RAPPORT DE TECHNOSIM INC, ESTIMATION DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE D'ÉCONOMIE D'ÉNERGIE AU QUÉBEC, SECTEUR COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL AU TARIF L

Rapport technique

Rapport #RT-01-39, Dossier # 16928

Estimation du potentiel technico-économique d'économie d'énergie au Québec

- Secteur commercial et institutionnel au tarif L

Présenté à :

Madame Martine Ouellette
Hydro-Québec

Par :

Michel Parent, ing.
Technosim inc.
1084 de L'Église
Saint-Jean-Chrysostome
Québec
G6Z 1N8

TECHNOSIM
ÉNERGIE • RECHERCHE • DÉVELOPPEMENT

Hydro Québec Distribution

Mise à jour du potentiel technico-économique d'amélioration de l'efficacité énergétique au Québec Marchés commercial et institutionnel

Addenda 1 décembre 2002

Addenda :

Les résultats présentés dans ce rapport utilisent l'année 2001 comme année de référence. Rappelons que l'année de référence utilisée a un impact sur le niveau des coûts évités d'alimentation d'Hydro-Québec Distribution, lesquels représentent le critère économique retenu par HQ Distribution pour l'établissement du potentiel technico-économique d'économies d'énergie.

Dans les documents soumis en preuve dans le cadre de la demande R-3473-2001, l'année de référence retenue est l'année 2003. Il en résulte un écart dans l'évaluation du potentiel technico-économique, tel qu'illustré dans le tableau suivant:

Potentiel technico-économique d'économies d'énergie pour l'électricité – marchés commercial et institutionnel – horizon 5 ans

Usages	**2001 – GWh 5 ans**	**2003 – GWh 5 ans**
Chauffage de locaux	63,6	65,9
Chauffage de l'eau	4,6	4,6
Éclairage	35,8	90,5
Climatisation et ventilation	45,9	50,0
Total	**149,9**	**211,0**

Sommaire exécutif iii

1. Évaluation du potentiel 1

1.1 Introduction 1
1.2 Rentabilité économique de la mesure 1
1.2.1 Rentabilité du point de vue du distributeur 2
1.2.2 Rentabilité du point de vue du client 2
1.3 Facteurs d'influence 3
1.4 Autres paramètres considérés dans l'évaluation du potentiel 5
1.4.1 Taux de pénétration 5
1.4.2 Gains unitaires 5
1.4.3 Coût des mesures 6
1.4.4 Marché considéré 6
1.4.5 Horizon 6
1.5 Mises en garde 7
1.5.1 Appel de puissance 8
1.5.2 Substitution d'une source d'énergie vers une autre source d'énergie 8
1.5.3 Client non-TAE 8
1.6 Aperçu global du potentiel 9

2. Méthodologie 11

2.1 Modélisation énergétique des bâtiments 12
2.2 Procédure de modélisation des bâtiments et des mesures 13
2.3 Compilation du potentiel sur l'ensemble du parc 14
2.5 Concepts utilisés 15
2.5.1 Potentiel technique 15
2.5.2 Potentiel technico-économique 16

3.0 Segmentation du marché commercial et institutionnel 18

3.1 Mesures d'efficacité énergétique 21
5.1 Coût marginal de fourniture 29
5.2 Tarifs des sources d'énergie 30
5.3 Résultats globaux 31

1 : Consommation estimée. 32

5.4 Le chauffage des locaux 34
5.6 L'éclairage 45
5.7 L'eau chaude 50
5.8 Climatisation 52

6.0 Conclusions et recommandations 53

7.0 Bibliographie 58

Annexe A - Méthodologie de l'analyse économique

Annexe B - Mesures composant le potentiel technico-économique

Annexe C - Fiches d'information sur les mesures évaluées

Sommaire exécutif

Le but de l'étude est d'évaluer le potentiel technico-économique d'économie d'énergie au Québec pour les bâtiments de type commercial et institutionnel au tarif L d'Hydro-Québec. Le potentiel évalué couvre uniquement les mesures d'économie d'énergie électrique et n'aborde pas explicitement les mesures de gestion de puissance. Toutefois, la rentabilité des mesures pour les clients est basée sur les économies pour toutes les sources d'énergie ainsi que leur impact sur la puissance appelée. Les résultats obtenus offrent une estimation des économies potentiellement réalisables sur la base des technologies et mesures d'efficacité énergétique actuellement disponibles sur le marché. Les mesures qui n'en sont qu'à un stade de recherche et développement ou de démonstration sans offrir une possibilité de commercialisation significative sur un horizon de dix ans ne sont pas incluses dans l'évaluation.

Le potentiel total pour l'électricité sur un horizon de 5 ans est estimé à 150 GWh par rapport à une consommation totale pour ces bâtiments de 2213 GWh, soit 7.5% de ce total. La superficie totale du parc étudié est estimée à 88 millions de pieds carrés, ce qui se traduit par une intensité de consommation de 25 kWh/pi2.

Le potentiel se retrouve principalement au niveau de l'usage « chauffage », où les mesures touchant une meilleure gestion des systèmes de CVC (chauffage, ventilation, climatisation) dominent. Les mesures concernant l'amélioration de l'enveloppe thermique des bâtiments existants ne constituent pas un poste significatif du potentiel. De plus, ces mesures ne sont rentables que lors de rénovations majeures aux bâtiments.

Le potentiel sur l'éclairage s'avère relativement faible comparativement à celui pour le chauffage. Ce potentiel réside moins sur l'amélioration des équipements, par exemple l'utilisation de meilleures lampes, que sur une révision de la conception des systèmes d'éclairage et sur un contrôle plus serré des heures d'opération. En effet, tant donné l'efficacité déjà élevée des lampes offertes sur le marché, les gains dans ce secteur sont plus importants au niveau de l'optimisation de la puissance d'éclairage et de son contrôle.

Finalement, le dernier poste significatif du potentiel touche la force motrice pour la ventilation et le pompage. Cet usage montre un potentiel relativement important, surtout pour les grands bâtiments que l'on retrouve dans les abonnements au tarif L. Le potentiel sur la force motrice repose sur deux blocs importants.

- Premièrement, l'optimisation de la conception des systèmes de pompage afin de minimiser la taille des pompes et des moteurs ainsi que l'utilisation de systèmes à débit variable présentent un potentiel intéressant.
- Deuxièmement, une approche d'optimisation de conception de même type sur la ventilation offre également un bon potentiel mais l'exploitation de celui-ci apparaît plus difficile.

À la lumière des résultats obtenus, certaines démarches apparaissent intéressantes pour favoriser la réalisation du potentiel identifié.

Étant donné qu'une grande partie du potentiel identifié réside dans l'optimisation de la conception et du contrôle des systèmes (soit mécanique ou électrique), il serait bénéfique que des actions soient prises pour sensibiliser les concepteurs et les promoteurs à l'importance d'une conception, d'une opération et d'un processus d'entretien optimal. Le moyen privilégié pour réaliser les gains au niveau de l'optimisation du contrôle des systèmes consiste à installer un système de gestion de l'énergie (SGE). Toutefois, ces gains ne seront durables que si les SGE sont gérés de façon optimale et ce, sur une base permanente. Le volet de formation des opérateurs et de l'entretien des systèmes revêt donc une grande importance. En ce qui a trait à la conception, une approche intégrée de conception des bâtiments permet de maximiser la rentabilité des mesures d'efficacité. Le programme C-2000 du gouvernement fédéral offre un tel exemple, celui-ci fait la promotion de la conception intégrée des bâtiments.

Mentionnons qu'une bonne partie du potentiel n'est rentable qu'au moment de la construction ou du remplacement d'équipements majeurs. Il faut donc que les mesures soient implantées à ce moment.

Enfin, il serait aussi souhaitable de promouvoir une révision du règlement québécois sur l'économie d'énergie dans les nouvelles constructions dont plusieurs aspects devraient être resserrés. Ainsi, il serait possible de profiter des économies naturelles qui en découleraient pour la nouvelle construction.

1. Évaluation du potentiel

1.1 Introduction

Hydro-Québec désire procéder à une estimation du potentiel d'économie d'énergie au Québec pour l'abonnement au tarif L du secteur commercial et institutionnel. Cette évaluation est basée sur un projet similaire effectué pour ce secteur pour les abonnements aux tarifs M, G et G9.

Le but de cette étude consiste à adapter la méthodologie et les résultats de l'étude pour les abonnements aux tarifs M et G afin d'obtenir un estimé du potentiel pour ceux au tarif L sans toutefois avoir à refaire la segmentation ou les modélisations effectuées dans l'étude précédente.

L'étude traite uniquement du potentiel d'économie d'énergie pour l'électricité et n'inclut pas le calcul du potentiel pour les autres sources d'énergie (le gaz naturel, le mazout et la biomasse).

Les résultats de l'évaluation offrent une estimation des économies potentiellement réalisables sur la base des technologies et des mesures d'efficacité énergétique actuellement disponibles sur le marché tout en tenant compte d'un coût de mesures pour un marché mature lorsque celles-ci n'en sont qu'à un stade émergent de commercialisation. Les mesures qui n'en sont qu'à un stade de recherche et développement ou de démonstration sans offrir une possibilité de commercialisation significative sur un horizon de dix ans ne sont pas incluses dans l'évaluation. Les critères de sélection des mesures sont :

1- Les mesures doivent être disponibles sur le marché
2- Les mesures doivent être éprouvées au point de vue technologique
3- Les mesures doivent correspondre aux valeurs culturelles des consommateurs.

1.2 Rentabilité économique de la mesure

Lors de l'évaluation d'un potentiel technico-économique, il est essentiel de déterminer un critère de rendement économique. Ce critère sert à déterminer le seuil de rentabilité à partir duquel une mesure se retrouve dans le potentiel ou en est exclue. Deux options sont possibles pour déterminer la rentabilité d'une mesure :

1- la rentabilité du point de vue du distributeur
2- la rentabilité du point de vue du client

1.2.1 Rentabilité du point de vue du distributeur

La rentabilité d'une mesure du point de vue du distributeur consiste à évaluer le coût unitaire de l'énergie électrique économisée (*cuee*) sur la durée de vie d'une mesure, en $/kWh. Lorsque le coût unitaire d'implantation d'une mesure est inférieur au coût évité de la source d'énergie (fourniture + transport + distribution) auquel devrait faire face le distributeur celle-ci entre alors dans le potentiel technico-économique.

Le détail sur la méthode de l'analyse économique est présenté à l'annexe A.

Il est possible qu'une mesure soit rentable pour le distributeur tout en ne rencontrant pas le seuil de rentabilité du client. Dans ce cas, il pourrait être avantageux pour le distributeur de promouvoir la mesure afin de bénéficier de ces effets et de compenser le consommateur pour que le rendement économique de la mesure soit également acceptable pour celui-ci. Cette façon de procéder présuppose que les économies reliées à la mesure seront réalisées et maintenues sur sa durée de vie estimée. Par conséquent, les mesures ne sont pas abandonnées par le client durant la durée de vie utile de celles-ci et le rendement de ces mesures demeure constant année après année.

Pour le distributeur, les mesures retenues dans le potentiel technico-économique sont celles dont le coût actuel (cuee) est inférieur au coût marginal de l'électricité, lequel varie selon l'usage concerné.

1.2.2 Rentabilité du point de vue du client

La rentabilité du point de vue du client est établie de manière conventionnelle en considérant les effets d'une mesure sur toutes les sources d'énergie utilisées par le client selon la tarification réelle des diverses sources d'énergie.

Le seuil de rentabilité pour le client peut alors se définir en se basant sur le prix que le client aurait payé pour l'énergie économisée. Une mesure offrant un *cuee (coût unitaire de l'énergie électrique économisée)* inférieur au coût d'achat serait alors rentable pour le client.

Cependant, dans le secteur commercial et institutionnel, d'autres facteurs de rentabilité dont la période de remboursement de l'investissement simple (PRI), la valeur actuelle nette (VAN) et le taux de rendement interne (TRI) sont également des facteurs prépondérants dans l'analyse de rentabilité. La PRI est probablement le paramètre économique le plus fréquemment

employé lors de l'évaluation de projets en efficacité énergétique car il constitue un indicateur facile à évaluer et qui pondère fortement le coût initial en capital (i.e. ne tient pas compte de la durée de vie de la mesure).

Cette rentabilité a été évaluée sous la forme du PRI et de la VAN. Les données concernant la rentabilité des mesures pour le client sont présentées à l'annexe B.

1.3 Facteurs d'influence

Dans le cadre d'une évaluation de potentiel d'efficacité énergétique plusieurs facteurs qui en influencent la valeur doivent être considérés. Dans tous les cas où l'information était disponible, les facteurs suivants étaient considérés :

- **Normes et règlements :**
  L'influence des normes et règlements doit être prise en considération lorsque ceux-ci ont pour effet d'amener l'implantation de mesures d'efficacité énergétique sur le marché. Par exemple, les règlements sur les appareils d'éclairage imposent maintenant des normes minimales de rendement pour plusieurs appareils [4]. Les gains provenant du remplacement du parc de vieux appareils ne sont donc pas considérés dans le potentiel puisque ceux-ci seront inévitablement réalisés à la fin du cycle de vie des appareils existants.

- **Programmes passés et courants :**
  L'impact des programmes d'efficacité énergétique passés ou présents réduit le potentiel. Certains programmes peuvent parfois aider à l'adoption de normes de facto qui s'imposent sur le marché. L'impact de programmes passés a été traité implicitement pour chaque mesure puisque le taux de pénétration actuel des mesures est considéré dans le calcul du marché disponible pour chaque mesure.

- **Effets de distorsion :** Ce sont les facteurs qui influencent positivement ou négativement l'impact énergétique d'une mesure. Ce sont, entre autres, des effets tendanciels, croisés et cumulatifs. Ces concepts ont été pris en compte.

- **Effets tendanciels :**
  En l'absence de programmes, de normes et règlements, une certaine portion de la population adopte des mesures d'efficacité énergétique. Les économies d'énergie ainsi réalisées ne sont pas comptabilisées dans le potentiel. Cet effet a été appliqué uniquement lorsque des données passées existaient quant à l'adoption naturelle d'une mesure.

- **Effets d'écrémage :**

Dans de nombreux cas, plusieurs mesures peuvent s'appliquer au même usage. L'application d'une de ces mesures réduit alors le potentiel restant pour les autres mesures.

- **Effets croisés :**
  Le phénomène d'effets croisés intervient lorsque l'application d'une mesure sur un usage a pour conséquence d'accroître la consommation pour un autre usage. Par exemple, les mesures visant à réduire la consommation pour l'éclairage intérieur vont accroître la consommation pour le chauffage.

  Il est très important de noter que l'impact des effets croisés dans l'évaluation du potentiel diffère selon la source principale de chauffage. Par exemple, l'accroissement de la consommation de gaz naturel ou de mazout suite à l'implantation de mesures électriques ne modifie pas le potentiel de cette dernière. Toutefois, si le bâtiment est chauffé à l'électricité, l'accroissement de la consommation de chauffage électrique suite à l'implantation d'une mesure, comme la réduction d'éclairage, va réduire le gain net de la mesure.

- **Effets cumulatifs :** L'effet cumulatif intervient lorsqu'une mesure sur un usage réduit les gains des autres mesures sur le même usage. Par exemple, les baisses de température intérieure réduisent les gains des mesures d'isolation.

