Energy Studies Review

Volume 11 | Issue 2 Article 1

1-1-2003

Changement de l'efficacité énergétique pour fins de chauffage dans Ie secteur résidentiel au Québec, 1989 - 1998

Jean-Thomas Bernard

Antoine Gosselin

Follow this and additional works at: http://digitalcommons.mcmaster.ca/esr

Recommended Citation

Bernard, Jean-Thomas and Gosselin, Antoine (2003) "Changement de l'efficacité énergétique pour fins de chauffage dans Ie secteur résidentiel au Québec, 1989 - 1998," *Energy Studies Review*: Vol. 11: Iss. 2, Article 1.
Available at: http://digitalcommons.mcmaster.ca/esr/vol11/iss2/1

This Article is brought to you by DigitalCommons@McMaster. It has been accepted for inclusion in Energy Studies Review by an authorized administrator of DigitalCommons@McMaster. For more information, please contact esr@mcmaster.ca.

Changement de l'efficacité énergétique pour fins de chauffage dans Ie secteur résidentiel au Québec, 1989 - 1998

Abstract
L'évolution de la consommation d'énergie entre deux périodes peut être décomposée de manière à souligner les rôles joués par le niveau d'activité économique, le changement structurel à l'intérieur du secteur étudié, les conditions climatiques et l'efficacité énergétique. Nous adaptons la méthodologie appliquée par l'Office de l'efficacité énergétique du gouvernement canadien pour prendre en compte une caractéristique particulière du chauffage de l' espace du secteur résidentiel québécois, à savoir l'usage prédominant de l'électricité. Des informations statistiques recueillies par Hydro-Québec nous permettent d'analyser le changement de la consommation d' energie pour fins de chauffage du secteur résidentiel québécois entre 1989 et 1998. La consommation d' énergie de ce secteur a chuté de 20,8 % malgré une hausse de 13,3 % de l'espace à chauffer. La difference de température à elle seule explique 15,5 % de la baisse de la consommation, l'efficacité accrue des logements existants avant 1989, 13,3 % et l'efficacité supérieure des logements construits depuis 1989, 3,5 %. La prise en compte de l'efficacité énergétique des nouveaux et des anciens logements est une dimension nouvelle dans ce type d'analyses.

Keywords
indicateur, efficacité énergétique; secteur résidentiel; chauffage des locaux

This article is available in Energy Studies Review: http://digitalcommons.mcmaster.ca/esr/vol11/iss2/1

Energy Studies Review Vol. 11, No. 2, 2003 pp 152-170

Changement de l'efficacité énergétique pour fins de chauffage dans le secteur résidentiel au Québec, 1989 - 1998

Jean-Thomas Bernard et
Antoine Gosselin

Résumé

L'évolution de la consommation d'énergie entre deux périodes peut être décomposée de manière à souligner les rôles joués par le niveau d'activité économique, le changement structurel à l'intérieur du secteur étudié, les conditions climatiques et l'efficacité énergétique. Nous adaptons la méthodologie appliquée par l'Office de l'efficacité énergétique du gouvernement canadien pour prendre en compte une caractéristique particulière du chauffage de l'espace du secteur résidentiel québécois, à savoir l'usage prédominant de l'électricité. Des informations statistiques recueillies par Hydro-Québec nous permettent d'analyser le changement de la consommation d'énergie pour fins de chauffage du secteur résidentiel québécois entre 1989 et 1998. La consommation d'énergie de ce secteur a chuté de 20,8 % malgré une hausse de 13,3 % de l'espace à chauffer. La différence de température à elle seule explique 15,5 % de la baisse de la consommation, l'efficacité accrue des logements existants avant 1989, 13,3 % et l'efficacité supérieure des logements construits depuis 1989, 3,5 %. La prise en compte de l'efficacité énergétique des nouveaux et des anciens logements est une dimension nouvelle dans ce type d'analyses.

JEL : Q4
Mots-clés: indicateur, efficacité énergétique; secteur résidentiel; chauffage des locaux

Jean-Thomas Bernard, Chaire en Économique de l'Énergie Électrique, GREEN, Département d'Économique, Université Laval. Pour contact: jtber@ecn.ulaval.ca, ou agosseli@ecn.ulaval.ca

Cette recherche est réalisée dans le cadre des activités de la Chaire en économique de l'énergie électrique de l'Université Laval et elle a reçu le support financier de l'Agence de l'efficacité énergétique du gouvernement québécois. Nous remercions MM. A. Dumas, D. Paré, A. Sennoun et S. Thivierge pour leurs commentaires. Les auteurs sont seuls responsables des informations et des interprétations présentées dans ce texte.

Introduction

Les crises pétrolières de 1973 et 1979 ont généré beaucoup d'intérêt à l'égard de la mesure de l'intensité énergétique de l'ensemble de l'économie pour des fins de sécurité énergétique et de stabilisation économique[1]. Les effets de ces crises ont diminué de façon significative suite à la baisse des prix du pétrole en 1985[2]. Par contre, les préoccupations à l'égard de l'environnement se font de plus en plus pressantes et elles constituent une source renouvelée d'intérêt pour l'intensité énergétique.

Au Québec, la consommation d'énergie mesurée en terajoules (TJ) par milliers de dollars constants ($1992) de production est passée de 12,9 en 1980 à 10,2 en 1985, à 9,8 en 1995 et à 9,5 en 1998.[3] Le niveau de la consommation totale d'énergie repose sur une multitude de décisions individuelles et collectives. Des mesures statistiques de nature agrégée comme la consommation d'énergie par unité de produit intérieur brut (PIB) nous informent peu sur les facteurs qui sous-tendent l'évolution de l'intensité énergétique. C'est pourquoi la plupart des pays industrialisés présentent régulièrement des analyses du changement de la consommation d'énergie aux niveaux sectoriel et agrégé pour tracer les rôles joués respectivement par le niveau d'activité, les changements structurels, les variations de température et l'amélioration de l'efficacité énergétique comme telle.[4] L'Office de l'efficacité énergétique (OEE) du gouvernement canadien publie annuellement de telles analyses.[5]

Dans la présente étude, nous adaptons la méthodologie développée par l'Office

---

[1] L'intensité énergétique est le niveau de consommation d'énergie par unité d'activité. L'efficacité énergétique est la consommation d'énergie par unité d'activité après correction pour les changements de structure et de température; ce point sera développé à la section 2.

[2] Au Canada, cette baisse a coïncidé avec la déréglementation des prix pétroliers; les prix du gaz naturel ont également été déréglementés en 1987.

[3] Ministère des Ressources naturelles Québec (2001).

[4] Voir le numéro spécial d'*Energy Policy* (1997).

