur logarithme, s'obtient en postulant un mécanisme d'ajustement qui fait dépendre le rapport s_t/s_{t-1} du rapport s_t^*/s_{t-1} .

La seconde hypothèse théorique repose sur une explication du flux (par tête) d'appareils et installations électriques achetés par les ménages durant l'année t , en fonction des variables q_t , π_t^e et du parc existant à l'année $t - 1$. En complétant cette fonction de demande par une relation stipulant une dépréciation à taux constant du parc électro-ménager, on est encore conduit à la fonction de demande précédente. Toutefois, le paramètre θ représente, dans ce cas, la différence entre le taux de dépréciation du parc électro-ménager et le coefficient d'impact de ce parc sur les achats nouveaux.

La fonction dynamique de demande d'électricité des ménages que l'on vient d'introduire, permet d'affiner l'étude de la réponse des consommateurs aux variations d'un des facteurs explicatifs retenus en distinguant une *réponse de courte période* et une *réponse de longue période*.

La première mesure l'impact sur la consommation de l'année t d'une variation marginale du facteur explicatif intervenue la même année. En d'autres termes, il s'agit d'une mesure des effets immédiats d'une telle modification. Elle est donc représentée par le coefficient $a_2 + a_3$, en ce qui concerne la réponse (dérivée partielle ou élasticité) au revenu réel, et par $a_4 + a_5$ pour ce qui est de la réponse au prix réel de l'électricité.

En revanche, la réponse de longue période mesure la somme des effets immédiats et des effets plus lointains – jusqu'à leur épuisement – d'une modification marginale du facteur explicatif. Pour les deux facteurs retenus, ces réponses sont représentées, dans l'ordre, par les coefficients suivants:

$$a_2 + \frac{a_3}{\theta} \quad \text{et} \quad a_4 + \frac{a_5}{\theta}$$

Plusieurs estimations de la fonction dynamique de demande effectuées d'après les observations de la période 1957–1974 ont montré, contrairement au résultat obtenu avec le modèle statique, que l'effet du prix réel sur la consommation d'électricité n'est jamais significatif, ni à court terme, ni à long terme. D'après ce résultat, il semble donc illusoire de chercher à infléchir l'évolution des besoins en électricité des ménages genevois par une politique axée sur la manipulation du prix de ce bien. Cependant, ce faible impact du prix réel de l'électricité sur la consommation de ce bien a été estimé dans une période où les modifications du prix de l'électricité ont été rares et de faible ampleur, soit, grosso modo, d'une ampleur permettant à peine de rattraper la baisse, en termes réels, de ce prix suite à l'évolution du niveau général des prix à la consommation. Il n'est donc pas évident que la consommation d'électricité des ménages resterait si insensible à son prix dans un contexte de variations beaucoup plus marquées de ce facteur.

Une fois ce facteur éliminé, la demande d'électricité des ménages n'est plus régie que par l'évolution de leur niveau de vie mesuré par le revenu moyen réel. Dans sa spécification à élasticités constantes, l'estimation de cette fonction dynamique est la suivante:

$$\log q_t = 0,720 + 14,43 (0,512)^t - 1,02 \log q_t + 0,819 \overline{\log q_t} (0,488) \quad \bar{R}^2 = 0,983$$

Elle fournit une estimation de l'élasticité-revenu de courte période et de celle de longue période de $-0,20$ et $0,66$, respectivement.

La valeur négative de l'élasticité de courte période peut s'expliquer par des arguments théoriques. Nous pensons, toutefois, qu'un tel résultat «inattendu» est avant tout la conséquence de la mauvaise définition de la variable «revenu des ménages» finalement adoptée, faute de mieux. De ce fait, seule l'élasticité de longue période nous semble digne de confiance car son estimation dépend davantage de la tendance dans l'évolution du revenu moyen réel que de ses fluctuations annuelles. L'estimation de cette élasticité concorde avec celle fournie par le modèle statique et confirme l'inélasticité revenu de la consommation d'électricité des ménages. Dans le cadre du débat actuel sur l'énergie, ce résultat nous semble particulièrement intéressant, car il explicite le rôle qu'ont joué – et que joueront peut-être encore dans le futur – les ménages, par leur demande directe d'électricité, dans l'expansion des besoins de cette forme d'énergie dans l'économie genevoise. Il montre, en effet, que l'expansion de cette demande a suivi un rythme moins rapide que celui du revenu moyen réel cantonal, ce qui traduit un phénomène de saturation relative de la demande d'électricité des ménages.