- **Renouvellement :** L'analyse du potentiel considère que les mesures adoptées seront renouvelées à la fin de leur durée de vie utile, et ce, au même coût.

Il est très important de noter que l'impact des effets croisés dans l'évaluation du potentiel diffère selon la source principale de chauffage. Par exemple, l'accroissement de la consommation de gaz naturel ou de mazout suite à l'implantation de mesures électriques ne modifie pas le potentiel de cette dernière. Toutefois, si le bâtiment est chauffé à l'électricité, l'accroissement de la consommation de chauffage électrique suite à l'implantation d'une mesure, comme la réduction d'éclairage, va réduire le gain net de la mesure.

1.5 Paramètres non considérés dans le potentiel

- **Effet d'effritement :** L'abandon d'une mesure d'efficacité énergétique avant la fin prévue de sa vie utile n'a pas été considéré ainsi que le relâchement des habitudes des économies d'énergie des utilisateurs après l'adoption de mesures d'efficacité.
- **Autres effets :** Les réductions de potentiel qui sont parfois observables sur certains équipements efficaces pendant leur durée de vie [5] et qui réduisent leur impact énergétique ne sont pas considérées. À titre

d'exemple, l'encrassement des surfaces d'un échangeur réduit son rendement et sa durée de vie.

Ces effets non considérés dans l'évaluation du potentiel peuvent cependant avoir un impact sur la réalisation du potentiel à long terme et touchent particulièrement les mesures où les comportements des utilisateurs sont prédominants, tel les mesures d'optimisation d'opération par un système de gestion de l'énergie SGE.

1.4 Autres paramètres considérés dans l'évaluation du potentiel

1.4.1 Taux de pénétration

Le taux de pénétration actuel des diverses mesures sur le marché représente un paramètre ayant une grande influence sur le potentiel. Cependant, ce paramètre est parfois non documenté ou documenté de façon incomplète.

Dans tous les cas les données les plus récentes étaient utilisées et en absence de données, une évaluation était effectuée sur la base des contacts effectués avec les intervenants des différents secteurs et l'expérience des membres de l'équipe de projet.

L'évaluation de l'état actuel de l'enveloppe thermique des bâtiments et les habitudes d'opération des systèmes de CVC sont deux facteurs ayant une influence significative sur le potentiel mais qui est difficile à évaluer précisément.

L'évaluation du potentiel se base donc sur une pénétration complète du marché là où il est techniquement possible de le faire. De plus, l'évaluation considère un renouvellement complet des mesures à la fin de leur durée de vie.

1.4.2 Gains unitaires

Les valeurs d'économie d'énergie utilisées pour l'analyse du potentiel proviennent presque exclusivement de simulations détaillées de bâtiments représentatifs obtenus lors de l'évaluation du potentiel pour les abonnements au tarif M et G. Les effets cumulatifs des mesures peuvent modifier significativement le potentiel et ce paramètre est complexe à évaluer lorsque le nombre de mesures sur un même usage est important. L'approche utilisée dans le projet consiste à implanter les mesures sur un même usage dans un ordre décroissant de rentabilité pour le client. Ainsi, les mesures ne comportant aucun investissement sont implantées en premier lieu.

1.4.3 Coût des mesures

Le coût associé à chaque mesure représente un intrant important dans le calcul du potentiel technico-économique. Ce coût comporte également un certain niveau d'incertitude. Cette incertitude est particulièrement plus marquée dans le secteur commercial et institutionnel comparativement au secteur résidentiel étant donné l'hétérogénéité du parc, des méthodes de construction, des systèmes CVC et des systèmes d'éclairage.

Les coûts utilisés reposent généralement sur des répertoires standards d'évaluation de coûts [6, 7, 8].

1.4.4 Marché considéré

Le marché considéré dans l'évaluation du potentiel inclut les abonnements commerciaux et institutionnels au tarif L d'Hydro-Québec. L'étude ne couvre pas les réseaux autonomes et les réseaux municipaux. Les abonnés dont la vocation est de type industriel sont exclus de l'analyse.

Les données sur le parc d'abonnements proviennent d'Hydro-Québec, alors que certaines études sectorielles ont permis de compléter la définition du parc principalement au niveau institutionnel [9, 10, 11, 12, 33].

Le nombre total d'abonnements considérés dans l'analyse du potentiel est de 49 pour une superficie totale estimée à 88 millions de pieds carrés. La consommation totale d'électricité pour ce parc est de 2213 GWh en 2001.

1.4.5 Horizon

Le potentiel est évalué sur un horizon de 5 et 10 ans. L'utilisation d'un horizon de 5 et 10 ans sert à évaluer le potentiel provenant du remplacement d'équipements et accessoires à la fin de leur durée de vie utile et de tenir compte des nouvelles constructions.

L'évaluation de renouvellement d'équipements et d'accessoires se base sur un taux constant de remplacement annuel, égal à l'inverse de la durée de vie (1/Durée de vie). Par exemple, les fenêtres ont une durée de vie estimée à 20 ans, ce qui se traduit par le remplacement du 1/20 des fenêtres du parc de bâtiments à chaque année. Lors d'un tel remplacement, le coût marginal des mesures sur le remplacement des fenêtres est considéré puisque celles-ci doivent être changées de toute façon. La notion de coût marginal et total est présentée à l'annexe A.

La différence entre un horizon de 5 et 10 proviendra du nombre de mesures additionnelles pouvant être implantées lors de remplacements, selon leur coût marginal, et des nouvelles applications (i.e. taux de croissance du parc existant) rattachées à l'équipement ou l'accessoire, incluant principalement la nouvelle construction.

Il faut souligner que le potentiel identifié est récurrent d'une année à l'autre et il ne représente pas le cumulatif des économies d'énergie sur la période considérée. Par exemple, un potentiel technico-économique de 100 GWh sur un horizon de 5 ans signifie que d'ici 5 ans, si toutes les mesures sont implantées, il sera possible de réduire la consommation sur une base annuelle de 100 GWh comparativement à la situation où aucune mesure n'était prise. Il est donc impossible pour le potentiel d'être réduit lorsque l'on accroît l'horizon, à moins de considérer des effets d'effritements (abandon de mesures) ou l'ajout de nouveaux usages (consommations additionnelles) pour le parc considéré. Comme ces deux hypothèses ne sont pas traitées dans l'étude, le potentiel ne sera jamais réduit en passant d'un horizon court à un horizon plus long.

1.5 Mises en garde

Il existe un grand nombre d'actions et de mesures envisageables pour réduire la consommation d'énergie des bâtiments commerciaux. Bien souvent, les mesures implantées sont particulières à chacun des bâtiments. Toutefois, ces mesures ont normalement plusieurs caractéristiques communes. Par exemple, la réduction de la densité de puissance d'éclairage atteint normalement le même objectif dans tous les bâtiments, soit de réduire la puissance installée d'éclairage, mais sera implantée de manière variable selon la vocation du bâtiment et le type d'éclairage déjà installé (ex. éclairage à la tâche, installation de luminaire efficace…).

Les mesures considérées dans l'analyse sont celles les plus représentatives et les plus répandues tout en rencontrant les critères mentionnés à la section 1.1. Plusieurs mesures doivent être interprétées comme des mesures de type génériques qui peuvent être implantées de différentes façons, et par l'intermédiaire de différentes technologies, selon chaque cas spécifique.

Dans ces cas, l'étude vise à déterminer l'impact énergétique probable des mesures à un coût typique. Par exemple, la réduction de la consommation pour la force motrice de ventilation peut s'implanter de plusieurs façons. Par exemple, soit par une amélioration de l'efficacité des moteurs, soit par la réduction de la pression statique des systèmes, soit par un meilleur dimensionnement du moteur et du ventilateur, soit par l'utilisation de ventilateurs efficaces, ou soit par l'entretien des courroies, etc. Chaque

bâtiment doit faire l'objet d'une évaluation spécifique pour déterminer le type de mesures pouvant y être appliqué.

Il serait impossible dans le cadre de ce projet de procéder à l'évaluation de toutes les combinaisons de ces mesures. Un impact moyen sur l'efficacité global du système, basé sur des consultations avec des intervenants et des revues de la littérature, a alors été utilisé.

Les résultats offrent alors une évaluation des gains possibles pouvant être exploités pour un usage donné. Les moyens techniques pour exploiter ce potentiel seront toutefois variables en pratique.

1.5.1 Appel de puissance

L'évaluation du potentiel n'aborde pas directement l'impact des mesures en terme d'appel de puissance. Ce facteur peut toutefois être significatif quant à l'utilité réelle de certaines mesures et il a souvent un impact important sur la rentabilité de la mesure du point de vue du client principalement celles concernant la réduction des températures de consigne en période inoccupée.

L'impact de l'appel de puissance a cependant été traité au niveau de l'évaluation des paramètres économiques pour le client (PRI, VAN).

1.5.2 Substitution d'une source d'énergie vers une autre source d'énergie

Aucune mesure de transfert entre le gaz naturel, le mazout, la biomasse et l'électricité n'a été considérée. De plus, l'étude ne traite pas les cas d'autoproduction par le consommateur avec possibilité de revente au distributeur lorsque la production dépasse les besoins (cogénération).

1.5.3 Client non-TAE

Puisque l'évaluation du potentiel se base essentiellement sur la rentabilité du point de vue du distributeur, tous les bâtiments utilisant du chauffage non-électrique ont été traités comme étant au gaz naturel. Les calculs de rentabilité du point de vue du client se basent sur le tarif du gaz naturel tel que présenté au tableau 13. La rentabilité des mesures pour un bâtiment utilisant le mazout devrait alors faire l'objet d'une correction en fonction du coût de cette ressource.

1.6 Aperçu global du potentiel

Le tableau 1 présente une synthèse du potentiel, sur un horizon de 5 ans et 10 ans.

La différence entre le potentiel horizon 5 ans et horizon 10 ans, au tableau 1, est attribuable au remplacement d'équipement à la fin de leur durée de vie utile, au nombre de rénovations considérées sur l'enveloppe thermique des bâtiments ainsi qu'à la croissance du parc.

Tableau 1 : Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique pour l'électricité – secteur commercial et institutionnel – horizon de 5 et 10 ans

Usage	Consommation GWh, 2000[1]	Potentiel 5 ans - GWh, 2001[2]	Potentiel 10 ans - GWh, 2001[2]
Chauffage de locaux	721	63,6	86,8
Chauffage de l'eau	57	4,6	4,9
Éclairage	680	35,8	49,8
Climatisation et ventilation[2]	519	45,9	55,2
Autres	237	-	-
Total	**2213**	**149.9**	**196,7**

1 : Répartition estimée.
2 : Certaines mesures ayant un impact combiné sur le chauffage, la climatisation et la ventilation sont incluses uniquement dans l'usage chauffage.

Tableau 2 : Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique pour l'électricité – par vocation – secteur commercial et institutionnel – horizon de 5 ans

Vocation	Consommation[1]	Potentiel
	GWh	GWh
Édifices à bureaux	1134	39,9
Hôtels	34	3,1
Centres commerciaux	557	51,7
Bâtiments de type entrepôts	35	2,2
Sous-total commercial	1760	96,9
Université – petits bâtiments	105	11,2
Université – grands bâtiments	276	18,9
Hôpitaux	72	14,8
Sous-total institutionnel	453	44,9
Total CI	2213	**141,8**[2]

1 : Consommation estimée sur la base de la consommation du parc et la répartition des abonnements entre les divers segments.
2 : S'ajoute à ce total 8,1 GWh pour l'éclairage public, les indicateurs de sortie et les robinets à faible débit évalués à l'extérieur des segments types.

2. Méthodologie

L'estimation du potentiel pour les abonnements CI au tarif L est basée entièrement sur la méthodologie et les résultats obtenus dans le cadre de l'étude pour les bâtiments aux tarifs M, G et G9.

L'approche retenue dans cette étude est de type micro-analytique qui consiste à définir pour chaque marché ou segment de marché, un certain nombre de bâtiments types et d'appliquer les mesures d'efficacité énergétique sur ceux-ci. Par la suite, les économies réalisées sont étendues à l'ensemble de la population que représente ce bâtiment type.

L'avantage de cette approche est de permettre de quantifier facilement la rentabilité des mesures en terme de potentiel technique et technico-économique. Le calcul du coût unitaire de l'énergie économisée est facilité par la définition précise d'applications types.

L'approche micro-analytique exige une bonne connaissance du marché tant du point de vue statistique que technique.

Dans le secteur commercial et institutionnel, l'approche micro-analytique requiert un nombre élevé de bâtiments types. Il est possible de réduire le nombre de bâtiments types mais cela peut aller au détriment de la fiabilité de l'analyse. Toutefois, un nombre trop élevé de bâtiments exigent de longs délais d'évaluation ainsi qu'une collecte de données encore plus importante pour définir chaque bâtiment type de manière appropriée.

Avant de multiplier directement les économies d'énergie de la mesure par le nombre de bâtiments semblables sur le marché nous devons tenir compte de certains facteurs lesquels réduisent le potentiel.

Soit:

- les rénovations déjà effectuées
- les améliorations naturelles dues aux évolutions technologiques
- les améliorations imputables à la réglementation
- les impacts des programmes d'efficacité énergétique
- l'adoption naturelle des mesures par un segment du marché

Ces effets sont intégrés à l'analyse du potentiel en réduisant le marché disponible pour la mesure considérée.

Suite à la définition des segments de marché et des bâtiments types qui leur sont associés, il est nécessaire de procéder à l'évaluation des économies d'énergie attribuables aux mesures applicables à un segment de marché donné.

L'évaluation des économies d'énergie associées aux diverses mesures a été effectuée à l'aide de simulations par ordinateur pour chaque bâtiment type.

Dans le cadre de l'évaluation du potentiel pour les abonnements au tarif L, les divers bâtiments ont été regroupés dans une des vocations déjà établies lors de l'étude précédente.

2.1 Modélisation énergétique des bâtiments

L'utilisation d'une modélisation du bâtiment par ordinateur s'avère le moyen privilégié pour effectuer cette évaluation à moins de posséder des données sur l'effet de chacune des mesures considérées pour chaque bâtiment type défini. Comme cette information n'était pas disponible, l'approche par modélisation a été retenue.

L'outil de modélisation adopté dans le cadre du projet est DOE2.1e. Ce programme de simulation est le plus répandu en Amérique du Nord pour la modélisation énergétique de bâtiments commerciaux et il est en utilisation depuis 1980. Le logiciel DOE2.1e est également l'outil de simulation utilisé par le logiciel EE4 dans le cadre du programme fédéral d'efficacité énergétique dans le secteur commercial PEBC (Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux). Le logiciel DOE2.1e permet une modélisation détaillée, heure par heure, d'un bâtiment qui tient compte de plusieurs facteurs, dont les principaux sont :

- Détails de l'architecture : forme, orientation, ombrage, nombre d'étages, fenestration, type de construction.
- Utilisation des espaces dans le bâtiment (entreposage, bureaux, aire de circulation, vestibules,etc.), zones thermiques spécifiques (climatisées et non climatisées).
- Horaire d'exploitation du bâtiment sur une base horaire, hebdomadaire et mensuelle, et ce, pour plusieurs usages (éclairage, occupation, ventilation, eau chaude, climatisation, chauffage).
- Configuration détaillée des systèmes de CVC et de leurs contrôles.
- Traitement zone par zone de l'éclairage, du nombre d'occupants, du taux d'infiltration, de la présence d'équipements (ex. ordinateurs, cuisson).