[5] Ressources naturelles Canada, Office de l'efficacité énergétique (2000). Cette publication nous informe également sur l'évolution des émissions de gaz à effet de serre; c'est pourquoi l'année de base retenue est celle du Protocole de Kyoto, soit 1990.

de l'efficacité énergétique afin d'analyser le changement de la consommation d'énergie pour fins de chauffage du secteur résidentiel québécois de 1989 à 1998. Voici les raisons qui motivent ce choix : le secteur résidentiel québécois possède cette caractéristique particulière de faire appel à l'électricité comme source d'énergie pour le chauffage de l'espace. Cet aspect ressort clairement dans la comparaison de la répartition des sources d'énergie utilisées par les secteurs résidentiels du Québec et du Canada. Selon l'information présentée au tableau 1, 69,8% de l'énergie consommée par les résidences québécoises en 1998 provenait de l'électricité alors que, pour le reste du Canada, cette source contribuait seulement pour 31,5%. Cet écart est principalement dû au chauffage de l'espace, qui fait appel à l'électricité de façon beaucoup plus intensive au Québec.

Tableau 1: Niveau et part de l'électricité dans la consommation résidentielle en 1998

	Québec	Reste du Canada	Canada
Électricité (terajoules)	171 916	294 372	466 288
Énergie totale (terajoules)	246 259	934 213	1 180 472
Part de l'électricité	69,8%	31,5%	39,5%

Source: Statistique Canada, 57-003-XPB, 1998-IV

De plus, l'efficacité des équipements de chauffage à l'électricité est de 100 % puisque toute l'énergie électrique est transformée en chaleur. Les améliorations du chauffage **de l'espace** dans les logements utilisant l'électricité proviennent donc d'une meilleure enveloppe thermique et d'une meilleure gestion de la consommation. Pour les appareils de chauffage qui font appel à des sources d'énergie fossile comme le pétrole et le gaz naturel, il y a des pertes associées à la transformation de l'énergie en chaleur; une réduction de ces pertes constitue une autre source potentielle d'amélioration de l'efficacité énergétique. L'analyse du secteur résidentiel par l'OEE incorpore l'amélioration des appareils de chauffage comme facteur contribuant à l'efficacité énergétique, alors que ce facteur est marginal au Québec. C'est donc la prépondérance de l'électricité dans le chauffage résidentiel ainsi que la nature particulière de cette source qui motivent notre approche adaptée au cas québécois. Comme sources d'information, nous utilisons des données de sondages réalisés par Hydro-Québec auprès de sa clientèle résidentielle en 1989 et 1999 ainsi que l'Enquête canadienne sur les dépenses des ménages (EDM) de 1998[6].

La première section brosse un bref portrait de l'évolution de la consommation

[6] Statistique Canada (2000).

d'énergie du secteur résidentiel québécois de 1989 à 1998. Dans la seconde section, nous présentons le cadre méthodologique utilisé pour décomposer le changement de la consommation d'énergie pour fins de chauffage de manière à souligner la contribution spécifique du niveau d'activité, de la structure du parc d'habitations, de la température et de l'efficacité énergétique. La troisième section montre les sources de données et les résultats. Dans la section 4, nous discutons de quelques différences par rapport à l'analyse réalisée par l'OEE. En conclusion, nous formulons des observations sur le rôle des programmes publics d'efficacité énergétique pour ce secteur.

Voici les principaux résultats empiriques obtenus à partir de ce cadre d'analyse : la consommation totale d'énergie pour fins de chauffage résidentiel a diminué de 20,8% de 1989 à 1998 au Québec, alors que l'espace à chauffer a augmenté de 13,3% (effet de l'activité) au cours de la même période. La différence de température fut un facteur déterminant qui explique 15,5% (effet de la température) de la baisse de la consommation d'énergie. La consommation réduite par unité d'espace à chauffer des logements existants en 1989 a fait baisser la consommation de 13,3% (effet de l'efficacité énergétique) alors que les logements construits depuis 1989 qui ont une efficacité supérieure l'ont fait diminuer de 3,5% (effet de la structure représenté par le changement de la composition du parc d'habitations)[7]. Ces résultats nous permettront de mettre en perspective les rôles joués par les changements de prix des sources d'énergie et les programmes d'efficacité énergétique appliqués au cours de cette période.

Section 1 : Évolution de la consommation d'énergie dans le secteur résidentiel

Selon l'information fournie au tableau 2, nous pouvons constater que la consommation totale d'énergie par le secteur résidentiel québécois a connu une baisse entre 1989 et 1998 en passant de 273 213 à 246 259 terajoules (TJ)[8]. Cela représente une diminution de 26 954 TJ ou 9,9 %.

Cependant, si nous considérons la consommation par source d'énergie, nous observons que la baisse se situe principalement au niveau du mazout, dont la consommation est passée de 73 269 TJ à 49 086 TJ, soit une chute de 24 183 TJ (33 %). La baisse additionnelle (-2771 TJ) s'explique par un faible recul de la consommation d'électricité (-2 895 TJ) et des gaz de pétrole liquéfiés (-688 TJ), ainsi que par une augmentation de la consommation de gaz naturel (+812 TJ).

---

[7] La somme des effets des quatre facteurs (-19.0%) n'est pas égale à la baisse de la consommation totale (-20.8%) à cause de la présence de facteurs résiduels comme il sera présenté à la section 2.

[8] Ces valeurs ne prennent pas en compte la consommation de bois de chauffage.

Tableau 2 : Consommation d'énergie du secteur résidentiel québécois par source 1989-1998(terajoules)

	Électricité	Gaz naturel	Mazout	GPL[a]	Total
1989	174811	23482	73269	1652	273213
1990	170262	24762	65655	1494	262173
1991	167831	22363	58306	1190	249689
1992	177862	24399	52425	1817	256557
1993	178079	25319	63260	1328	267985
1994	179132	27269	61476	768	268645
1995	176979	26124	57014	689	260806
1996	181910	27724	61662	822	272118
1997	184662	27726	56579	1024	269991
1998	171916	24294	49086	964	246259
différence 89-98	-2895	812	-24183	-688	-26954

[a] **GPL = gaz de pétrole liquéfiés (propane et butane)**
Source: Statistique Canada, 57-003-XPB.

Bien qu'il soit possible d'observer certaines tendances (chute du mazout, augmentation du gaz naturel et de l'électricité) sur cette période de dix ans[9], la consommation de ces sources d'énergie présente un comportement annuel plutôt irrégulier d'une année à l'autre, principalement à cause de la variabilité de la température. La variation globale n'étant que la somme des variations des usages individuels, nous nous intéresserons plus particulièrement à l'usage que nous considérons manifester le plus de volatilité c'est-à-dire, le chauffage des logis[10]. En plus d'être le plus important en ce qui concerne la consommation énergétique, cet usage représente la quasi-totalité de la consommation des trois combustibles fossiles et une bonne part de celle d'électricité.

Nous tenterons d'évaluer l'impact de différents facteurs sur la consommation d'énergie pour fins de chauffage des logis. Les facteurs que nous considérons sont, tel que mentionné précédemment, les modifications de l'espace à chauffer (activité), les changements dans le parc d'habitations (structure), les variations de température et l'amélioration de l'efficacité énergétique des maisons existant en 1989.

---

[9] Exclusion faite de l'année 1998 qui est atypique (température élevée et tempête de verglas).