5. Analyse économétrique de la consommation d'électricité de l'industrie

Pour spécifier les facteurs principaux qui déterminent la demande d'électricité de l'industrie, on a suivi une démarche sensiblement analogue à celle empruntée pour la demande d'électricité des ménages.

L'analyse économique théorique du comportement de l'entreprise suggère que la demande d'un facteur de production par une entreprise industrielle qui minimise ses coûts de production, est une fonction des quantités de biens produits, du prix du facteur de production envisagé et des prix des autres

facteurs de production substituables ou complémentaires. On montre, de plus, que cette fonction de demande est homogène de degré zéro par rapport aux prix. Cette propriété signifie que la demande ne dépend pas du niveau absolu des prix des facteurs de production utilisés, mais uniquement de leur niveau relatif, c'est-à-dire des *prix relatifs* de ces facteurs.

Ces résultats nous ont conduits à postuler pour tout le secteur industriel une demande d'électricité fonction du niveau d'activité de ce secteur et des «prix» des principaux facteurs de production qui peuvent être substitués à l'électricité rapportés au «prix» de l'électricité.

Ne disposant ni de données relatives à la production industrielle genevoise, ni de données concernant, plus généralement, l'activité de production genevoise, nous avons retenu comme indicateur de l'activité économique cantonale, les mouvements effectués sur comptes de chèques postaux dans le canton de Genève, déflatés par l'indice suisse des prix de gros. Quant aux prix relatifs, on a choisi de faire jouer un rôle privilégié à celui des combustibles liquides et à celui du travail. Nous avons notamment éliminé le prix relatif du gaz, car la part de cette énergie dans la consommation énergétique d'origine industrielle est très faible à Genève, de même que le prix relatif du capital, aucune donnée n'ayant pu être recueillie.

L'estimation d'une fonction de demande à élasticités constantes par rapport à toutes ces variables, a montré qu'aucun des prix relatifs retenus n'a eu un impact significatif sur la demande d'électricité de l'industrie pendant la période analysée. En revanche, il ressort avec évidence une très forte dépendance entre cette demande q_t^I et l'évolution du niveau d'activité cantonal x_t :

$$\log q_t^I = -6,29 + 1,214 \log x_t \quad \bar{R}^2 = 0,995$$

Afin de mesurer l'effet du développement économique cantonal sur la consommation d'électricité de l'industrie, il importe

de connaître l'élasticité de cette consommation par rapport au Produit Intérieur Brut genevois (PIB). Or, celle-ci est liée à l'élasticité de la consommation par rapport aux mouvements sur comptes de chèques postaux par la relation suivante:

$$E(q^I/\text{PIB}) = E(q^I/x) E(x/\text{PIB})$$

En vue de l'estimation de $E(x/\text{PIB})$, nous avons postulé un modèle à élasticité constante entre ces deux variables et obtenu, en nous basant sur des données suisses de la période 1957-1974, le résultat suivant:

$$\log x_t = -1,06 + 1,80 \log \text{PIB}_t \quad \bar{R}^2 = 0,996$$

L'hypothèse que cette élasticité est semblable aux niveaux national et cantonal nous paraissant plausible, nous en avons déduit l'estimation suivante:

$$E(q^I/\text{PIB}) = 1,21 \cdot 1,80 = 2,18$$

Ce résultat montre avec évidence une extrême sensibilité de la demande d'électricité de l'industrie à la conjoncture économique cantonale. Vu l'importance de ce secteur dans la consommation d'électricité cantonale et le phénomène de saturation relative qui ressort de l'analyse économétrique de la demande d'électricité des ménages, on peut en conclure que, dans l'évolution de la consommation d'électricité à Genève suite aux variations conjoncturelles, le rôle moteur est joué par le secteur industriel.

Bibliographie

- [1] Ch. Spierer: La demande d'électricité dans le Canton de Genève, Mémoire de diplôme en économétrie, Université de Genève, juillet 1976.
- [2] F. Carlevaro et Ch. Spierer: Analyse économétrique de la demande d'électricité des ménages dans le Canton de Genève, Cahiers du Département d'économétrie, Université de Genève, octobre 1977.

Adresse des auteurs

F. Carlevaro et Ch. Spierer, Département d'économétrie à l'Université de Genève, rue de Candolle 12, 1211 Genève 4.