L'utilisation de DOE2.1e ne demande qu'une description physique et opérationnelle du bâtiment concernée et n'impose pas de spécifier des

paramètres empiriques tels des facteurs d'utilisation[1] ou des facteurs de coïncidence[2] souvent requis dans des modèles simples.

2.2 Procédure de modélisation des bâtiments et des mesures

L'utilisation d'un outil de modélisation détaillé tel DOE2.1e demande de définir les bâtiments types avec un niveau de détail relativement élevé. La phase initiale du projet consiste alors à définir ces bâtiments types. La section 3.2 présente les différents bâtiments types retenus pour l'analyse du potentiel. Après avoir établi les paramètres d'un bâtiment type, celui-ci sert à définir un fichier d'entrée de DOE2.1e, comme s'il s'agissait d'un bâtiment réel.

Le bâtiment est initialement défini comme étant aussi énergivore que possible par catégorie de vocation. Cette façon de procéder permet d'obtenir une évaluation de la consommation du bâtiment type, débutant avec le pire des cas et s'améliorant au fur et à mesure que des mesures sont implantées.

Ainsi, des résultats de consommation sont disponibles pour un large éventail de configuration de bâtiments. En effet, chaque fois qu'une mesure est appliquée dans le bâtiment de base cela revient à définir un nouveau bâtiment.

À partir de ce bâtiment inefficace, des mesures d'efficacité énergétiques sont appliquées successivement et cumulativement jusqu'à ce que toutes les mesures considérées pour la vocation donnée soient implantées. Cette procédure vise à balayer le plus grand nombre de configurations possibles pour les bâtiments d'un segment donné.

L'ordre d'implantation des mesures peut avoir une influence sur le gain de celles-ci, il est important d'effectuer l'implantation successive des mesures dans un ordre logique. La procédure adoptée a alors été d'implanter les mesures dans un ordre de rentabilité pour le client, pour un usage donné.

Une autre option aurait été d'évaluer plusieurs combinaisons de mesures mais le nombre possible de combinaisons de mesures et de bâtiments types rendent cette avenue impraticable.

---

[1]Facteur d'utilisation : fraction d'utilisation d'un équipement, sur une base mensuelle ou annuelle, calculée comme étant le rapport consommation de l'équipement sur une période donnée divisée par la consommation maximale possible sur la même période.

[2]Facteur de coïncidence : Fraction de la puissance installée d'un équipement électrique qui se retrouve sur la pointe électrique appelée du bâtiment, sur une base mensuelle ou annuelle.

Suite à la définition du fichier d'entrée de base pour DOE2, pour un bâtiment donné, une simulation annuelle est effectuée afin d'en vérifier la consommation unitaire (i.e. en kWh-éq/m^2, toutes sources confondues) et de la comparer à l'information disponible pour chaque segment provenant de la revue de littérature pour des bâtiments de consommation moyenne.

La consommation du cas de base doit toujours être supérieure à la moyenne des bâtiments du segment étant donné que ce bâtiment est dépourvu de toute mesure d'efficacité énergétique. Après cette vérification, les mesures étaient introduites les unes après les autres, et de nouveaux fichiers d'entrée DOE2.1e étaient créés pour chaque mesure.

Les résultats des simulations étaient également analysés afin de vérifier la consommation unitaire du bâtiment type final, suite à l'implantation de toutes les mesures, pour s'assurer que celle-ci soit effectivement inférieure à la moyenne du segment visé. Cette procédure permet de vérifier la représentativité globale des bâtiments types utilisés dans l'analyse.

Suite aux simulations, les gains énergétiques attribuables à chaque mesure, pour chaque bâtiment type, sont disponibles ainsi que l'impact des mesures sur la facture du client. Cet impact considère tant la réduction de consommation électrique que les changements à l'appel de puissance ou à la consommation de combustible.

2.3 Compilation du potentiel sur l'ensemble du parc

Le potentiel technico-économique doit être généré à partir d'un grand nombre d'informations provenant des simulations horaires de DOE2.1e. Chacun des fichiers servant à modéliser une mesure pour chaque bâtiment type doit se voir rattacher un marché représentatif. Par exemple, le cas de base d'un bâtiment très inefficace n'est représentatif que d'une faible portion du parc, et chaque mesure appliquée par la suite est déjà adoptée par une portion variable de ce même parc.

Afin d'obtenir le potentiel, il est nécessaire de combiner les données techniques des simulations à des données de marché relatives aux différentes mesures étudiées. Un chiffrier de compilation des données a été développé afin d'automatiser ce processus.

Le chiffrier permet d'associer un marché à chaque mesure en plus de définir le coût de la mesure, sa durée de vie, le taux de croissance du parc visé par la mesure et les coûts d'entretien de celle-ci, s'il y a lieu.

Lorsque l'ensemble de l'information est défini, il est alors possible d'obtenir le potentiel en triant toutes les mesures répondant au critère de rentabilité. Il est à noter que le critère de rentabilité change selon l'usage touché par la mesure

et le tarif d'électricité des abonnés. À cette fin, le chiffrier doit également inclure des indicateurs quant à l'usage touché par chaque mesure et la tarification applicable à chaque bâtiment type.

Plusieurs mesures ont toutefois un impact sur plusieurs usages. Par exemple, l'arrêt de la ventilation mécanique en période d'inoccupation permet d'économiser de l'énergie sur la consommation de chauffage ainsi que celle de la force motrice. Dans de tels cas, l'usage où les économies étaient les plus élevées a été sélectionné.

2.5 Concepts utilisés

Il est important de bien établir les concepts sur lesquels sont basés l'établissement du potentiel d'économie d'énergie. À cette fin, une brève description des concepts de base est présentée.

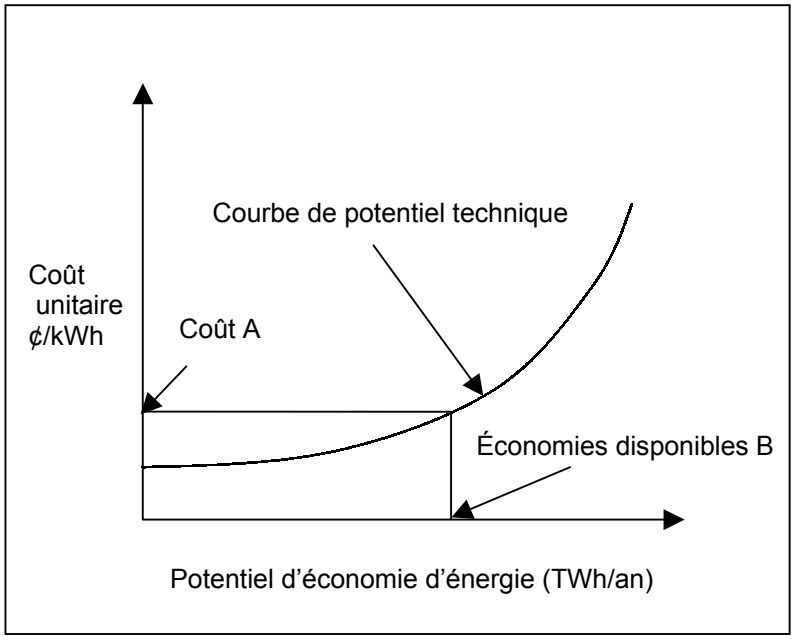
2.5.1 Potentiel technique

Le *potentiel technique* représente les économies d'énergie associées à l'implantation des mesures disponibles et ce, partout où il est techniquement possible d'implanter ces mesures.

La rentabilité des mesures n'est pas considérée dans ce calcul ni leur taux d'acceptation par la clientèle. Ce potentiel considère donc que l'ensemble des mesures disponibles serait implanté instantanément à l'ensemble des installations du marché. Il constitue donc le maximum absolu que peut atteindre un programme d'efficacité énergétique dans le marché.

Une représentation graphique du potentiel technique permet de présenter les économies d'énergie maximales disponibles pour un coût unitaire donné de mesures d'économie d'énergie. La figure 1 illustre une courbe théorique de *potentiel technique*.

Figure 1 : Courbe de potentiel technique



Ainsi, sur la figure 1, un total de **B** TWh d'économies d'énergie serait disponible pour un coût unitaire de mesures inférieur ou égal **A** ¢/kWh.

2.5.2 Potentiel technico-économique

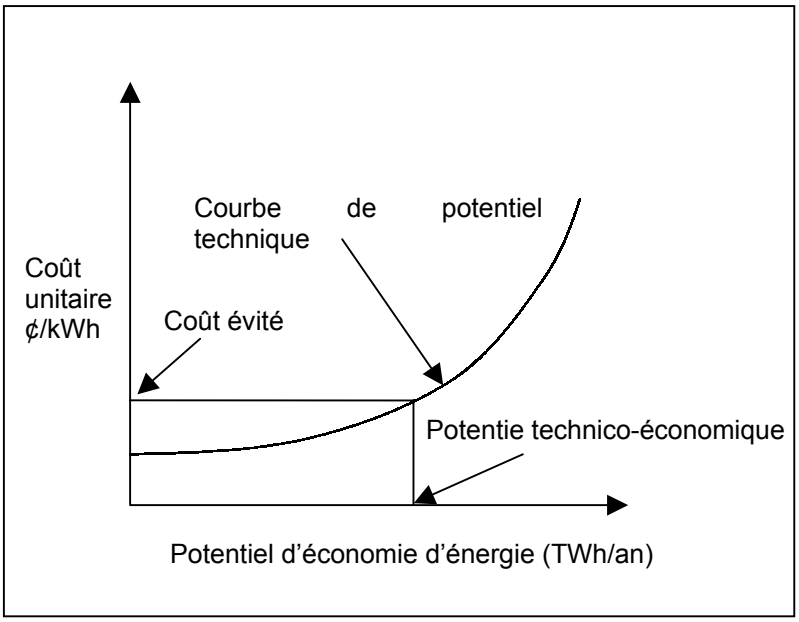
Le *potentiel technico-économique* représente les économies d'énergie associées à l'implantation des mesures disponibles partout où cela est techniquement possible et économiquement rentable de la faire, sans tenir compte de l'acceptation des mesures par les consommateurs.

Partant du potentiel technique, le *potentiel technico-économique* représente la sommation des économies d'énergie qui seraient disponibles à un coût unitaire inférieur au coût évité de la source d'énergie (production + transport + distribution) du point de vue d'un distributeur ou à un coût équivalent au prix moyen de l'énergie du point de vue des clients.

Le coût évité varie selon l'usage qui est fait de l'énergie, cette évaluation doit alors être effectuée par usage. De plus, dans un secteur donné et pour un usage donné, les coûts unitaires des mesures peuvent varier d'un client à un autre. Une segmentation doit alors être utilisée afin d'obtenir des valeurs de potentiel technico-économique valides.

Le potentiel technico-économique est obtenu à partir d'une courbe de potentiel technique, tel qu'illustré à la figure 2.

Figure 2 : Détermination du potentiel technico-économique.



Cette illustration représente le cas le plus simple de détermination de potentiel technico-économique. Il peut arriver que le coût évité varie selon l'usage qui est fait de l'énergie, cette évaluation doit alors être effectuée par type d'usage. De plus, dans un secteur donné et pour un usage donné, les coûts unitaires des mesures peuvent varier d'un client à un autre. Une segmentation doit alors être utilisée afin d'obtenir des valeurs de potentiel technico-économique valides.

3.0 Segmentation du marché commercial et institutionnel

La segmentation adoptée dans le cadre de l'étude pour les abonnements au M et G, et reprise dans l'étude pour les abonnements au L est présentée au tableau 3. Cette segmentation est basée principalement sur les données du parc CI au M et G présentées au tableau 4.

Dans ce secteur, la consommation d'énergie est souvent reliée de plus près à la vocation qu'au type de construction des bâtiments. Ainsi, un supermarché aura toujours une consommation unitaire (kWh/m^2) largement supérieure à celle d'un édifice à bureaux, dû à la présence de nombreux équipements de réfrigération.

Afin d'arriver à définir des bâtiments types représentatifs, il était donc essentiel de segmenter le parc selon ses vocations principales.

Les lignes directrices adoptées lors de la définition de la segmentation étaient :

- la segmentation doit reproduire la superficie du parc étudié;
- la segmentation doit contenir un nombre suffisant de vocations afin de permettre de reproduire la consommation du parc;
- la segmentation doit permettre de saisir les différents usages des bâtiments et leur intensité énergétique respective;
- la segmentation doit respecter le plus possible celle utilisée par Hydro-Québec dans ses bases de données et celle utilisée pour ses études antérieures.

De plus, la consommation d'énergie de la segmentation doit également se conformer à celle du parc. Ces critères permettent de s'assurer que les paramètres de base utilisés dans le projet n'excèdent pas les valeurs réelles (taille et la consommation).

Dans le cadre de l'évaluation du potentiel des abonnements au tarif L, plusieurs des segments présentés au tableau 4 ne se retrouvent pas dans ce marché alors que certains autres ne sont pas explicitement couverts par un des segments. Il a donc été nécessaire d'attribuer chaque abonnement au segment le plus approprié. Le tableau 5 présente les segments retenus et les superficies qui leur sont attribuées pour les abonnements au tarif L.

Tableau 3 : Segmentation utilisée pour l'analyse du potentiel au tarif M et G et disponible pour l'évaluation du potentiel des abonnements au tarif L

Vocation	Nombre d'abonnements[1]	Superficie moyenne	Superficie du segment
		m^2	Million m^2
Hôtellerie et restauration			
Hôtel	240	12550	3.0
Petit hôtel/motel	1000	2162	2.2
Restaurant/bar	9241	540	5.0
Restauration rapide	3132	300	0.9
Bureaux et services			
Petits bureaux/services	24973	354	8.8
Moyens bureaux	1473	3500	5.2
Grands bureaux	503	20000	10.1
Commerces de détail			
Centre commercial	141	20000	2.8
Supermarché	475	5017	2.4
Vente de produits alimentaires	10607	200	2.1
Vente au détail – gros	107	10000	1.1
Vente au détail – petit	66799	331	22.1
Loisirs			
Activités de loisirs intérieurs avec piscine	347	2500	0.9
Activités de loisirs intérieurs sans piscine	4991	1126	5.6
Activités de loisirs extérieurs	2349	200	0.5
Arénas	435	3000	1.3
Services à l'automobiliste			
Station services avec salle de mécanique	8074	500	4.0
Vente de véhicules	159	2429	0.4
Entreposage			
Standard	18841	550	10.4
Réfrigéré	71	5000	0.4
Institutionnel			
Petit lieu de culte	1690	307	0.5
Grand lieu de culte	1980	2000	4.0
Petits hôpitaux/soins longue durée	317	11737	3.7
Grands hôpitaux	113	46808	5.3
École primaire	2726	3000	8.2
École secondaire	1301	5735	7.5
Polyvalente	162	15520	2.5
Petit CEGEP/Université	935	2810	2.6
Grand CEGEP/Université	40	20080	0.8

1 : Le nombre d'abonnement de la segmentation aux fins de la simulation diffère du nombre d'abonnements réels dû à l'utilisation de superficie moyenne parfois différente de la moyenne du segment. Le nombre d'abonnement aux fins de la simulation est ajusté de manière à reproduire la superficie totale du segment visé.

Tableau 5 : Consommation et superficie estimées du parc commercial et institutionnel au tarif M, G et G9.