[10] Selon Ressources Naturelles Canada (2000), le chauffage des locaux représentait 58.2% de la consommation résidentielle d'énergie au Canada en 1999; le chauffage de l'eau suivait à 22.5%.

Section 2: Méthodologie
Factorisation de la variation de consommation d'énergie

Cette section présente un résumé de la méthodologie que nous utilisons pour décomposer en facteurs le changement de la consommation d'énergie nécessaire au chauffage des habitations résidentielles. Notre méthodologie constitue une version modifiée de la méthodologie utilisée par l'OEE[11]. Nous croyons que les modifications apportées rendent notre analyse mieux adaptée au cas québécois que ne l'est celle utilisée par l'OEE; cette dernière a été conçue pour l'ensemble du Canada, où l'électricité occupe une place beaucoup moins importante dans le chauffage résidentiel.

Soit E, la consommation totale d'énergie pour le chauffage de l'espace résidentiel, et A, l'aire totale à chauffer. Définissons :

$$E \equiv A \bullet \frac{E}{A} \equiv A \bullet \Omega \tag{1}$$

où Ω est l'intensité énergétique observée par unité d'aire à chauffer.

L'augmentation relative de la consommation d'énergie par rapport à l'année de base[12] est donnée par le produit suivant :

$$\frac{E}{E_0} - 1 \equiv \frac{A}{A_0} \bullet \frac{\Omega}{\Omega_0} - 1 \tag{2}$$

$$\equiv \left(\frac{A}{A_0} - 1\right) + \left(\frac{\Omega}{\Omega_0} - 1\right) + \underbrace{\left(\frac{A}{A_0} - 1\right)\left(\frac{\Omega}{\Omega_0} - 1\right)}_{\varepsilon} \tag{3}$$

où ε est un résidu qui représente le produit joint de deux taux de changement.

Soit *anc* l'indice relatif aux habitats ayant été construits en 1989 et avant, et *nouv* l'indice relatif aux habitats ayant été construits après 1989. Ceci nous permet de représenter

---

[11] Voir Ressources Naturelles Canada (2000), Annexe C.

[12] Nous utilisons 1989 comme année de base parce que c'est l'année du sondage effectué par Hydro-Québec qui se rapproche le plus de 1990, qui est l'année de référence du Protocole de Kyoto.

$$\frac{E}{A} \equiv \frac{E_{anc} + E_{nouv}}{A_{anc} + A_{nouv}} \equiv a_{anc} \cdot \Omega_{anc} + a_{nouv} \cdot \Omega_{nouv} \tag{4}$$

$$\text{où } a_{anc} \equiv \frac{A_{anc}}{A_{anc} + A_{nouv}} \text{ et } a_{nouv} \equiv \frac{A_{nouv}}{A_{anc} + A_{nouv}} .$$

Nous avons donc

$$\frac{\Omega}{\Omega_0} - 1 \equiv \frac{a_{anc} \cdot \Omega_{anc} + a_{nouv} \cdot \Omega_{nouv}}{\Omega_0} - 1 \tag{5}$$

$$\equiv \frac{\Omega_{anc}}{\Omega_o} - 1 + \frac{a_{anc} \cdot \Omega_{anc} + a_{nouv} \cdot \Omega_{nouv}}{\Omega_0} - \frac{\Omega_{anc}}{\Omega_o}$$

$$\underbrace{\frac{\Omega_{anc}}{\Omega_0} - 1}_{i} + \underbrace{a_{nouv}\left(\frac{\Omega_{nouv} - \Omega_{anc}}{\Omega_0}\right)}_{ii}. \tag{6}$$

Nous pouvons voir que le changement relatif de l'intensité énergétique observé se décompose en deux parties qui correspondent *(i)* au changement résultant de l'amélioration des anciennes habitations et (*ii*) au changement résultant de la construction de nouvelles habitations ainsi que de la différence d'intensité entre ces nouvelles habitations et les anciennes. La partie (*i*) nous donne le changement d'intensité énergétique sans changement de structure et mesure donc l'intensité énergétique pure qui est considérée comme un indicateur de l'amélioration de l'efficacité énergétique, alors que la partie (*ii*) représente le changement structurel qui est associé à l'introduction des nouveaux logements. Nous nous attendons à ce que les nouveaux logements aient une efficacité énergétique supérieure aux anciens même si ces derniers ont bénéficié d'améliorations depuis leur construction.

En joignant (3) et (6), nous avons:

$$\frac{E}{E_0}-1 \equiv \underbrace{\left(\frac{A}{A_0}-1\right)}_{activité} + \underbrace{a_{nouv}\left(\frac{\Omega_{nouv}-\Omega_{anc}}{\Omega_0}\right)}_{structure} + \underbrace{\left(\frac{\Omega_{anc}}{\Omega_0}-1\right)}_{\substack{efficacité \\ énergétique}} + \varepsilon \tag{7}$$

Ceci nous permet de décomposer le changement relatif de la consommation d'énergie en facteurs additifs qui représentent les effets des changements de l'activité, de la structure et de l'efficacité énergétique.

Correction pour la température

Pour effectuer la correction due à la variation de la température entre deux périodes, nous utilisons l'expression $\Omega = \Omega' w$ suggérée par l'OEE, où w est l'indice des degrés-jours de chauffage et Ω' est l'efficacité énergétique corrigée pour la température.

En substituant cette expression dans l'équation (7) et en opérant quelques transformations, nous obtenons:

$$\frac{E}{E_0}-1 \equiv \left(\frac{A}{A_0}-1\right) + a_{nouv}\left(\frac{\Omega'_{nouv}-\Omega'_{anc}}{\Omega'_0}\right)\left(\frac{w}{w_0}\right) + \left(\frac{\Omega'_{anc}}{\Omega'_0}-1\right) + \left(\frac{w}{w_0}-1\right) + \varepsilon + \underbrace{\left(\frac{\Omega'_{anc}}{\Omega'_0}-1\right)\left(\frac{w}{w_0}-1\right)}_{\lambda} \tag{8a}$$

où λ est un autre terme résiduel **qui est le résultat du produit de deux taux de changement.**

Cette dernière équation est équivalente à la suivante:

$$\frac{E}{E_0}-1 \equiv \left(\frac{A}{A_0}-1\right) + a_{nouv}\left(\frac{\Omega'_{nouv}-\Omega'_{anc}}{\Omega'_0}\right)\left(1-\left(1-\frac{w}{w_0}\right)\right) + \left(\frac{\Omega'_{anc}}{\Omega'_0}-1\right) + \left(\frac{w}{w_0}-1\right) + \varepsilon + \lambda. \tag{8b}$$

Les termes peuvent être réorganisés ainsi:

$$\frac{E}{E_0}-1\equiv\underbrace{\left(\frac{A}{A_0}-1\right)}_{\text{activité}}+\underbrace{a_{nouv}\left(\frac{\dot{\Omega}_{nouv}-\dot{\Omega}_{anc}}{\dot{\Omega}_0}\right)}_{\text{structure corrigée pour la température}}+\underbrace{\left(\frac{\dot{\Omega}_{anc}}{\dot{\Omega}_0}-1\right)}_{\text{efficacité énergétique}}+\underbrace{\left(\frac{w}{w_0}-1\right)-a_{nouv}\left(\frac{\dot{\Omega}_{nouv}-\dot{\Omega}_{anc}}{\dot{\Omega}_0}\right)\left(1-\frac{w}{w_0}\right)}_{\text{correction pour la température}}+\varepsilon+\lambda \tag{8c}$$

L'équation (8c) est de nature générale et elle peut être appliquée telle quelle à différents niveaux d'agrégation. Par exemple, si nous identifions le type d'habitations[13] par l'indice k et la source d'énergie[14] par l'indice s, l'équation désagrégée pour un type d'habitations et une source d'énergie est simplement:

$$\frac{E_{ks}}{E_{0ks}}-1\equiv\underbrace{\left(\frac{A_{ks}}{A_{0ks}}-1\right)}_{\text{activité}}+\underbrace{a_{nouvks}\left(\frac{\dot{\Omega}_{nouvks}-\dot{\Omega}_{ancks}}{\dot{\Omega}_{0ks}}\right)}_{\text{structure corrigée pour la température}}+\underbrace{\left(\frac{\dot{\Omega}_{ancks}}{\dot{\Omega}_{0ks}}-1\right)}_{\text{efficacité énergétique}}+\underbrace{\left(\frac{w}{w_0}-1\right)-a_{nouvks}\left(\frac{\dot{\Omega}_{nouvks}-\dot{\Omega}_{ancks}}{\dot{\Omega}_{0ks}}\right)\left(1-\frac{w}{w_0}\right)}_{\text{correction pour la température}}+\varepsilon_{ks}+\lambda_{ks} \tag{8d}$$

Par contre, si nous nous intéressons à une source donnée en regroupant tous les types d'habitations qui y font appel, nous n'avons qu'à évaluer l'expression suivante:

$$\frac{E_s}{E_{0s}}-1\equiv\underbrace{\left(\frac{A_s}{A_{0s}}-1\right)}_{\text{activité}}+\underbrace{a_{nouvs}\left(\frac{\dot{\Omega}_{nouvs}-\dot{\Omega}_{ancs}}{\dot{\Omega}_{0s}}\right)}_{\text{structure corrigée pour la température}}+\underbrace{\left(\frac{\dot{\Omega}_{ancs}}{\dot{\Omega}_{0s}}-1\right)}_{\text{efficacité énergétique}}+\underbrace{\left(\frac{w}{w_0}-1\right)-a_{nouvs}\left(\frac{\dot{\Omega}_{nouvs}-\dot{\Omega}_{ancs}}{\dot{\Omega}_{0s}}\right)\left(1-\frac{w}{w_0}\right)}_{\text{correction pour la température}}+\varepsilon_s+\lambda_s \tag{8e}$$

---

[13] Nous considérons quatre types d'habitations : (1) unifamiliale détachée, (2) unifamiliale jumelée ou en rangée, (3) multilogements incluant duplex et triplex et (4) maison mobile.

[14] Nous considérons huit sources d'énergie : mazout, gaz naturel, électricité, bois, mazout en combinaison avec électricité, électricité en combinaison avec le bois, bois en combinaison avec le mazout et « autres ».

Calcul des niveaux d'activité et de la consommation d'énergie
Calcul du niveau d'activité[15]

Pour obtenir les niveaux d'activité à partir de l'information contenue dans les sondages d'Hydro-Québec, nous avons d'abord calculé la superficie moyenne par logement pour chacune des catégories[16] que nous considérons. Le nombre de logements dans chacune des catégories est obtenu en appliquant les proportions tirées des sondages d'Hydro-Québec au nombre total de logements recensés par Statistique Canada. Pour les nouveaux logements de 1998, nous utilisons également de l'information sur les mises en chantier provenant de la Société Canadienne d'Hypothèque et de Logement(SCHL). La multiplication de la superficie moyenne des logements par leur nombre donne la superficie totale par catégorie d'habitations.

Calcul de la consommation d'énergie

Le calcul de la consommation d'énergie par catégorie d'habitations est plus problématique que le calcul du niveau d'activité. Deux problèmes importants relatifs à l'application de la méthode se posent. D'une part, nous disposons seulement d'informations sur la consommation totale d'électricité de chaque ménage alors que nous voulons isoler uniquement la consommation attribuable au chauffage des locaux. D'autre part, le sondage d'Hydro-Québec n'offre des données que sur la consommation d'électricité.

Nous contournons le premier problème en construisant un modèle de la consommation d'électricité pour la base et le chauffage de l'eau[17]. Nous considérons ensuite l'ensemble des ménages qui chauffent exclusivement à l'électricité. Nous retranchons de leur consommation totale d'électricité, la consommation estimée pour la base et le chauffage de l'eau, ce qui nous laisse comme différence un estimé de la consommation attribuable au chauffage de l'espace[18]. À partir de ces données, nous pouvons construire un modèle qui permet d'expliquer le besoin en énergie pour le chauffage des logis en fonction de différentes variables. Nous pouvons ensuite appliquer ce modèle à l'ensemble des observations. Cette étape nous donne donc, pour chaque logement, une estimation de la consommation d'électricité pour le chauffage.

---

[15] La mesure d'activité pour le chauffage des locaux est la surface de plancher en m^2.

[16] Une catégorie est définie par un type d'habitations et une source d'énergie pour le chauffage (ex. : unifamiliale, électricité).

[17] Nous utilisons un modèle de régression linéaire standard comme il apparaît dans l'appendice de Dubin et Mc Fadden (1984). Ce modèle a également été appliqué en Bernard, Bolduc et Bélanger (1996).

[18] L'erreur résiduelle reliée à l'application de la régression est aussi incluse dans notre estimé de la consommation d'électricité pour fin de chauffage.

Cependant, plusieurs logements ne font pas appel à l'électricité pour le chauffage de l'espace. Ce deuxième problème est résolu en utilisant des données de l'Enquête canadienne sur les dépenses des ménages de 1998 (EDM). Afin d'attribuer une consommation d'énergie aux logements utilisant des sources autres que l'électricité, nous avons tenté de modéliser la consommation d'électricité et ainsi d'estimer la consommation qu'auraient eue ces logements, eussent-ils été chauffés à l'électricité. Or, il nous est apparu que les caractéristiques des logements utilisant des sources non électriques étaient différentes de celles à l'électricité, si bien que notre modèle nous amène à une estimation biaisée de leur consommation d'énergie pour fins de chauffage. Par exemple, les maisons chauffées à l'électricité ont été bâties majoritairement après 1970 alors que celles chauffées au mazout l'ont été principalement avant cette date. Pour pallier ce problème, nous avons fait appel aux données de l'EDM, où la dépense en combustible apparaît de façon explicite ainsi que la source utilisée pour le chauffage. Cette base de données présente toutefois deux désavantages : l'enquête a moins d'observations que celle d'Hydro Québec et elle n'est pas disponible en 1989. Le mazout et le gaz naturel sont les deux sources d'énergie qui nous préoccupent le plus et sur lesquelles cette enquête présente une richesse d'information suffisante en 1998. Nous avons donc traité ces deux cas pour ensuite appliquer des corrections proportionnelles aux sources autres que l'électricité. Les mêmes corrections proportionnelles ont été appliquées en 1989.