Vocation principale	**Superficie**	**Intensité énergétique**	**Consommation du secteur**
Commercial	Millions m^2	kWh/ m^2	GWh/an
Hôtellerie	5.2	227	1172
Restauration	5.9	363	2154
Petit Bureau	8.8	229	2021
Grand Bureau	15.2	216	3281
Centre commercial	28.1	280	7879
Vente au détail de produits alimentaires	2.4	584	1394
Entreposage et commerce de gros	10.7	155	1660
Service automobile	4.4	225	993
Loisir	8.3	200	1651
Sous-total commercial	89.0		22204
Institutionnel			
Écoles maternelles, primaires et spécialisées	8.2	97	790
Écoles secondaires, CEGEP/collège et université	13.4	140	1874
Hôpital	5.3	199	1053
Autre service de santé	3.7	118	440
Lieu de culte	4.5	66	294
Sous-total institutionnel	35.1		4451
TOTAL	124.1	-	26655

Tableau 5 : Segmentation retenue pour l'évaluation du potentiel des abonnements au tarif L

Vocation	Nombre d'abonnements[1]	Superficie moyenne	Superficie du segment
		m^2	Million m^2
Hôtellerie et restauration			
Hôtel	8	12550	0,1
Bureaux et services			
Moyens bureaux	735	3500	2,6
Grands bureaux	55	20000	1,1
Commerces de détail			
Centre commercial	90	20000	1,8
Entreposage			
Standard	327	550	0,2
Institutionnel			
Grands hôpitaux	10	46808	0,5
Petit CEGEP/Université	190	2810	0,5
Grand CEGEP/Université	72	20080	1,5

1 : Le nombre d'abonnement de la segmentation aux fins de la simulation diffère du nombre d'abonnements réels dû à l'utilisation de superficie moyenne parfois différente de la moyenne du segment. Le nombre d'abonnement aux fins de la simulation est ajusté de manière à reproduire la superficie totale du segment visé.

L'utilisation de la segmentation de l'étude du potentiel des abonnements au tarif G et M pour ceux au tarif L implique certaines contraintes additionnelles dans l'interprétation des résultats. Le nombre de bâtiments au tarif L est beaucoup plus restreint que ceux au tarif G et M. Il s'en suit que la représentation statistique du bâtiment moyen sélectionné pour chaque segment peut être moins valide étant donné le faible échantillon sur lequel l'évaluation est effectuée. L'interprétation des résultats doit donc être effectuée en ayant bien en vue que le potentiel estimé se base sur une représentation moyenne de chaque vocation et que si le nombre de bâtiments dans un segment est très limité, l'incertitude relié à l'estimé du potentiel en sera plus grande.

3.1 Mesures d'efficacité énergétique

Suite à la définition des bâtiments types de la segmentation, il est nécessaire de définir les mesures d'efficacité énergétique qui doivent être évaluées dans l'analyse du potentiel. Les mesures doivent correspondre aux critères de base énumérés à la section 1. Sur la base de ces critères, d'une revue de la littérature et d'une recherche sur Internet, une liste de mesures a été établie. Les mesures retenues pour l'analyse du potentiel sont les suivantes :

1- Amélioration de l'isolation des murs
2- Amélioration de l'isolation des toits
3- Amélioration à la fenestration

4- Réduction de l'infiltration au bâtiment
5- Installation de vestibules
6- Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières
7- Réduction de la température des vestibules*
8- Réduction de la température des escaliers de service*
9- Optimisation du temps d'éclairage*
10- Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation*
11- Contrôle de l'apport d'air neuf en période d'inoccupation*
12- Contrôle de l'apport d'air neuf par sonde de CO_2*
13- Amélioration à l'efficacité des systèmes de pompage
14- Amélioration à l'efficacité des systèmes de ventilation
15- Entraînement à vitesse variable pour les pompes
16- Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs
17- Conversion des systèmes à volume constant en volume variable
18- Remplacement des luminaires incandescents par les fluorescents compacts
19- Remplacement des fluorescents 34 W par des T8 de 32 W avec ballast électronique
20- Réduction de la densité de puissance d'éclairage (modification à la conception du système d'éclairage)
21- Sonde d'éclairage naturel
22- Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction*
23- Optimisation du contrôle des hottes de cuissons*
24- Appareils de cuisson à haute efficacité
25- Optimisation du contrôle de l'humidité*
26- Récupération de chaleur sur l'air évacué (VRC)
27- Pompes à chaleur géothermique
28- Murs solaires
29- Équipements de bureaux efficaces
30- Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée*
31- Isolation du système d'eau chaude domestique
32- Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique
33- Tour d'eau à haute efficacité
34- Refroidisseur d'eau à haute efficacité
35- Unité de toit à haute efficacité
36- Thermostats précis*
37- Récupération de chaleur des condenseurs des systèmes de réfrigération
38- Optimisation de la température d'alimentation de l'air*
39- Réduction du débit des robinets
40- Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche
41- Lampe sodium dans les stationnements
42- Robinets de douche temporisés
43- Indicateurs de sortie de type LED

* Mesures fréquemment implantées par l'intermédiaire d'un système de gestion de l'énergie (SGE)

44- Cellules haute efficacité pour l'éclairage public
45- Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure
46- Hotte de cuisine avec récupération de chaleur
47- Optimisation des gains solaires passifs

Chacune de ces mesures ne s'applique pas nécessairement à chaque bâtiment type. Le tableau 6 présente les mesures selon le bâtiment type. Les descriptions pour chacune des mesures et les méthodes employées lors de leurs simulations sont présentées à l'annexe C.

La liste des mesures utilisée pour l'analyse du potentiel n'est pas exhaustive. Plusieurs autres mesures, souvent équivalentes, existent pour réduire la consommation d'énergie. Toutefois, cette liste comporte l'essentiel des mesures pouvant être appliquées à grande échelle et ce, à l'intérieur de l'horizon de l'analyse (5 ans et 10 ans). De plus, la méthodologie d'analyse implique que les mesures considérées sont implantées sur la totalité du parc. Dès lors, l'ajout de mesures additionnelles mais équivalentes ou quasi-équivalentes ne modifie pas le potentiel (effet d'écrémage) en autant que le coût de la mesure équivalente n'est pas inférieur à la mesure traitée dans l'analyse.

En considérant tous les bâtiments types selon les différentes sources d'énergie, le nombre total de mesures évaluées dans l'analyse du potentiel s'élève à près de 200.

Tableau 6 : Mesures applicables selon le bâtiment type.

	Petit CEGEP/Université	Grande université	Grands hôpitaux	Grands bureaux	Moyens bureaux	Petits bureaux	Hôtel - grand	Centres commerciaux	Entrepôts secs
Chauffage									
Amélioration de l'isolation des murs	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Amélioration de l'isolation des toits	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Amélioration à la fenestration	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Réduction de l'infiltration au bâtiment	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Installation de vestibules	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Réduction de la température des vestibules*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Réduction de la température des escaliers de service*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Récupération de chaleur sur l'air évacué (VRC)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pompes à chaleur géothermique	X								
Murs solaires	X								
Contrôle de l'apport d'air neuf par sonde de CO_2*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Contrôle de l'apport d'air neuf en période d'inoccupation*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Thermostats précis*	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Fenêtres avec film réfléchissant									
Hotte de cuisine avec récupération de chaleur									
Optimisation du contrôle des hottes de cuissons*	X	X							

	Petit CEGEP/Université	Grande université	Grands hôpitaux	Grands bureaux	Moyens bureaux	Petits bureaux	Hôtel - grand	Centres commerciaux	Entrepôts secs
Force Motrice									
Amélioration à l'efficacité des systèmes de pompage	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Amélioration à l'efficacité des systèmes de ventilation	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Entraînement à vitesse variable pour les pompes	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs	X	X		X					
Robinets de douche temporisés	X	X		X	X	X		X	X
Conversion des systèmes à volume constant en volume variable	X	X		X					
Éclairage									
Remplacement des luminaires incandescents par les fluorescents compacts	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Remplacement des fluorescents 34 W par des T8 de 32 W avec ballast électronique	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Réduction de la densité de puissance d'éclairage (modification à la conception du système d'éclairage)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sonde d'éclairage naturel									
Lampe sodium dans les stationnements	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Indicateurs de sortie de type LED	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Cellules haute efficacité pour l'éclairage public	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Optimisation du temps d'éclairage*			X	X	X	X	X	X	X
Autres									
Appareils de cuisson à haute efficacité									
Optimisation du contrôle de l'humidité*	X								
Équipements de bureaux efficaces	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Eau chaude									
Isolation du système d'eau chaude domestique	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Réduction du débit des robinets	X	X	X	X	X	X	X	X	X

	Petit CEGEP/Université	Grande université	Grands hôpitaux	Grands bureaux	Moyens bureaux	Petits bureaux	Hôtel - grand	Centres commerciaux	Entrepôts secs
Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique	X								
Climatisation									
Tour d'eau à haute efficacité	X	X	X	X					
Refroidisseur d'eau à haute efficacité	X	X	X	X					
Unité de toit à haute efficacité		X							
Optimisation de la température d'alimentation de l'air*	X	X		X	X				

* Mesures fréquemment implantées par l'intermédiaire d'un système de gestion de l'énergie (SGE)

4.0 Technologies émergentes

Lors de la revue de la littérature et d'une recherche sur Internet, certaines mesures émergentes ont été identifiées. Quelques-unes de celles-ci ont été retenues pour être évaluées puisqu'elles rencontraient les critères énumérés à la section 1. Les mesures suivantes peuvent être considérées comme émergentes ou en début de commercialisation :

- Pompes à chaleur géothermiques
- Murs solaires
- Contrôle de l'air neuf par sonde de CO_2
- Cellules photo-électriques haute efficacité pour l'éclairage public
- Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique

Plusieurs autres mesures ont été identifiées mais ne rencontraient pas les critères de l'analyse, particulièrement celles concernant la disponibilité des mesures sur le marché et la fiabilité technologique. Le tableau 7 présente une liste de mesures identifiées mais non retenues dans l'analyse du potentiel.

Tableau 7 : Mesures émergentes exclues de l'analyse du potentiel

Nom	Description	Commentaire	Référence
Murs neutralisants	Mur vitré à double paroi pour optimiser les gains solaires	Mesure au stade de la démonstration. Le potentiel pour une application à grande échelle sur le parc existant apparaît très limité.	[19]
Fenêtres aérogels	Fenêtres super isolantes	Problème de disponibilité commercial.	[20]
Fenêtres chromogéniques	Fenêtres à coefficient d'apport solaire variable	Problème de disponibilité commercial.	[20]
Panneaux isolants évacués	Isolant dont le centre est sous vide offrant des murs à très haute efficacité	Serait apparemment disponible pour les chambres froides. Ce marché est restreint, tel que démontré dans l'analyse du potentiel à la section 5.	[21]
Autoproduction	Production d'électricité photovoltaïque ou par piles à combustible	Les piles n'offrent pas actuellement de produits commercialisables à brève échéance et le photovoltaïque revient à environ 10 $/kWh.	[22]
Panneaux isolant à gaz inerte	Panneaux isolants préfabriqués dont la section centrale est remplie d'un gaz inerte, tel l'argon, ce qui en augment la valeur isolante.	Problème de disponibilité commercial.	[23]
Fluorescent T5	Fluorescent à haute efficacité pouvant remplacer les lampes de type HID (25 pi. et moins de hauteur) ou les T8.	Gain présentement faible par rapport au T8 (32 W vs. 28 W) pour un surcoût significatif (requiert un kit de conversion dans l'existant).	[24, 25]
Lampes aux halogénures métalliques haute efficacité	Lampe aux halogénures ayant un rendement 35 % supérieur aux produits actuels, avec 150 Lumens/W	Problème de disponibilité commercial.	[26]
Lampe à induction de type 2-photons	Lampe à induction opérant à très haute fréquence (1000 MHz) avec un rendement possible de 180 Lumens /W	Problème de disponibilité commercial.	[27]
Lampe au sulfure	Lampe à haut rendement de type ponctuel	Problème de disponibilité commercial.	[28]
Solaire passif	Exploitation maximale des gains solaire passifs, incluant la modification de la trame urbaine, de la géométrie du bâtiment, des masses thermiques (ex. panneaux à changement de phase)	L'évaluation du potentiel à grande échelle sur la base d'un petit nombre de cas types ou de démonstration est sujette à une grande incertitude. L'exploitation du solaire passif requiert normalement une approche spécifique pour chaque bâtiment tenant compte de sa vocation, son orientation, son environnement, etc. Difficilement applicable de manière optimale dans le parc existant.	[29]

5.0 Le potentiel technico-économique dans le marché commercial et institutionnel au tarif L

5.1 Coût marginal de fourniture

Tel qu'indiqué à la section 1, l'évaluation du potentiel technico-économique d'économie d'énergie exige d'établir un critère de rentabilité pour les mesures. Le critère adopté dans l'analyse repose sur le coût marginal de fourniture pour le distributeur.

Le tableau 8 présente les coûts marginaux de fourniture qui ont servi à établir le potentiel. Le coût marginal de fourniture varie selon l'usage qui est fait de l'énergie.

Tableau 8 : Coût évité par usage par tarif - électricité

Coût marginal par usage pour chaque secteur		
Secteur	Usages	Coût marginal $/kWh
Tarif L	Chauffage	0.0582
	Climatisation	0.0190
	Force motrice	0.0458
	Autres	0.0348

Il est à noter que plusieurs mesures ont un impact combiné sur plusieurs usages. Par exemple, l'arrêt de la ventilation en période inoccupée réduit la consommation de chauffage, celle de la force motrice ainsi que celle de la climatisation. Dans de tels cas, l'usage bénéficiant le plus de la mesure, en valeur absolue (i.e. kWh), a été retenue pour la sélection du coût évité applicable.

L'utilisation de coûts évités différents selon l'usage permet de tenir compte de certains facteurs reliés à la fourniture d'énergie pour un usage spécifique. Par exemple, les mesures touchant la climatisation ont un coût évité de fourniture inférieur puisque cette consommation survient à un moment où la capacité de production du distributeur n'est pas sollicitée à son maximum, contrairement aux mesures sur le chauffage.

Le taux d'actualisation réel utilisé pour l'évaluation de la rentabilité des mesures est de 5.88 % [1].

5.2 Tarifs des sources d'énergie

Les tarifs utilisés pour l'évaluation de la rentabilité du point de vue client sont présentés au tableau 9 [2, 3] et correspondent étroitement aux coûts actuels de ces sources d'énergie. Un taux d'inflation des coûts de l'énergie de 1 % a été employé dans les calculs de la VAN pour le client.