Un troisième problème, qui est causé par la crise du verglas, doit également être considéré. Nous devons tenir compte de cet événement si nous ne voulons pas surévaluer l'amélioration de l'efficacité énergétique. Selon les informations transmises par Hydro-Québec, il est considéré que la crise du verglas a eu pour résultat une baisse de la consommation d'électricité pour fins de chauffage de l'ordre de 280 GWh dans l'ensemble du secteur résidentiel. Cela correspond à environ 1,61 % de la consommation totale d'électricité pour le chauffage, selon nos estimations. Nous avons appliqué une correction uniforme en majorant toutes nos estimations de consommations unitaires par logis de 1,61 %. Bien qu'elle soit imparfaite, cette correction ne devrait pas influencer les résultats de façon significative tout en nous permettant d'évaluer l'amélioration d'efficacité énergétique de façon plus précise.

Il est à noter que les calculs de l'activité et de la consommation d'énergie sont réalisés indépendamment pour les anciens et les nouveaux logements en 1998. L'activité et la consommation d'énergie totales sont la somme de leurs deux composantes respectives (anciens et nouveaux logements).

Section 3 : Données et résultats
Données

L'information nécessaire à ce travail provient principalement de sondages[19] réalisés tous les cinq ans par Hydro-Québec auprès de sa clientèle résidentielle. Nous utilisons les sondages des années 1989 et 1999 pour les fins de cette étude. Les bases de données contiennent de l'information sur les caractéristiques des ménages et de leur logement. Notamment, tous les appareils énergivores y sont répertoriés. Hydro-Québec joint également à ces informations la consommation annuelle d'électricité des ménages telle qu'elle l'a mesurée. La base de données contient 45 833 observations pour l'année 1989 et 10 002 pour 1999. Le premier sondage a été réalisé par courrier et le second par téléphone. De plus, les données sur la consommation d'électricité couvrent la période allant de mai 1988 à mai 1989 pour le sondage de 1989 et de décembre 1997 à décembre 1998 pour le sondage de 1999. Il est à noter que les consommations pour le sondage de 1999 sont légèrement atypiques suite à la panne majeure (crise du verglas) qu'a connue le sud-ouest de la province en janvier et février 1998; comme il a déjà été mentionné, une correction a été apportée pour prendre en compte cet événement.

Les chiffres sur le parc total de logements et leur répartition par catégories d'habitations proviennent d'informations fournies par l'OEE, Hydro-Québec et la SCHL. Les degrés-jours de chauffage nous ont été transmis par Hydro-Québec et les données sur l'efficacité énergétique des différents systèmes de chauffage ont été tirées de publications du ministère des Ressources naturelles du Québec (1989-1998) et (2000), ainsi que de Tremblay (1997).

Résultats

Le tableau 3 présente les résultats pour chaque catégorie d'habitations, pour deux niveaux d'agrégation, soit par forme d'énergie et par type d'habitations, et pour l'agrégation totale. Dans ce dernier cas, nous constatons une baisse de 20,84% de la consommation d'énergie pour le chauffage de l'espace et une hausse de 13,30% de l'espace à chauffer (activité entre 1989 et 1998). La baisse de la consommation d'énergie s'explique principalement par trois facteurs : la température clémente de 1998 par rapport à celle très froide de 1989 (- 15,49%), l'amélioration de l'efficacité des anciens logements (- 13,27%) et l'efficacité supérieure des nouveaux logements (- 3,50%). Ces trois effets compensent largement la hausse d'activité.

L'espace à chauffer à l'électricité uniquement a progressé de 46,91 millions de m^2 alors que celui à chauffer au mazout a régressé de 14,94 millions de m^2. L'électricité ainsi que la combinaison bois-électricité ont connu de fortes hausses d'activité et leur augmentation

[19] Pour une présentation des résultats du sondage 1989, voir Hydro-Québec (1989).

conjointe fut de 57,79 millions de m^2. La substitution du mazout par l'électricité explique que ce dernier chiffre est supérieur à la hausse totale de l'espace à chauffer, qui fut de 46,81 millions de m^2 pour l'ensemble du parc d'habitations. Nous observons également que la hausse d'activité est concentrée dans les logis unifamiliaux détachés (16,91 %) et en rangée (41,93 %) alors que la progression du multilogement a été seulement de 4,78 %. Si nous considérons que la nouvelle construction représente 54,04 millions de m^2, il s'ensuit que 7,23 millions de m^2 associés aux anciennes habitations ont disparu, soit 2 % du parc total en dix ans. Environ les 2/3 de cette attrition ont été réalisés aux dépens des appartements.

Nous constatons que la conversion des systèmes de chauffage fait en sorte que l'activité des anciens logements en 1998 est supérieure à celle de 1989 pour toutes les sources d'énergie, sauf le mazout et la catégorie « autres ». Bien que cela semble incohérent au premier regard, c'est la conséquence directe des conversions des systèmes de chauffage. Notons que la catégorie « autres » de l'habitation de type 3 connaît une chute drastique entre 1989 et 1998. Il nous semble que cela soit dû à une surévaluation de l'activité de cette catégorie en 1989. En effet, les choix de réponses du questionnaire de 1989 présentent une diversité moins marquée que celle de 1999 pour cette question. Il est possible que les non-répondants aient été classifiés dans la source « autres ». En résumé, le mazout a perdu de l'importance au profit du bois et de l'électricité.

Au niveau de l'efficacité énergétique, toutes les sources d'énergie présentent une amélioration sauf la source « autres ». Pour les raisons que nous venons d'énoncer, nous ignorerons ce détail. Un examen attentif nous révèle une amélioration d'efficacité énergétique plus faible pour l'électricité. C'est un résultat assez conforme à nos attentes.

Comme le chauffage à l'électricité présente une efficacité d'environ 100 %, il n'y a pas eu d'amélioration du processus de production de chaleur. L'amélioration provient donc uniquement d'une meilleure rétention de la chaleur. Pour le mazout et le gaz naturel, une amélioration de l'efficacité des systèmes de chauffage s'ajoute à cette meilleure rétention et ceci explique leur amélioration plus marquée. De plus, les logements les plus anciens et donc les moins efficaces utilisaient principalement le mazout. Leur disparition en plus grand nombre implique nécessairement une amélioration pour cette catégorie. Il n'est donc pas étonnant que les habitations utilisant des systèmes au mazout ou au gaz naturel se sont améliorées de 21,00 % et de 13,60 % respectivement, alors que celles utilisant l'électricité ne se sont améliorées que de 6,87 %.

Les habitations de type 3 utilisant l'électricité pour le chauffage ont vu leur efficacité diminuer de 2,56 %. Cette diminution d'efficacité est certainement inattendue, mais elle peut s'expliquer de la façon suivante : dans cette catégorie, les anciens logements représentent en 1998 105,73 millions de m^2. C'est 15,12 millions de m^2 de plus que le niveau de l'activité en 1989. Cette nouvelle activité provient nécessairement de logements

Tableau 3
Résultats de la décomposition factorielle

Composantes détaillées de consommation énergétique

		E 98	E 89	E/E0-1	A 98	A 89	A/A0-1	A 98 (anc)	A 98 (nouv)	$a_{...}$	$\Omega_{...}$	$\Omega_{...}$	Ω_s	Structure corrigée	Température	Efficacité	ε	λ
Habitation 1	mazout	16,17	30,03	-46,15%	28,77	32,14	-10,49%	27,82	0,95	0,03	0,40	0,57	0,93	-0,70%	-15,94%	-27,65%	4,18%	4,44%
Habitation 1	gaz naturel	3,43	3,77	-8,97%	7,40	5,20	42,36%	6,77	0,63	0,08	0,41	0,47	0,73	-0,80%	-15,92%	-23,03%	-15,28%	3,70%
Habitation 1	électricité	28,32	36,02	-21,37%	122,17	108,95	12,14%	97,63	24,54	0,20	0,20	0,24	0,33	-3,26%	-15,53%	-13,21%	-3,63%	2,12%
Habitation 1	bois	21,74	21,82	-0,37%	21,36	15,13	41,14%	18,09	3,26	0,15	0,90	1,04	1,41	-1,75%	-15,77%	-14,17%	-12,10%	2,27%
Habitation 1	élec maz	5,97	8,23	-27,45%	15,31	14,16	8,12%	14,48	0,83	0,05	0,37	0,39	0,58	-0,29%	-16,00%	-19,78%	-2,67%	3,18%
Habitation 1	bois élec	8,53	2,89	194,90%	14,33	3,50	308,91%	11,83	2,50	0,17	0,55	0,61	0,83	-1,53%	-15,80%	-12,56%	-86,12%	2,02%
Habitation 1	bois maz	1,07	1,31	-18,56%	2,03	1,56	30,30%	1,91	0,11	0,06	0,44	0,53	0,85	-0,77%	-15,93%	-24,78%	-11,36%	3,98%
Habitation 1	autres	1,53	2,09	-26,90%	3,15	2,85	10,47%	2,61	0,51	0,16	0,34	0,51	0,73	-4,38%	-15,35%	-16,80%	-3,54%	2,70%
Habitation 2	mazout	1,61	3,00	-46,20%	2,96	3,55	-16,68%	2,96	-	-	-	0,55	0,84	-	-16,05%	-23,08%	5,91%	3,70%
Habitation 2	gaz naturel	1,38	1,09	26,34%	3,03	1,73	74,49%	1,95	1,08	0,36	0,38	0,50	0,63	-8,33%	-14,71%	-5,42%	-20,56%	0,87%
Habitation 2	électricité	4,50	3,89	15,78%	20,67	13,17	56,93%	13,09	7,58	0,37	0,19	0,24	0,30	-7,56%	-14,84%	-4,56%	-14,93%	0,73%
Habitation 2	bois	0,46	0,36	27,87%	0,41	0,23	80,35%	0,41	-	-	-	1,14	1,61	-	-16,05%	-15,54%	-23,38%	2,49%
Habitation 2	elec maz	0,37	0,52	-29,15%	0,89	0,97	-8,71%	0,89	-	-	-	0,42	0,54	-	-16,05%	-6,67%	1,88%	1,07%
Habitation 2	bois élec	0,11	0,09	17,03%	0,18	0,12	51,49%	0,18	-	-	-	0,63	0,82	-	-16,05%	-7,98%	-11,71%	1,28%
Habitation 2	bois maz	0,00	0,04	-97,39%	0,00	0,04	-95,70%	0,00	-	-	-	0,55	0,90	-	-16,05%	-27,68%	37,60%	4,44%
Habitation 2	autres	0,11	0,12	-11,12%	0,25	0,18	39,54%	0,25	-	-	-	0,43	0,68	-	-16,05%	-24,13%	-14,36%	3,87%
Habitation 3	mazout	9,79	22,03	-55,56%	16,20	27,26	-40,57%	16,20	-	-	-	0,60	0,81	-	-16,05%	-10,92%	10,23%	1,75%
Habitation 3	gaz naturel	5,55	6,34	-12,39%	12,44	10,76	15,64%	12,34	0,10	0,01	0,30	0,45	0,59	-0,25%	-16,01%	-9,50%	-3,79%	1,53%
Habitation 3	électricité	26,50	24,84	6,67%	116,60	90,61	28,68%	105,73	10,87	0,09	0,14	0,24	0,27	-3,82%	-15,44%	2,56%	-4,91%	-0,41%
Habitation 3	autres	2,63	8,01	-67,19%	6,48	16,17	-59,91%	5,93	0,55	0,09	0,32	0,41	0,50	-2,04%	-15,72%	-0,45%	10,87%	0,07%
Habitation 4	mazout	0,56	0,71	-20,96%	0,63	0,55	14,40%	0,54	0,09	0,15	0,87	0,91	1,30	-0,46%	-15,98%	-17,24%	-4,45%	2,77%
Habitation 4	bois	0,47	0,75	-37,10%	0,45	0,39	16,49%	0,39	0,06	0,14	1,05	1,05	1,94	0,00%	-16,05%	-35,69%	-7,59%	5,73%
Habitation 4	électricité	0,92	1,19	-22,18%	2,71	2,50	8,17%	2,38	0,33	0,12	0,25	0,35	0,48	-3,18%	-15,54%	-11,12%	-2,29%	1,79%
Habitation 4	autres	0,26	0,23	12,62%	0,37	0,24	53,84%	0,33	0,04	0,10	-	0,71	0,95	-	-16,05%	-11,05%	-13,64%	1,77%

Agrégation par forme d'énergie

	mazout	28,14	55,78	-49,55%	48,56	63,50	-23,53%	47,52	1,04	0,02	0,44	0,58	0,88	-0,41%	-15,99%	-21,00%	8,01%	3,37%
	gaz naturel	10,36	11,20	-7,47%	22,87	17,69	29,26%	21,06	1,81	0,08	0,38	0,46	0,63	-1,12%	-15,87%	-13,60%	-8,31%	2,18%
	électricité	60,25	65,94	-8,63%	262,14	215,23	21,80%	218,82	43,32	0,17	0,18	0,24	0,31	-3,77%	-15,45%	-6,87%	-5,45%	1,10%
	bois	22,68	22,94	-1,13%	22,22	15,74	41,10%	18,89	3,33	0,15	0,90	1,04	1,46	-1,69%	-15,78%	-14,84%	-12,30%	2,38%
	élec maz	6,34	8,75	-27,55%	16,19	15,13	7,05%	15,36	0,83	0,05	0,37	0,39	0,58	-0,30%	-16,00%	-19,04%	-2,27%	3,06%
	bois élec	8,64	2,99	189,27%	14,50	3,62	300,69%	12,00	2,50	0,17	0,55	0,61	0,83	-1,53%	-15,81%	-12,48%	-83,61%	2,00%
	bois maz	1,07	1,35	-20,86%	2,03	1,60	26,83%	1,91	0,11	0,06	0,44	0,53	0,85	-0,77%	-15,93%	-24,90%	-10,09%	4,00%
	autres	4,52	10,44	-56,76%	10,25	19,43	-47,28%	9,15	1,10	0,11	0,34	0,45	0,54	-2,76%	-15,61%	0,48%	8,50%	-0,08%