Tableau 9 : Tarification des sources d'énergie

Tarification des sources d'énergie			
Sources			
Électricité	**Moins de 100 kW de puissance appelée [2]**		
	Catégorie	*Gamme*	*Coût*
	Puissance	Toute	13.59 $/kW
	Énergie	< 11700 kWh/mois	0.0741 $/kWh
	Énergie	Reste	0.0374 $/kWh
	Plus de 100 kW de puissance appelée [2]		
	Catégorie	*Gamme*	*Coût*
	Puissance	Toute	11.97 $/kW
	Énergie	< 210000 kWh/mois	0.0372$/kWh
	Énergie	Reste	0.0242 $/kW
Gaz naturel	**Tarif général [3]**		
	Catégorie	*Gamme*	*Coût (¢/m^3)*
	Volume soutiré	0 à 3 m^3	51.3
	Volume soutiré	3 à 10 m^3	47.7
	Volume soutiré	10 à 30 m^3	44.9
	Volume soutiré	30 à 100 m^3	42.2
	Volume soutiré	100 à 300 m^3	38.5
	Volume soutiré	300 à 1000 m^3	35.7
	Volume soutiré	1000 à 3000 m^3	33.1
	Volume soutiré	3000 à 10000 m^3	30.9
	Volume soutiré	10000 à 30000 m^3	29.9
	Volume soutiré	30000 à 100000 m^3	29.0
	Volume soutiré	Plus de 100000 m^3	28.5

5.3 Résultats globaux

Les tableaux 10 et 11 reprennent les résultats présentés brièvement à la section 1. De plus, le tableau 11 offre une présentation du potentiel par usage et par vocation alors que le tableau 10 présente les nouveaux marchés séparément. Ces tableaux offrent un sommaire de la mise à jour du potentiel technico-économique obtenu pour le secteur commercial et institutionnel. Les figures 3 à 5 présentent quant à elles les courbes de potentiel technico-économique obtenues suite à l'analyse des diverses mesures, regroupées selon l'usage applicable à chaque mesure.

Tableau 10 : Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique pour l'électricité – secteur commercial et institutionnel – horizon de 5 et 10 ans

Usage	Consommation GWh, 2000[1]	Potentiel 5 ans - GWh, 2001[2]	Potentiel 10 ans - GWh, 2001[2]
Chauffage des locaux	721	63,6	86,8
Chauffage de l'eau	57	4,6	4,9
Éclairage	680	35,8	49,8
Climatisation et ventilation[2]	519	45,9	55,2
Éclairage	237	-	-
Total	2213	**149,9**	**196,7**
Nouveaux marchés			
Chauffage de locaux	-	6,8	14,1
Chauffage de l'eau	-	0,3	0,6
Éclairage	-	4,3	8,9
Climatisation et ventilation[2]	-	2,7	5,6
Total	**-**	**14,1**	**29,2**

1 : Répartition estimée.
2 : Certaines mesures ayant un impact combiné sur le chauffage, la climatisation et la ventilation sont incluses uniquement dans l'usage chauffage.

Le potentiel des nouveaux marchés est basé sur la croissance du parc selon les taux de croissance indiqués au tableau 12.

Tableau 11 : Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique pour l'électricité – par vocation – par secteur commercial et institutionnel – horizon de 5 ans

Vocation	Consommation[1]	Chauffage	Force motrice et réfrigération	Éclairage	Eau chaude	Climatisation	Total
	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
Édifices à bureaux	1134	28.0	11.3	0.0	0.5	0.0	39.9
Hôtel	34	1.3	0.2	0.3	1.4	0.0	3.1
Centres commerciaux	557	20.0	20.3	11.5	0.0	0.0	51.7
Bâtiments type entrepôts secs	35	2.1	0.0	0.1	0.0	0.0	2.2
Sous-total commercial	1760	51.4	31.7	11.8	1.9	0.0	96.9
Université - petit bâtiment	105	8.3	2.4	0.0	0.3	0.1	11.2
Université - grand bâtiment	276	3.9	8.7	6.4	0.0	0.0	18.9
Hôpitaux	72	0.0	2.9	11.9	0.0	0.0	14.8
Sous-total institutionnel	453	12.2	14.0	18.3	0.3	0.1	44.9
Total	2213	63,6	45,8	35,9[3]	4,6[4]	0,1	**149,9**[2]

1 : Consommation estimée.

2 : Inclut 8,1 GWh pour l'éclairage public, les indicateurs de sortie et les robinets à faible débit évalués à l'extérieur des segments types.

3 : Inclut 5,7 GWh pour l'éclairage public et les indicateurs de sortie évalués à l'extérieur des segments types.

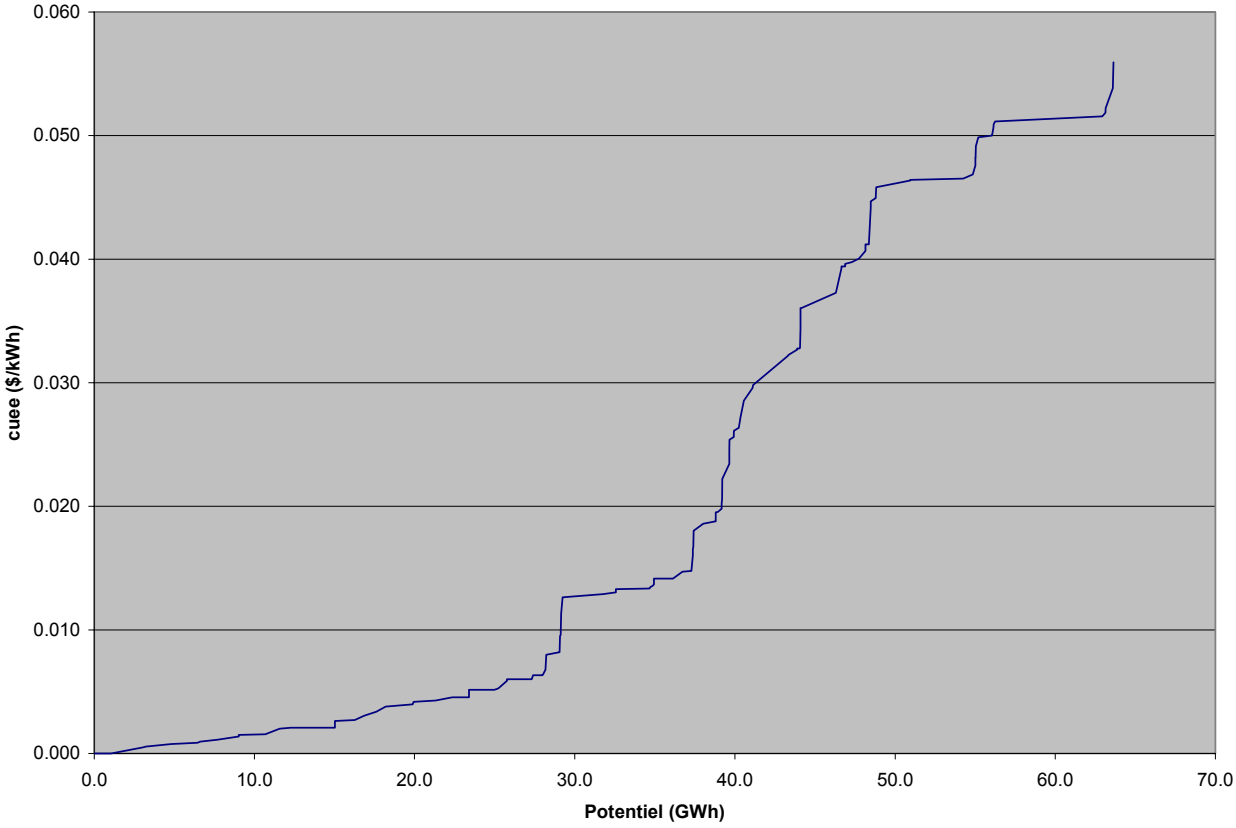
4 : Inclut 2,4 GWh pour les robinets à faible débit évalués à l'extérieur des segments types.

Tableau 12 : Taux de croissance du parc par secteur – horizon de 10 ans

Vocation	Croissance du parc
Hôtellerie	2.5%
Bureaux	0.2%
Centre commercial	1.8%
Écoles secondaire, CEGEP/collège et université	0.5%
Hôpital	0.4%

5.4 Le chauffage des locaux

Figure 3 : Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique – usage chauffage



Les bâtiments commerciaux et institutionnels au Québec ont une consommation de chauffage généralement supérieure aux autres usages, toutes sources d'énergie confondues, exception faite de l'éclairage dans certains secteurs. Ceci explique la dominance du chauffage dans l'estimé du potentiel des bâtiments commerciaux et institutionnels au tarif L.

Les mesures composant le potentiel pour le chauffage sont présentées en ordre décroissant au tableau 13. Il est intéressant de noter que quatre des cinq premières mesures du potentiel pour le chauffage ont trait à la réduction de la demande de chauffage attribuable à l'air neuf admis dans les bâtiments. Cette constatation ne constitue toutefois par une surprise importante puisque l'air neuf représente un élément relativement facile à contrôler au niveau de la charge de chauffage des bâtiments commerciaux. Toutes mesures permettant de réduire cette charge, soit par l'optimisation du volume admis ou la récupération de chaleur, aura un impact important sur le bilan énergétique d'un bâtiment.

Globalement, le potentiel réside au niveau de l'optimisation du contrôle des équipements de CVC et dans une utilisation accrue d'appareil de récupération de chaleur sur l'air évacué.

Les principales mesures du potentiel sont décrites dans les sections suivantes avec certaines indications relatives à leur méthode d'implantation et aux contraintes reliées à celles-ci. L'annexe C présente également une description sommaire de toutes les mesures envisagées.

Tableau 13 : Mesures composant le potentiel pour le chauffage

Chauffage	Mesure	Potentiel GWh
	Arrêt de la ventilation en période inoccupée*	19.5
	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 *	8.3
	VRC	6.8
	Optimisation du contrôle de l'humidité*	5.9
	Optimisation du contrôle des hottes*	5.1
	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières	4.9
	Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure*	2.1
	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée*	2.1
	Isolation du toit	1.8
	Abaissement permanent de la température d'espace de service (escaliers, vestibules, entrepôts)*	1.8
	Optimisation de la température d'alimentation *	1.7
	Transformation en système DAV	1.0
	Thermostats précis *	0.8
	Isolation des murs	0.6
	Réduction de l'infiltration du bâtiment	0.6
	Optimisation des gains solaires passifs	0.3
	Arrêt des évacuateurs en période inoccupée*	0.2
	Fenêtres faible émissivité/argon	0.1
	Installation de vestibules	<0.1
Total		63,6

***** Mesures fréquemment implantées par l'intermédiaire d'un système de gestion de l'énergie (SGE)

Arrêt de la ventilation en période inoccupée

L'optimisation de l'horaire de fonctionnement des systèmes mécaniques représente un élément important du potentiel. Dans bien des cas, cet horaire ne fait pas l'objet de suivi de la part des occupants d'un bâtiment ou de son propriétaire. Plusieurs raisons expliquent cet état de fait, à savoir :

1- Les occupants sont souvent locataires des espaces et n'ont pas la supervision des systèmes mécaniques.
2- Les propriétaires locateurs ont peu d'incitatifs à optimiser le fonctionnement de leurs équipements puisque ces coûts sont souvent absorbés par les loyers des locataires.
3- Les propriétaires de petits bâtiments souvent n'ont pas le personnel technique pour faire le suivi du fonctionnement des systèmes.

Il s'ensuit que les systèmes mécaniques sont souvent en fonction sur une base continue. Une mesure très rentable est donc de s'assurer que la ventilation mécanique est interrompue pendant les heures d'inoccupation.

Implantation de la mesure :

Cette mesure s'implante normalement par l'intermédiaire d'un système de gestion de l'énergie (SGE) mais elle peut facilement être implantée par une minuterie.

La réalisation de ce potentiel est également soumise à certaines contraintes :

1- Le bâtiment ne devait pas fermer ses volets d'air neuf en période de chauffage avant l'application de la mesure.
2- Un suivi périodique du système de contrôle doit être effectué afin de s'assurer du maintien des économies.

Le point 1 est similaire à celui soulevé avec la sonde de CO_2. En effet, le bénéfice de l'arrêt des systèmes tient en bonne partie de l'élimination d'un volume d'air neuf qui n'est pas requis. Si les volets étaient déjà fermés en période de chauffage, le bénéfice de la mesure est grandement réduit.

Quant au point 2, une étude sur la gestion des systèmes mécaniques [32] indique que la permanence des gains des mesures d'optimisation du fonctionnement passe par un suivi périodique des systèmes de contrôle.

Contrôle de la quantité d'air neuf par sonde de CO_2

L'optimisation de la quantité d'air neuf admis par sonde de CO_2 représente une mesure ayant un potentiel important (réf. Tableau 17). Cette mesure consiste à contrôler la position des volets d'air neuf à l'aide d'un appareil mesurant le taux de CO_2 dans les espaces desservis par un système de ventilation mécanique. La mesure demande donc d'installer des sondes pour chaque système ainsi qu'un système motorisé de contrôle des volets d'air neuf.

La mesure aura un plus grand bénéfice dans les bâtiments dont l'occupation varie fortement et ce, de manière relativement imprévisible tel que les commerces de détail, les cinémas, les théâtres, etc.

Certaines contraintes sont applicables à cette mesure. Les sondes de CO_2 demandent un réglage périodique. De plus, l'installation de ces sondes dans un bâtiment avec plusieurs espaces distincts desservis par un même système de ventilation mécanique est plus problématique. Dans ces conditions, il est plus difficile de garantir une qualité d'air égale dans chacun des espaces. Un centre commercial ayant plusieurs boutiques sur une même unité de toit est un exemple typique d'une telle configuration.

Les bénéfices réels de cette mesure sont sujets à deux conditions importantes :

1- La mise en marche (commissioning) doit être effectuée correctement et le réglage des détecteurs doit être maintenu.
2- Un bâtiment ne devait pas fermer ces volets d'air neuf en période de chauffage avant l'installation des sondes.

Le point 2 se révèle particulièrement important. Dans certains bâtiments, les volets d'air neuf sont fermés en partie ou en totalité, durant la saison de chauffage, ou encore le volume d'air neuf admis est en deçà des exigences normales. Dans le cadre du projet, les volumes d'air neuf admis sont établis selon la norme ASHRAE 62 – 99 [30] qui constitue souvent un standard de facto pour la détermination des volumes d'air neuf requis. Si un bâtiment ne respecte pas ce standard ou ferme ses volets en période de chauffage, le bénéfice de la mesure de contrôle par sonde de CO2 est significativement réduit ou annulé.

Implantation de la mesure :

Cette mesure s'implante normalement par l'intermédiaire d'un système de gestion de l'énergie (SGE).

Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)

Un VRC permet de récupérer une partie de la chaleur de l'air extrait du bâtiment pour préchauffer l'air neuf. Il existe également des ventilateurs récupérateur d'énergie (VRE) qui permettent de récupérer la chaleur de l'air évacué ainsi qu'une fraction de son humidité afin de les transférer à l'air neuf.

Implantation de la mesure :

La mesure consiste à installer dans le système de ventilation mécanique un VRC lorsque le bâtiment n'est pas humidifié et un VRE lorsqu'il y a un système d'humidification. Les coûts de cette mesure sont relativement importants comparativement à la mesure de contrôle de la quantité d'air neuf par sonde de CO_2. Les périodes de remboursement pour le client sont souvent supérieures à 5 ans au coût marginal de la mesure. De plus, la mesure requiert également certaines conditions pour obtenir une application optimale :

1- Les prises d'air neuf et d'air évacué doivent normalement être près l'une de l'autre.
2- Le système de ventilation mécanique doit avoir une évacuation mécanique centralisée importante

3- La conception du système de ventilation doit minimiser l'utilisation d'évacuateurs locaux, tels les évacuateurs de salle de bain ou les hottes.
4- La salle mécanique ou l'unité de toit doit avoir l'espace et la structure nécessaire pour accueillir l'équipement.
5- L'équipement doit faire l'objet d'un entretien régulier, spécialement les VRE.