Agrégation par type d'habitations

Habitation 1		86,77	106,17	-18,28%	214,50	183,48	16,91%	181,17	33,34	0,16	0,31	0,42	0,58	-3,64%	-15,47%	-13,09%	-5,09%	2,10%
Habitation 2		8,55	9,12	-6,22%	28,37	19,99	41,93%	19,71	8,66	0,31	0,21	0,34	0,46	-10,57%	-14,35%	-10,72%	-14,22%	1,72%
Habitation 3		44,47	61,22	-27,36%	151,73	144,80	4,78%	140,20	11,53	0,08	0,15	0,30	0,42	-3,28%	-15,52%	-14,14%	-1,47%	2,27%
Habitation 4		2,22	2,88	-23,03%	4,15	3,68	12,96%	3,64	0,52	0,12	0,48	0,54	0,78	-1,17%	-15,86%	-17,67%	-4,13%	2,84%

Agrégation totale

Total		142,01	179,39	-20,84%	398,75	351,94	13,30%	344,71	54,04	0,14	0,26	0,37	0,51	-3,50%	-15,49%	-13,27%	-4,01%	2,13%

Unites de mesure
E : Energie en Pétajoules (PJ)
A : Activité en millions de m
Ω : Intensité énergétique en pétajoules/ Millions de m

Types d'habitations
Habitation1 : Unifamiliales détachées
Habitation2 : Unifamiliales jumelées et en rangée
Habitation3 : Duplex, triplex et appartements
Habitation4 : Maisons mobiles

http://digitalcommons.mcmaster.ca/esr/vol11/iss2/1

préalablement chauffés au mazout ou à une autre source qui ont été convertis à l'électricité. Or ces logements sont généralement anciens et plus difficiles à chauffer; ceci peut avoir diminué l'efficacité moyenne de ceux utilisant l'électricité en 1998.

En ce qui concerne les termes résiduels e et ?, nous observons qu'ils sont relativement faibles au niveau total, soit 4,01 % et 2,13 %. Par contre, ce n'est pas toujours le cas lorsque nous considérons des niveaux d'agrégation plus faibles. Ceci peut être la manifestation de la qualité de l'information statistique à ces niveaux.

Section 4: Comparaison avec les résultats présentés par l'Office de l'efficacité énergétique

Bien que nous utilisions une méthodologie qui s'apparente à celle de l'OEE, nos sources de données et nos méthodes d'estimation sont très différentes. C'est pourquoi il est intéressant de comparer nos résultats avec les leurs tout en tenant compte des différences entre les deux analyses.

Pour ce qui est de l'activité, nous obtenons des niveaux supérieurs à ceux de l'OEE aussi bien en 1989 qu'en 1998. Cette évaluation supérieure est partiellement due au fait que, contrairement à l'OEE, nous incluons les sous-sols dans le calcul de la superficie. Notre évaluation surpasse d'environ 23,5 % celle de l'OEE en 1989 et de 19,0 % en 1998. Il en résulte que nous obtenons une croissance plus faible entre les deux années, soit 13,3 % pour la présente étude contre 17,5 % pour l'OEE; c'est une différence de 4,2 %. Une croissance plus faible de l'espace à chauffer implique une amélioration moindre de l'efficacité énergétique.

Pour ce qui est de la consommation d'énergie attribuable au chauffage de l'espace, notre estimation est sensiblement inférieure à celle de l'OEE comme l'indique le tableau 4.

Tableau 4: Consommation d'énergie pour chauffage (PJ)

	OEE	**Présente étude**
1989	210,80	179,39
1998	185,48	142,01[20]

L'information par sources présentée au tableau 5 nous montre que l'écart se situe principalement au niveau du bois. En effet, notre estimation pour le bois est inférieure d'environ 30 PJ à celle de l'OEE. La différence pourrait provenir du fait que nos estimations ne tiennent pas compte du chauffage d'appoint et supposent que la source principale est la seule source utilisée. Cela peut avoir pour effet de déplacer de la consommation d'une source vers une autre source. Par exemple, si l'électricité est utilisée

avec le bois comme chauffage d'appoint, ceci a pour effet de déplacer de la consommation du bois vers celle de l'électricité. Aussi, comme le bois est une source moins efficace, il s'ensuit une sous-estimation de la consommation totale d'énergie. Inversement, si quelqu'un chauffe au bois et utilise l'électricité comme appoint, sa consommation d'électricité sera comptabilisée comme consommation de bois et nous amènera à surestimer la consommation totale. Il est cependant très improbable que ce phénomène explique toute la différence entre notre estimation et celle de l'OEE. De plus, cela n'influence pas notre estimation de l'énergie utile nécessaire au chauffage. Par contre, si l'électricité est sur-représentée au détriment d'une autre source, il s'ensuit une sous-estimation de la consommation d'énergie effective totale à cause de l'efficacité supérieure du chauffage électrique. Dans les faits, le chauffage au bois est surtout un chauffage d'appoint qui est souvent jumelé à un système principal à l'électricité; ceci cause une sous-estimation de l'énergie totale selon la méthodologie que nous avons adoptée. La baisse plus forte de la consommation d'énergie entre 1989 et 1998 dans cette étude par rapport à celle de l'OEE implique une amélioration plus élevée de l'efficacité énergétique.

Tableau 5 : Consommation d'énergie pour chauffage par source (PJ)

	1989		1998	
	Présente étude	OEE	Présente étude	OEE
Électricité	74,16	70,49	**70,74**	68,43
Bois	24,51	56,03	**25,81**	55,15
Gaz naturel	11,20	17,27	**10,36**	16,93
Mazout	59,08	65,63	**30,58**	44,16
Total	**168,95**	**209,42**	**137,49**	**184,67**

Note: Les chiffres présentés supposent que l'électricité constitue 70 % de l'énergie des systèmes mixtes électricité-bois et mazout-électricité, alors que le système bois-mazout utilise les deux sources à parts égales.