Optimisation du contrôle de l'humidité

Cette mesure consiste à améliorer de manière générale le système d'humidification du bâtiment. Cette mesure implique l'utilisation d'appareils de mesure de meilleure qualité ainsi que l'ajustement optimum des cycles de purge pour les humidificateurs afin d'amener une réduction de la consommation attribuable à l'humidification des immeubles.

La mesure peut également être implantée par l'utilisation d 'un modèle d'humidificateur plus efficace et bien entretenu, utilisant de l'eau déminéralisée ainsi qu'une régulation optimisée.

Optimisation du contrôle des hottes

Cette mesure consiste à réduire le temps de fonctionnement des hottes de cuisine ou de laboratoires pendant les périodes où elles ne sont pas utilisées.

Cette mesure peut s'appliquer de plusieurs façons.

Dans les restaurants, les hottes de cuisine peuvent être munies de moteur à deux vitesses et de détecteurs de fumée pour en ajuster le débit. En période peu achalandée, les évacuateurs sont alors en mode basse vitesse. Cette mesure est fréquemment implantée par l'intermédiaire d'un SGE.

Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières

Cette mesure consiste à installer et remplir régulièrement les coupe-froid latéraux, haut de porte et seuil de porte. Dans le cas des portes vitrées avec cadre métallique, de nouvelles brosses d'étanchéité sont installées. La mesure ne touche pas la réfection des joints entre le cadrage de la porte et la maçonnerie. Il s'agit donc d'une mesure principalement d'entretien.

Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure

Cette mesure consiste à ajouter un système de contrôle sur la chaudière permettant de contrôler la température du circuit d'eau intérieur en fonction de la température extérieure. Cette mesure permet d'optimiser la consommation d'énergie des systèmes de chauffage à eau. Les économies d'énergie proviennent d'une réduction des pertes de distribution, des pertes en attente ainsi que d'une meilleure modulation de la puissance des appareils terminaux en fonction de leur charge réelle.

Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée

Lorsque l'espace desservi par un système de ventilation n'est pas occupé, les volets d'air neuf sont fermés automatiquement et s'il y a lieu, les évacuateurs correspondants également. Même si aucun recul de température n'est appliqué durant la période d'arrêt du système, la mise en marche de plusieurs systèmes le matin risque d'occasionner un appel de puissance plus important qui se traduira par une surprime sur la facture électrique de l'usager. Afin de limiter les pénalités possibles reliées à l'appel de puissance, un contrôleur de charge serait requis.

Cette mesure est considérée comme étant appliquée par un système de SGE et inclut l'ajout d'un volet motorisé sur les prises d'air neuf pour les unités de toit.

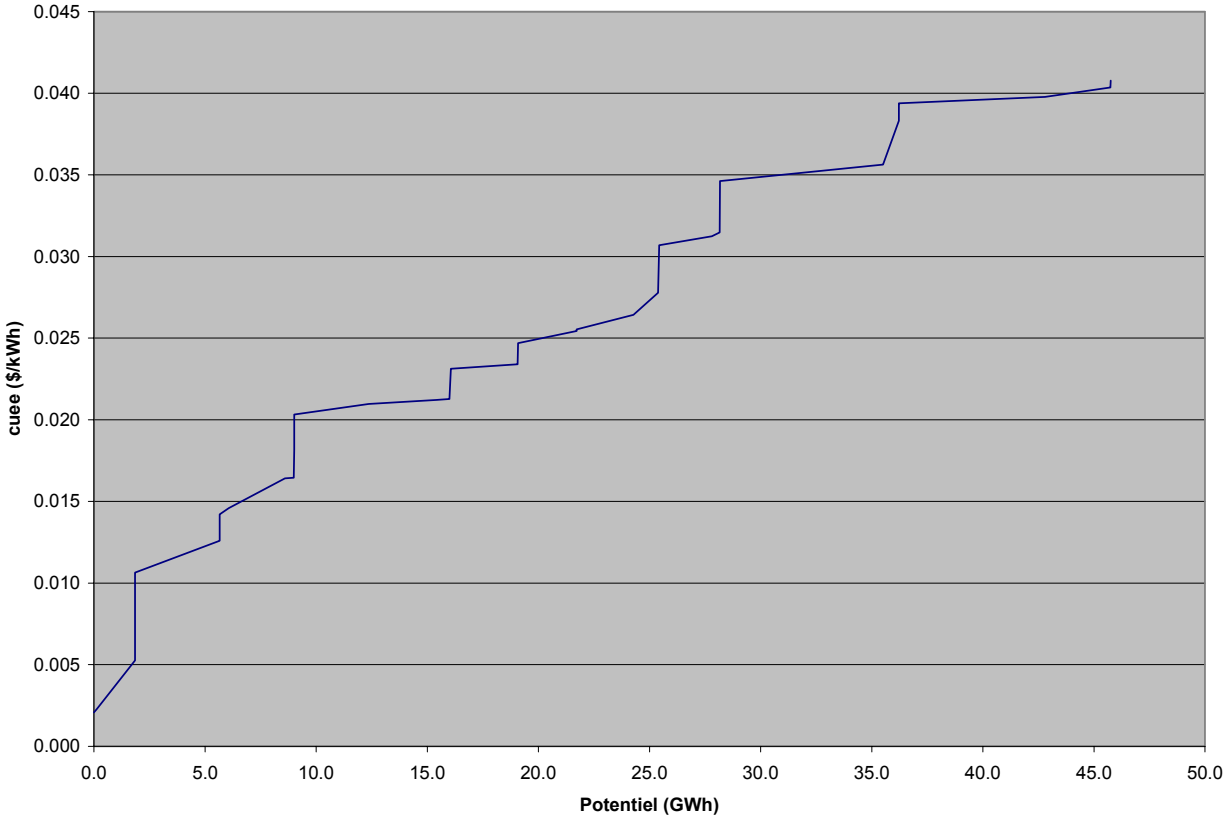
Isolation du toit

Le potentiel sur l'amélioration à l'enveloppe du bâtiment est relativement restreint. La mesure offrant le plus grand potentiel et la meilleure rentabilité pour le client est l'amélioration de l'isolation du toit. La réglementation actuelle impose un niveau d'isolation de RSI-2.4 à RSI-2.9. La mesure visant à accroître le niveau d'isolation jusqu'à RSI-5.3 offre un PRI variant généralement de 5 à 10 ans.

Toutefois, cette mesure d'isolation est rentable uniquement sur la base de son coût marginal, soit lors de la construction ou d'une rénovation majeure de la toiture. La rentabilité de cette mesure pour le client peut varier grandement selon les situations particulières de chaque bâtiment. La portion du parc admissible à cette mesure est moins bien connue que pour le secteur résidentiel (c'est à dire l'état actuel du parc).

5.5 Force motrice et réfrigération

Figure 4 : Potentiel technico-économique d'efficacité – usage force motrice et réfrigération



La force motrice représente un usage souvent sous-estimé par les gestionnaires et propriétaires de bâtiments commerciaux. Toutefois, cet usage représente souvent plus de 10 % de la consommation totale d'énergie d'un bâtiment. De plus, comme cette consommation n'est pas toujours évaluée à sa juste valeur, les mesures d'économie d'énergie et d'optimisation de conception s'y rattachant sont souvent négligées. Les résultats de l'analyse, présentés au tableau 14, démontrent que des interventions au niveau de la force motrice pour la ventilation et le pompage offrent un potentiel d'économie d'énergie intéressant.

Comme pour plusieurs mesures, celles touchant la force motrice sont beaucoup plus simples d'implantation lors de la conception des systèmes. Bien que le potentiel demeure techniquement disponible, l'implantation des mesures dans les systèmes existants risque souvent de rencontrer des contraintes pratiques plus importantes et des coûts additionnels de modification d'équipement.

D'autre part, les mesures sur la force motrice se caractérisent globalement par leurs méthodes d'implantation très diversifiées lesquelles dépendent du type de bâtiment. Les interventions dans ce secteur demandent donc une approche beaucoup plus personnalisée afin d'identifier de manière spécifique la manière d'implanter une mesure générique, comme par exemple l'amélioration de l'efficacité du système de ventilation. En conséquence, les mesures évaluées pour la force motrice sont beaucoup plus génériques de nature et servent à identifier l'envergure du potentiel. La forme précise que pourra prendre la mesure demeure fortement liée au bâtiment visé.

Tableau 14 : Mesures composant le potentiel pour la force motrice

Force motrice et réfrigération	Mesures	Potentiel GWh
	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation	21.8
	Amélioration de l'efficacité du système de pompage	12.2
	Entraînement à vitesse variable pour les pompes	6.5
	Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs	5.2
	Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson	0.1
Total		**45,8**

Amélioration de l'efficacité du système de ventilation

Cette mesure est similaire à celle sur le pompage et consiste à implanter un système de ventilation plus efficace. Cette mesure doit également être évaluée au cas par cas étant donné les variations possibles entre les différents systèmes et les contraintes particulières de chaque bâtiment, comme par exemple le type de système de distribution.

Cette mesure représente aussi une famille d'actions prises sur les systèmes de ventilation pour en réduire la consommation dont principalement de remplacer les ventilateurs actuels par des modèles plus efficaces, c'est-à-dire exigeant une puissance plus faible pour fournir les mêmes résultats (débit d'air et pression statique), l'amélioration du rendement des moteurs et l'optimisation de la taille des ventilateurs.

Cette mesure peut être difficile d'application sur certains équipements, tels les unités de toit où les options d'amélioration ne sont pas nécessairement disponibles.

Amélioration de l'efficacité du système de pompage

Cette mesure consiste à implanter un système de pompage plus efficace.

Cette mesure doit normalement être évaluée au cas par cas étant donné les variations possibles entre les différents systèmes de pompage et les contraintes particulières de chaque bâtiment, tel que le différentiel de température acceptable sur le circuit d'eau chaude et glacée.

Cette mesure représente donc une famille d'actions prises sur les systèmes de pompage pour en réduire la consommation. Celle-ci regroupe principalement le remplacement des pompes actuelles par des modèles plus efficaces, c'est-à-dire exigeant une puissance plus faible pour fournir les mêmes résultats (débit et perte de pression), l'amélioration du rendement des moteurs et l'augmentation des différentiels de température sur les réseaux d'eau tant chaude que glacée.

Entraînement à vitesse variable pour les pompes

Cette mesure consiste à remplacer les systèmes de pompage à vitesse constante par des systèmes à vitesse variable. La mesure implique l'ajout d'un variateur de fréquence pour le moteur de la pompe ainsi que des modifications au circuit de distribution, notamment le remplacement des vannes trois voies par des vannes deux voies modulantes.

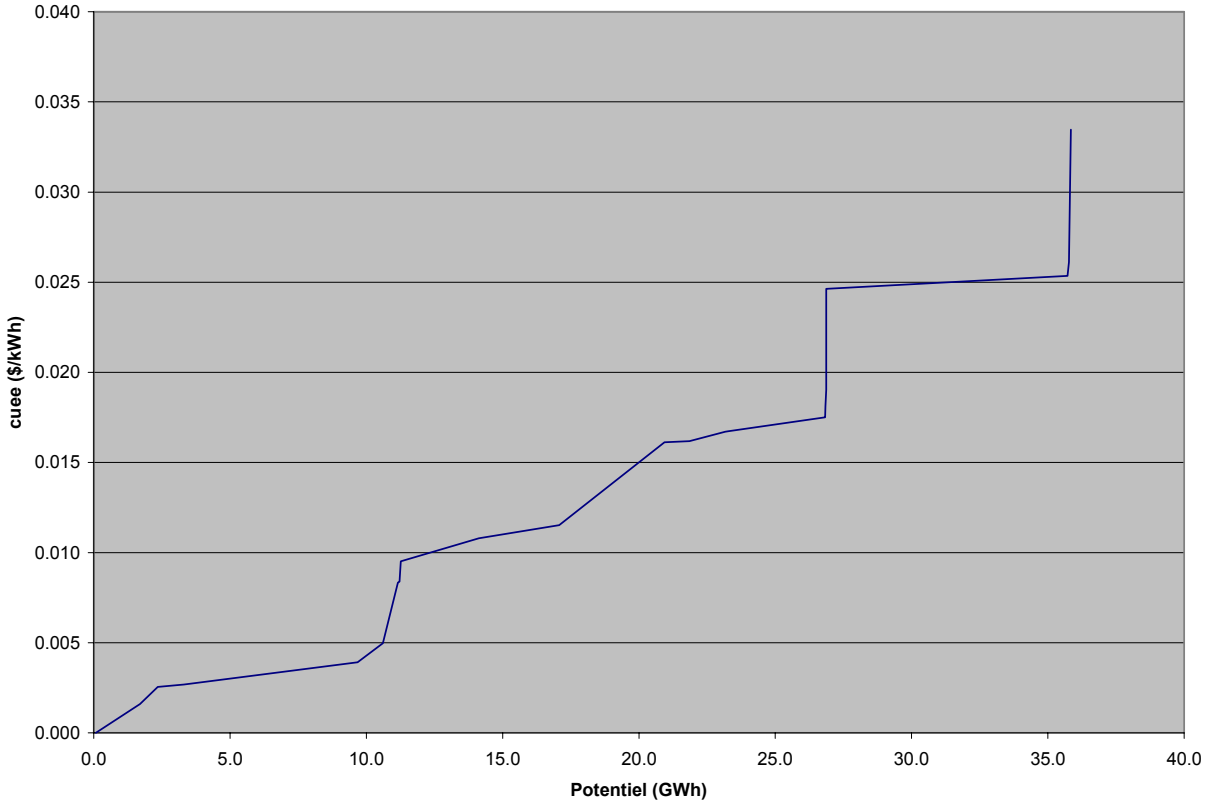
Cette mesure offre un potentiel intéressant mais ne se retrouve uniquement que dans les plus gros bâtiments, particulièrement dans le secteur institutionnel. Les hôpitaux, les grands bureaux et les écoles sont les principales vocations où la mesure est applicable.

Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs

Cette mesure consiste à remplacer les systèmes de ventilation à vitesse constante par des systèmes à vitesse variable. La mesure implique l'ajout d'un variateur de fréquence pour le moteur du ventilateur. Les systèmes visés par cette mesure doivent permettent l'utilisation de ventilateurs à vitesse variable. Les systèmes VAV avec boîtes de dérivation sont principalement visés par cette mesure ou encore les système VAV avec contrôle de débit autre que par modulation de la vitesse du moteur. Cette mesure ne traite pas la conversion des systèmes à volume constant en systèmes à volume variable qui fait l'objet d'une mesure spécifique.

5.6 L'éclairage

Figure 5 : Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique usage éclairage



L'éclairage représente le deuxième usage le plus important en terme de consommation d'électricité pour le secteur commercial et institutionnel au tarif L selon la segmentation adoptée. Toutefois, ce potentiel ne se retrouve qu'au troisième rang du potentiel, derrière le potentiel sur la force motrice. Cette situation provient de plusieurs facteurs mais les principaux sont :

- Les effets croisés pour les systèmes principaux modélisés dans les grands bâtiments, tels les grands bureaux, sont relativement importants, de l'ordre de 50 % à 60 % net (i.e. en incluant les crédits pour la climatisation).
- Le cas de base pour l'éclairage de type fluorescent est le tube 34 W avec ballast magnétique efficace. Ce cas de base ne permet qu'un gain relativement faible pour le fluorescent de type T8 avec ballast électronique.
- Le coût évité pour l'éclairage est plus faible que celui pour le chauffage et la force motrice.