En ce qui a trait à la décomposition du changement de l'énergie en termes d'efficacité énergétique, de structure et de température, nos résultats ne sont pas directement comparables à ceux de l'OEE pour des raisons méthodologiques. En effet, bien que les indicateurs soient relativement semblables, ils ne peuvent pas être interprétés de la même manière. Les effets attribués au changement structurel et à l'amélioration de l'efficacité énergétique ne sont pas indépendants l'un de l'autre. Notre indicateur d'efficacité énergétique est relatif aux anciens logements seulement et le changement structurel est associé à l'ajout des nouveaux logis. Pour l'OEE, le changement structurel est associé à la répartition des logis par système de chauffage alors que l'amélioration des systèmes de chauffage est associée à l'efficacité énergétique. Comme il a déjà été mentionné,

l'importance du chauffage électrique au Québec implique nécessairement un effet mineur dû à l'amélioration des systèmes de chauffage autres que l'électricité pour cette province.

Conclusion

Dans ce travail, nous avons adapté la méthodologie appliquée par l'Office de l'efficacité énergétique du gouvernement canadien pour prendre en compte une caractéristique distinctive du chauffage des logis au Québec, à savoir la prédominance de l'électricité comme source d'énergie, dans l'analyse de l'évolution de la consommation d'énergie pour cette fin entre 1989 et 1998. L'application de cette méthodologie et l'accès à des informations statistiques recueillies par Hydro-Québec nous ont permis d'analyser les apports à la baisse de la consommation d'énergie résultant de l'amélioration énergétique des habitations construites en 1989 ou avant, et celles construites ultérieurement. En effet, la consommation d'énergie pour fins de chauffage des logis a diminué de 20,8 % entre 1989 et 1998, même si l'espace résidentiel à chauffer a crû de 13,3 %. La différence de température entre les deux années explique à elle seule 15,5 % de la chute, alors que la contribution des anciens habitats est de 13,3 % et celle des nouveaux habitats de 3,5 %.

Il existe très peu d'études qui nous informent sur l'amélioration de l'efficacité énergétique qui se réalise uniquement dans les anciennes habitations. Pour la période 1989 à 1998, notre évaluation agrégée est de 13,3 %, soit 1,36 % en moyenne par année. Comme le montre le tableau 6, les prix des sources d'énergie ont subi des changements réels assez modestes au cours de cette période, soit 10,0% pour l'électricité, 11,0% pour le gaz naturel et 0,0% pour le mazout léger. Il est difficile de concevoir que des changements de prix de cet ordre de grandeur aient entraîné une amélioration de 13,3% de l'efficacité énergétique des anciens logis, même si les améliorations apportées au cours de cette période peuvent être en partie causées par des changements de prix qui ont précédé cette période.

Ceci nous amène à considérer le rôle joué par les programmes publics d'efficacité énergétique. Au Québec, l'accent à été mis sur l'électricité, avec la mise en œuvre par Hydro-Québec de plusieurs programmes pour le secteur résidentiel[20]. Au début des années quatre-vingt-dix, la société d'État a lancé un grand projet d'efficacité énergétique qui est venu à terme en 1995. Hydro-Québec (2001) estime que ses programmes d'efficacité énergétique ont réduit la demande d'électricité du secteur résidentiel de 536 GWh ou 1,93 TJ sur une base annualisée au cours de la période 1990 à 2000[21], une période qui chevauche étroitement celle de notre analyse. La baisse de la consommation d'électricité

---

[20] Hydro Québec (2001) passe en revue ses interventions dans ce domaine depuis 1960.

[21] Au total pour la période 1990-2000, les économies d'énergie découlant des programmes au marché résidentiel atteignent 4,2TWh.

a été réalisée surtout, mais non uniquement, dans le chauffage de l'espace. Le gain estimé par Hydro-Québec représente 42,6% de l'amélioration estimée de l'efficacité énergétique pour le chauffage à l'électricité seulement et 8,1% de l'ensemble des gains attribuables à l'amélioration de l'efficacité énergétique de toutes les sources d'énergie utilisées pour le chauffage. Compte tenu des changements de prix de l'énergie plutôt modestes et du rôle joué par les programmes, nous considérons qu'il reste une bonne part de l'amélioration de l'efficacité énergétique qui demeure inexpliquée par ces deux facteurs. Un autre facteur explicatif qui n'est pas considéré dans cette étude est les campagnes de sensibilisation et les programmes commerciaux d'Hydro-Québec, et d'autres intervenants qui ont pu influencer le comportement des ménages québécois à l'égard de la consommation d'électricité.

Il faut rappeler que le changement observé de l'efficacité énergétique est le résultat d'un ensemble de décisions qui ont été prises individuellement et qui ont porté sur de multiples aspects : isolation, portes, fenêtres, thermostats, comportements, etc. La multiplicité des intervenants et de leurs décisions pose un défi aux concepteurs de programmes visant à améliorer l'efficacité énergétique : il faut que ces programmes fournissent une amélioration par rapport à ce qui se serait produit sans l'introduction de tels programmes. Notre étude montre qu'il y a eu amélioration de l'efficacité énergétique, même lorsque les prix relatifs des diverses sources d'énergie ont été plutôt stables et que les programmes publics d'efficacité énergétique ont été limités à partir du milieu des années quatre-vingt-dix.

Tableau 6: Évolution des prix de l'énergie pour le secteur résidentiel québécois, 1989-1998

	Électricité	Gaz naturel ¢/m^3	Mazout léger ¢/litre	I.P.C.[a] 1994=1.0
1989	4,65	25,48	28,2	0,877
1998	6,09	34,65	34,0	1,064
1998/1989(%)	31,0	36,0	21,0	21,0

[a] I.P.C.= indice des prix à la consommation

Source : ministère des Ressources naturelles du Québec (2001).

RÉFÉRENCES

Bernard, J.-T., D. Bolduc Et D. Bélanger, "Québec Residential Electricity Demand: A Microeconometric Approach", *Revue canadienne d'économique*, vol. XXIX, no. 1, p. 92-113, 1996.

Dubin, J. A. and D. L. McFadden, "An Econometric Analysis of Residential Electric Appliance Holdings and Consumption", *Econometrica*, vol. 52, no. 2, p. 345-362, 1984.

Energy Policy, Special issue, June/July 1997.

HYDRO-QUEBEC, *Plan stratégique 2002-2006*, 2001.

HYDRO-QUEBEC, *Utilisation de l'électricité dans le marché résidentiel*, 1989.

MINISTERE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUEBEC, *L'Énergie au Québec*, édition 2001, 2001.

MINISTERE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUEBEC, *En primeur*, vol. 5, no. 3, décembre 2000.

MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES DU QUÉBEC, *Position concur-rentielle des formes d'énergie*, 1989-1998.

RESSOURCES NATURELLES CANADA, OFFICE DE L'EFFICACITÉ ÉNER-GÉTIQUE, *Évolution de l'efficacité énergétique au Canada de 1990 à 1998*, 2000.

STATISTIQUE CANADA, *Disponibilité et écoulement de l'énergie au Canada*, 57-003-XPB, trimestriel.

STATISTIQUE CANADA., *Enquête sur les dépenses des ménages en 1998*, 2000.

Tremblay, V., "Estimation de l'importance du bois dans le chauffage résidentiel et mesure de l'efficacité de cette source d'énergie", *Statplus*, août 1997.