Les mesures qui composent le potentiel sur l'éclairage sont présentées au tableau 15.

Comme pour la force motrice, le nombre de mesures différentes dans le potentiel est faible par rapport au chauffage. Cela est attribuable au traitement générique de certaines mesures. Par exemple, le remplacement de fluorescent 34 W (4 pieds) par des F32T8 couvre également le remplacement des fluorescents de 8 pieds. Toutefois, aux fins de la modélisation, les bâtiments se sont vus dotés uniquement de fluorescents de 4 pieds (i.e. ceux de 8 pieds étaient convertis en nombre équivalent de fluorescents de 4 pieds).

On peut classer les mesures d'éclairage en trois grandes catégories :

- les mesures touchant l'amélioration du rendement des lampes
- les mesures touchant l'amélioration à la conception du système d'éclairage
- les mesures touchant la réduction des heures d'éclairage

Les mesures touchant l'amélioration des lampes sont souvent plus faciles à implanter qu'une revue de la conception du système et ont fait l'objet de programmes d'Hydro-Québec par la passé. On compte dans ce type de mesure :

- le remplacement des fluorescents T12 par des T8 ou des T5[1]

[1] T12, T8 et T5 : désignation standard des tubes fluorescents. Le chiffre indique le diamètre du tube en huitième de pouce. Un T12 a donc 1.5 pouce de diamètre. Les tubes de plus petits diamètres ont un rendement lumineux plus élevés.

- le remplacement des lampes à haute intensité au mercure par des lampes au sodium haute pression ou aux halogénures métalliques
- le remplacement des lampes incandescentes par des fluorescents compacts
- le remplacement des lampes incandescentes par des halogènes ou des halogènes infra-rouges (IR)

Les programmes passés et la réglementation fédérale sur les produits d'éclairage ont eu un impact significatif sur l'adoption de lampes plus efficaces. Ainsi, le tube fluorescent T12 économiseur d'énergie (34 W) est devenu la norme dans le secteur commercial alors qu'avant la réglementation et les programmes, le fluorescent de 40 W était standard. De plus, le fluorescent T8 avec ballast électronique est devenu très commun dans la nouvelle construction ou lors de rénovations majeures. De façon similaire, les lampes à haute intensité au mercure ont été graduellement remplacées par des lampes plus efficaces, soit au sodium haute pression ou par des lampes aux halogénures métalliques.

Le potentiel sur l'amélioration de l'efficacité des lampes a donc été exploité depuis 1992. Toutefois, il y a encore place à l'amélioration de l'efficacité. Le remplacement des lampes incandescentes par des lampes plus efficaces, principalement les fluorescents compacts, offre encore un grand potentiel, bien qu'il se retrouve juste au delà de la limite du potentiel technico-économique.

Tableau 15 : Mesures composant le potentiel pour l'éclairage

Éclairage	Mesure	Potentiel GWh
	Réduction de la densité de puissance d'éclairage	25.6
	Réduction du temps d'éclairage	4.5
	Indicateurs de sortie	4.2
	Lampe sodium dans stationnement	1.6
Total		**35,8**

Réduction de la densité de puissance

La première catégorie de mesures visant l'éclairage a trait à l'optimisation de la conception du système d'éclairage. Contrairement aux mesures touchant l'amélioration de l'efficacité des lampes, cette catégorie de mesure est beaucoup plus générique et se compose en pratique d'un grand nombre d'interventions spécifiques à chaque bâtiment.

Toutefois, le potentiel de cette mesure générique est élevé et relativement peu exploité [37]. À la base, cette mesure, ou plus précisément cette famille de mesures, consiste à réduire au minimum la puissance installée d'éclairage

dans un bâtiment par une conception plus adéquate des systèmes d'éclairage et non seulement par l'utilisation de lampes efficaces. La mesure ne consiste pas nécessairement en une réduction du niveau d'éclairement mais bien en une réduction de la puissance installée. Les niveaux d'éclairement peuvent parfois être réduits lorsque ceux-ci sont mésadaptés à l'utilisation des espaces desservis.

L'utilisation de lampes efficaces ne peut garantir à elle seule la performance d'un système d'éclairage. La qualité du luminaire où est installée la lampe, son emplacement ainsi que la physionomie de l'espace éclairé ont une importance significative sur la performance du système. Enfin, la détermination du niveau d'éclairement réellement requis est aussi très importante dans la conception du système. L'utilisation de règles du pouce pour la conception amène presque inévitablement des systèmes non optimaux où la puissance installée et la consommation risquent d'être plus élevées que nécessaire, sans offrir nécessairement un rendement d'éclairage adéquat.

Une conception efficace va chercher à obtenir un niveau d'éclairement et une distribution optimale tout en réduisant la puissance installée et par conséquent de diminuer la consommation d'énergie pour cet usage.

Cette mesure demande une approche relativement spécifique pour chaque bâtiment bien que certaines interventions plus générales puissent également être envisagées. Par exemple, le remplacement de deux fluorescents T8 ou T12 dans un luminaire standard par un seul fluorescent avec réflecteur spéculaire et une meilleure lentille permet, dans certains cas, d'avoir un niveau adéquat d'éclairement et ce, avec une puissance réduite pratiquement de moitié. Quelques études de cas relevés dans la littérature [38, 39, 40] ont démontré la faisabilité de cette intervention. L'impact net serait de réduire la puissance installée sans réduire de manière significative le niveau d'éclairement. Toutefois, lors de l'implantation de ce type de mesure, le concepteur doit s'assurer de respecter les normes relatives à la densité d'éclairement.

Dans le cadre de l'analyse de cette mesure, une mesure générique dont l'impact est une réduction de près de 50 % de la puissance d'éclairage non-incandescent a été considérée.

Le potentiel présenté au tableau 15 se base donc sur cette mesure générique. Ainsi, toute mesure spécifique à chaque bâtiment et conduisant aux même impacts et à des coûts similaires est assimilable à cette mesure, et entrerait donc dans le potentiel.

Comme la mesure d'optimisation du niveau d'éclairement demande habituellement des modifications, parfois importantes, aux installations existantes, celle-ci doit être envisagée au moment de la construction ou lors

d'une rénovation majeure. De plus, la mesure demande normalement l'implication d'une personne ressource spécialisée en éclairage afin d'être implantée sans réduire la qualité de l'éclairage offert aux occupants. La rentabilité moyenne pour le client, sur la base du coût marginal, se situe aux environs de 5 ans pour la mesure générique évaluée dans le projet.

Enfin, la manière d'exploiter ce potentiel ne passe pas par la promotion d'un produit en particulier mais plutôt par une sensibilisation et un support technique visant à améliorer les méthodes de conception des systèmes d'éclairage. Les normes tel AHSRAE 90.1 ou le CMNÉB ainsi que des programmes comme le PEBC au niveau fédéral encouragent une telle revue des méthodes de conception en imposant des densités de puissance d'éclairage maximales.

Réduction du temps d'éclairage

Cette famille de mesures consiste à mieux contrôler le nombre d'heures pendant lesquels l'éclairage est employé. Cette mesure s'implante, pour les bâtiments de moyenne et grande taille, à l'aide d'un système de gestion d'éclairage. Il est possible d'adjoindre à ce système divers types de contrôle automatique du temps d'éclairage, tels les détecteurs de mouvement et les sondes d'éclairage naturel. Ces systèmes automatiques doivent cependant faire l'objet d'un mise en service très rigoureuse afin d'éviter des problèmes éventuels de contrôle. Une réduction d'environ 15% du nombre d'heures d'éclairage a été considéré lors de l'analyse de cette mesure, sur la base que les grands et moyens bâtiments font déjà une certaine gestion de leur temps d'éclairage.

5.7 L'eau chaude

L'eau chaude représente moins de 5 % de la consommation d'électricité du secteur commercial et institutionnel. Le potentiel évalué pour cet usage, et présenté au tableau 16, est relativement faible.

Le secteur commercial et institutionnel est caractérisé, en ce qui concerne l'utilisation de l'eau chaude, par une vaste majorité de bâtiments où cet usage est peu important, comme les commerces au détail et les immeubles à bureaux. Il n'y a que quelques segments particuliers où l'eau chaude constitue un poste de consommation d'énergie significatif dont les hôtels, les motels, les restaurants, les hôpitaux, les centres d'accueil et les arénas.

Certains petits segments du commerce au détail, comme les buanderies, ont une consommation en eau chaude plus importante mais la segmentation utilisée dans l'analyse ne permet pas de cibler des sous-secteurs de cette taille. Le potentiel identifié offre donc une vue d'ensemble des économies disponibles à grande échelle mais ne permet pas nécessairement d'identifier certaines économies qui seraient disponibles dans des segments plus fins du secteur commercial et institutionnel. Nous pouvons toutefois constater que les résultats obtenus coïncident bien avec une étude précédente d'Hydro-Québec touchant spécifiquement les économies reliées à l'eau chaude [41].

Tableau 16 : Mesures composant le potentiel pour l'eau chaude

Eau chaude	Mesure	Potentiel GWh
	Réduction du débit des robinets de lavabo	2.4
	Pompe à chaleur pour l'ECD*	0.9
	Isolation du système d'ECD	0.9
	Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche	0.5
Total		**4,6**

* : associé à un système géothermique

<u>Pompe à chaleur pour l'ECD</u>

Bien que cette mesure présente le plus fort potentiel pour l'eau chaude, une contrainte importante y est rattachée. Cette mesure consiste à produire l'eau chaude domestique à l'aide d'une pompe à chaleur.

En pratique, ce type de système peut s'installer lorsqu'un système de pompes à chaleur géothermiques ou une pompe à chaleur sur boucle d'eau est présente dans le bâtiment. En pratique, ce pré-requis réduit le nombre

d'applications qui seront admissibles à la mesure en pratique. Il existe cependant des chauffe-eau de type pompe à chaleur air-air [42] mais ce produit n'est pas actuellement adapté au climat du Québec puisqu'il utilise l'air de la pièce comme source d'énergie (i.e. la pompe à chaleur refroidit la pièce pour chauffer l'eau). Un tel équipement ne serait utile que lorsque des pièces sont constamment en demande de climatisation due à des gains internes trop importants (ex. salle d'ordinateurs).

Réduction du débit des robinets de lavabo

Cette mesure provient entièrement de la revue de littérature et n'a pas fait l'objet de simulation dans les bâtiments types de la segmentation.

Cette mesure peut également être considérée équivalente à des actions ayant un résultat similaire, tel l'utilisation de détecteur de mouvement pour ouvrir et fermer les robinets.

Isolation du système d'ECD

Les systèmes de production et de distribution d'eau chaude domestique dans le secteur commercial et institutionnel peuvent se répartir en deux types principaux :

1- les systèmes centraux à circulation continue;
2- les systèmes distribués opérant sur demande.

Le premier type est normalement constitué d'un réservoir central qui est chauffé soit par un brûleur dédié ou par l'intermédiaire de la chaudière de chauffage de l'espace. Un système de pompage assure la circulation en permanence de l'eau chaude dans tout le bâtiment.

Le second type est identique à ceux rencontrés dans le secteur résidentiel. Des chauffe-eau de 40 gallons ou 60 gallons sont localisés près des différents points de service. L'eau chaude est amenée au robinet uniquement par la pression du réseau d'aqueduc.

La mesure d'isolation du système d'ECD va donc varier selon le type de bâtiment. Dans les bâtiments ayant des systèmes distribués, la mesure consiste uniquement à utiliser une couverture isolante de chauffe-eau ou un chauffe-eau plus performant. Pour les systèmes centraux, la mesure implique l'isolation de la tuyauterie de circulation de l'eau chaude et du réservoir. Les économies d'énergie sont beaucoup plus importantes pour ce dernier type de système bien que les coûts soient également plus élevés.

Le taux de pénétration de la mesure et le marché tendanciel est assez important, tant pour les systèmes centraux que distribués.

5.8 Climatisation

La climatisation ne constitue pas un poste très significatif dans le bilan énergétique de la très grande majorité des bâtiments au Québec. Cet usage est rarement responsable de plus de 10 % de la consommation d'énergie d'un bâtiment.

Il est donc logique que le potentiel sur cet usage soit relativement faible. Les résultats présentés au tableau 17 indiquent toutefois un potentiel pratiquement nul pour cet usage. Ce résultat offre cependant une image partielle du potentiel sur la climatisation. En effet, comme il a été indiqué au début de la section 5, lorsqu'une mesure affecte plus d'un usage, l'économie totale provenant de la mesure était attribuée à l'usage où l'économie était la plus grande. Dans de tel cas, invariablement l'usage où l'économie est la plus grande est le chauffage. Ainsi, les mesures d'arrêt de la ventilation, fermeture des volets d'air neuf et utilisation de sondes de CO_2 ont toutes un effet sur la climatisation. Toutefois, comme cette mesure est implantée à un coût unique tant pour la climatisation que pour le chauffage, l'économie d'énergie totale doit être attribuée à la mesure, et ce, pour un seul usage pour le calcul du *cuee*.

Les résultats au tableau 17 indiquent donc le potentiel pour des mesures touchant exclusivement les équipements de climatisation. Les autres mesures de contrôle ont été traitées au niveau de l'usage chauffage.

Tableau 17 : Mesures composant le potentiel pour la climatisation

Climatisation	Mesures	Potentiel GWh
	Optimisation de la température d'alimentation	0,1
	Ajout d'un module économiseur sur unité de toit	<0,1
Total		0,1

La seule mesure ayant un potentiel significatif concerne l'utilisation d'unités de toit à haute efficacité. Ces unités de toit sont dotées d'un système de climatisation avec un COP (coefficient de performance) supérieur aux unités courantes.

Les mesures sur l'utilisation de tours d'eau efficaces et de refroidisseurs à haut rendement n'ont pas passé le seuil économique pour entrer dans le potentiel.

6.0 Conclusions et recommandations

Cette étude a permis d'obtenir un estimé du potentiel d'économie d'énergie pour le secteur commercial et institutionnel au tarif L. Le potentiel est évalué à 149,9 GWh pour l'ensemble des usages. Ce potentiel est basé sur des mesures commercialement disponibles et techniquement éprouvées. Dans le cadre d'une évaluation sur des horizons relativement court, soit 5 ans et 10 ans, l'adoption de ces critères d'évaluation du potentiel est tout à fait adéquate.

L'estimation du potentiel pour les abonnements au tarif L est basée sur la méthodologie et les résultats de simulation obtenus dans le cadre de l'étude des abonnements au tarif G, G9 et M. Puisque le nombre, les vocations et la taille des bâtiments au tarif L sont différentes de ceux aux tarifs M et G, l'incertitude quant à l'estimation du potentiel sera plus grande.

Le parc de bâtiments traités dans l'analyse représente approximativement 8,2 millions de mètres carrés de superficie de plancher et consomme plus de 2,2 TWh d'électricité annuellement. Le potentiel d'économie d'énergie représente donc 7,5 % de la consommation de ce parc.

La répartition du potentiel se divise principalement entre trois grands usages, soit le chauffage avec 63,6 GWh, l'éclairage avec 35,8 GWh et la force motrice à 45,9 GWh.

Une majorité des mesures rentables dans le potentiel, tous usages confondus, sont basées sur l'optimisation de l'opération des systèmes, tel le contrôle du temps de fonctionnement des équipements. La vaste majorité de ces mesures s'implante par l'intermédiaire de systèmes de gestion de l'énergie (SGE). La rentabilité de ces mesures est souvent excellente pour le client, particulièrement dans les bâtiments récents où une structure de base de SGE existe déjà.

Le chauffage

Du point de vue du chauffage, les pistes les plus prometteuses d'économie d'énergie rentables se retrouvent au niveau du contrôle et du traitement de l'air neuf. L'optimisation du volume d'air neuf admis dans un bâtiment, par l'utilisation d'une sonde de CO_2 par exemple, offre un potentiel particulièrement intéressant pour les applications où le niveau d'occupation est variable. Étant donné le potentiel important relié à ce type de mesure une validation des économies possibles devrait être effectuée, soit par un projet pilote ou par un projet de démonstration sur des bâtiments existants. Un des aspects importants à vérifier est le maintien des économies sur une période raisonnable sans réglage ou entretien des systèmes. De plus, le potentiel de cette mesure est étroitement lié aux modes de fonctionnement des volets d'air neuf. Si ces volets sont déjà fermés en période de chauffage, la

mesure n'apportera aucun gain. Ces contraintes requièrent donc d'être vérifiées de manière détaillée afin de cerner plus précisément le potentiel réalisable de cette mesure dont le potentiel apparent est important.

Les autres mesures d'optimisation des systèmes de chauffage touchent principalement le contrôle optimal des arrêts et départs des équipements de chauffage et d'alimentation en air neuf.

Ces mesures sont facilement implantées par un SGE ou un petit contrôleur numérique. Toutefois, le maintien des économies est souvent problématique dans les plus petits bâtiments. Dans ces bâtiments, il n'y a souvent pas de personnel dédié à la gestion de l'énergie et des systèmes. Par conséquent, les mesures d'optimisation du contrôle ont tendance à s'effriter car celles-ci demandent un suivi régulier.

Du point de vue des équipements, la principale mesure d'économie d'énergie consiste à l'installation de récupérateurs de chaleur sur l'air évacué des bâtiments. La réglementation actuelle [17] oblige la récupération de chaleur uniquement lorsque la quantité de chaleur évacuée est supérieure à 300 kW. Cette limite implique qu'uniquement les plus grandes installations seront munies de récupérateurs.

L'ajout de cet équipement au moment de la conception en optimise toutefois la rentabilité. De plus, si la récupération n'est pas envisagée au moment de la conception, il est parfois pratiquement impossible de l'implanter. Dès lors, l'exploitation de ce potentiel dans les bâtiments existants est beaucoup plus difficile. Cette mesure devrait donc faire l'objet d'efforts principalement au niveau de la nouvelle construction.

L'éclairage

Le potentiel sur l'éclairage repose principalement sur une conception optimale du système d'éclairage afin d'obtenir un niveau adéquat d'illumination avec la plus faible puissance installée possible.

Cette mesure demande qu'une attention particulière soit apportée à la conception du système d'éclairage, en débutant par la définition des niveaux d'éclairage réellement requis dans chaque espace d'un bâtiment. Par la suite, le choix du type de lampe, des luminaires et de leur emplacement doit être effectué par des spécialistes.

Ce potentiel est donc exploitable au moment de la construction ou d'une rénovation majeure.

Les actions possibles pour bénéficier de ce potentiel consistent essentiellement à offrir aux clients l'expertise pour atteindre l'objectif de réduction de la puissance d'éclairage, en incluant la définition des moyens techniques d'application de la mesure, l'évaluation des économies d'énergie possibles et la présentation de la rentabilité économique de la mesure.

Certains outils pourraient permettre d'atteindre cet objectif. Ainsi, un logiciel simplifié de simulation, disponible sur Internet, pourrait servir à évaluer les gains nets des mesures d'éclairage. Par la suite, un accès à un service de support technique pourrait orienter les clients sur les moyens à prendre pour atteindre l'objectif de puissance d'éclairage.

Finalement, il serait également possible d'associer un incitatif financier à la mesure. Lorsqu'un client rencontrerait un objectif de puissance d'éclairage, comme ceux définis dans le CMNÉB ou ASHRAE90.1, un montant de subvention pourrait être accordé sur la base des économies évaluées par le logiciel.

Cette approche de type performance est très similaire à celle offerte par le programme au fédéral soit le PEBC. Toutefois, le support technique aux clients revêt un aspect essentiel à l'intervention afin de s'assurer que les économies d'énergie ne se font pas au détriment de la qualité du système d'éclairage.

Cette approche intégrée de l'éclairage permet d'atteindre des objectifs beaucoup plus larges qu'un incitatif relié à un type de lampe spécifique, comme par exemple le fluorescent compact. Toutefois, si un appareil spécifique devait être ciblé pour une intervention, le fluorescent compact demeure la meilleure option.

La force motrice

La force motrice représente un usage souvent négligé dans les analyses d'économie d'énergie. Il existe toutefois un potentiel significatif pour cet usage. L'amélioration à l'efficacité des systèmes de pompage et de ventilation sont deux avenues d'intervention possibles.

Les variations de configuration pour ces systèmes exigent que les interventions soient relativement personnalisées. Les coûts des mesures font également que celles-ci devraient être envisagées au moment de modifier les équipements ou lors de la construction du bâtiment.

La première étape dans l'exploitation de ce potentiel réside dans une sensibilisation accrue auprès des concepteurs et des propriétaires du rôle de la force motrice dans le bilan énergétique. Comme pour l'éclairage, des outils de diagnostics gratuits, possiblement sur Internet, pourrait permettre de quantifier cas par cas l'importance de cet usage.

Par la suite, une intervention chez les clients intéressés devrait être faite sur une base individuelle car les méthodes d'amélioration de l'efficacité du système de pompage et de ventilation peuvent varier.

Certains équipements peuvent faire l'objet de promotions spécifiques, dont l'entraînement à vitesse variable mais requiert toujours un support technique lors de son implantation.

Nouvelle construction et rénovations majeures

La plupart des mesures d'économie d'énergie évaluées sont beaucoup plus rentables lorsqu'elles sont implantées au moment de la construction d'un bâtiment. Il est donc essentiel que ces mesures soient envisagées dans le processus de conception de nouveaux bâtiments et que tous les intervenants soient impliqués dans le processus d'amélioration à l'efficacité énergétique du bâtiment.

Un exemple de programme visant la nouvelle construction est le Programme d'encouragement pour les bâtiments commerciaux (PEBC) du gouvernement fédéral, et géré par l'AEÉ au Québec. Ce programme offre un incitatif financier allant jusqu'à 60 000 $ pour tout nouveau bâtiment ou agrandissement dont la consommation d'énergie est de 25 % inférieure au Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments (CMNÉB) [18,35].

Ce programme vise à modifier fondamentalement la manière dont les bâtiments sont conçus. Afin d'atteindre l'objectif d'efficacité énergétique, les architectes, ingénieurs et autres intervenants du projet doivent interagir dès le début de la conception en considérant le bâtiment dans son ensemble, comme un système intégré. Par exemple, les architectes et ingénieurs vont se coordonner pour permettre une récupération de chaleur à un coût le plus bas en localisant les admissions d'air neuf et d'air évacué aussi près que possible.

Comme une telle approche intégrée demande souvent un changement aux pratiques courantes de conception, des programmes auxiliaires de support au PEBC sont apparus. Quelques compagnies de services publics ont effectivement basé des programmes d'intervention pour leur clientèle d'affaires sur l'atteinte du PEBC, entre autres en Ontario et en Colombie-Britannique. Ces programmes offrent un service de support technique aux ingénieurs, architectes et entrepreneurs pour qu'ils se familiarisent avec les techniques de conception efficace et la conception intégrée des bâtiments commerciaux. De plus, des séminaires intensifs de conception intégrés, appelés « Charrette », sont organisés sur une base sectorielle (i.e. pour une vocation donnée).

Cette approche permet de réduire les coûts reliés à un programme de subvention directe tout en permettant aux clients d'avoir accès à des incitatifs d'un programme connexe. Enfin, ces programmes permettent d'initier un changement fondamental dans les pratiques de construction, ce qui devrait se traduire par des gains à long terme.

Réglementation

La réglementation actuelle [17] sur l'économie d'énergie dans les nouveaux bâtiments remonte essentiellement à 1983 avec deux révisions effectuées en 1985 et 1992. Certaines considérations du règlement auraient avantage à être revues dont l'absence d'une méthode de conformité par la performance, comme il est rencontré dans des documents de références reconnus [17, 36]. Les critères actuels sur l'éclairage sont très limités et permettent à un bâtiment ayant un fort niveau d'éclairage et de gains internes d'avoir une enveloppe thermique moins performante.

Bien que l'application du règlement ne soit pas toujours vérifiée de manière très rigoureuse, un renforcement de celui-ci permettrait de bénéficier malgré tout d'économies naturelles. Des efforts concertés des grands intervenants du secteur de l'énergie, tel Hydro-Québec et l'AEÉ, permettraient possiblement de mettre à jour la réglementation actuelle qui devient de plus en plus déficiente par rapport aux normes modernes [17, 36]. De plus, les gains obtenus par l'intermédiaire de normes minimales d'efficacité se retrouvent dans le parc de nouveaux bâtiments sur lequel il est important d'agir dès sa conception.

7.0 Bibliographie

1- Données économiques fournies par Hydro-Québec, novembre 2001
2- « Règlement no 663 d'Hydro-Québec établissant les tarifs d'électricité et les conditions d'application », 1998
3- Site Internet Gaz Métropolitain, section tarifaire
4- «Les appareils d'éclairage et le Règlement sur l'efficacité énergétique », Règlement sur l'efficacité énergétique, Document Internet, http :// reglement.rncan.gc.ca/fs7-01.htm, décembre 1998.
5- « Demand - Side Management - Technical Potential for New Brunswick Power », Xenergy Inc., Burlington, Mass., July 1990.
6- « Mechanical Cost Data Handbook », RS Means, 21st annual edition, ISBN0-87629-471-9
7- « Light Commercial Cost Data Handbook », RS Means, 20th annual edition, ISBN0-87629-471-9
8- « Hanscomb Yardsticks for Costing – Cost data for the Canadian Construction Industry », RS Means, 2001, ISBN 0-87629-607-X
9- « Bilan énergétique 1996 - 1997 du réseau des commissions scolaires », Michel Parent, ing., avril 1998.
10- « Analyse de la situation – éducation », présentation préparée par Unité mise en marché – Hydro-Québec, 26-06-2001, pp. 6 à 13
11- « Bilan 1991-1992, 1992-1993, 1993-1994 et 1994-1995 », Statistiques concernant les consommateurs énergétiques du réseau collégial, Ministère de l'Éducation, Direction générale de l'enseignement collégial, Direction des ressources matérielles et financières, Service de l'allocation des ressources, octobre 1996.
12- « Monographie du secteur hôtels/motels du marché commercial », Rapport final, Soléco Consultants inc., en collaboration avec Les conseillers ADEC inc., janvier 1992.
13- « Suivi des comportements énergétiques - Marché commercial », Méthodologie, Hydro-Québec, Groupe Commercialisation et Affaires internationales (COMAI), Vice-présidence Efficacité énergétique, Service Planification commerciale, Marché commercial, novembre 1992.
14- « Suivi des choix énergétiques dans les édifices commerciaux - Nouvelles constructions, agrandissements et rénovations», Hydro-Québec, Groupe Commercialisation et Affaires internationales, Vice-présidence Efficacité énergétique, Service études de marchés et Planification, octobre 2000.
15- « Évaluation des potentiels d'économies d'énergies réalisables - Marchés : commercial & institutionnel », Rapport sommaire, Groupe CMA, Chalifour, Marcotte et Associés Inc., décembre 1991.
16- « Analyse des technologies et de l'offre de systèmes CVC », Pageau, Morel & Associés Inc., Dessau Inc., Experts-Conseils, Chalifour, Marcotte & Associés Inc., novembre 1993.
17- « Règlement sur l'économie d'énergie dans les nouveaux bâtiments », E-1.1, r.1, ISBN 2-551-15356-5,1997

18- « Code modèle national de l'énergie pour les bâtiments – Canada 1997 », Commission canadienne des codes du bâtiment et de prévention des incendies, Institut de recherche en construction, ISBN 0-660-95563-6, 1997
19- « An Integrated Approach to the Design of Double Facades in Canadian non-domestic Buildings : A Case Study », Bourgeois, D., Demers, C.D., Migneron, J-G., Guimont, P., Proceedings of IAQVEC Conference, China, 2001
20- « Super Advanced Windows », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
21- « Vacuum Panel Insulation », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
22- « Integrated Onsite Energy System », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
23- « Gas-Filled Panels – Advanced Insulation », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
24- « Advanced T5 Lighting System », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
25- « T5 Fluorescent Lamps », Advanced Buildings Technologies and Practices, Lighting and daylighting, http://www.advancedbuildings.org/
26- « Advanced Metal Halide », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
27- « The 2-photon Lamp », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
28- « High Efficiency Sulfur Lamp Uplighter », Siminovitch, M., Lawrence Berkley National Laboratory
29- « Passive Solar Energy », Technology Fact Sheet, Energy Technology Futures 2030 Technology Perspectives
30- « Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality - an American National Standard», ASHRAE 62 – 1999, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers inc., ISSN 1041-2336
31- « The economically attractive potential for energy efficiency gains in Canada Case Study #3 - Commercial », Peat Marwick Stevenson & Kellogg in association with Marbek Resource Consultants, Torrie Smith and Associates, WATSRF, May 1991.
32- « Évaluation du potentiel technico-économique de la télégestion dédiée à la clientèle d'affaires », Rapport technique, Technosim, mars 1998.
33- « Potentiel d'économies d'énergie en réfrigération dans les arénas du Québec », Lavoie, M. R., Sunyé, R., Giguère, D., Préparé par le LRDEC pour l'Association des arénas du Québec, décembre 2000
34- « Lighting Energy Savings Opportunities in Hotel Guestrooms », Page, E., Siminovitch, M., Lawrence Berkley National Laboratory, LBNL-44448 L-217, October 1999
35- « Commercial Building Incentive Program for Energy-Efficient new Construction – Technical Guide », Natural Resources Canada, Office of Energy Efficiency, ISBN 0-662-29685-0, 2000
36- « Energy Standard for Buildings Except Low-Rise Residential Buildings », ASHRAE 90.1-1999, ISSN 1041-2336

37- « Advanced Lighting Program Development (BG9702800) », Final Report, Rubinstein, F., Johnson, S., Lawrence Berkley National Laboratory, LBNL-41679 L-218, February 1998
38- « St-Paul's Hospital Lighting retrofit study », Saskatchewan Energy Management Task Forces, www.emtfsask.ca
39- « Chase Realizes Savings with Combined Humidification and Lighting Systems », Chase Manhattan Bank Case Study, Energy Solutions inc., www.okelectric.com/energysolutions/casestudies/chase.htm
40- « The Forrestal Building Relighting Project Saves $400K Annually », Federal Energy Management Program (FEMP), Design Assistance, US DOE www.eren.doe.gov/femp/techassist/276.html
41- « Étude préliminaire pour le chauffage de l'eau dans le marché commercial - potentiel technico-économique», Planification commerciale, Marché Commercial, juin 1992.
42- « Drop-in heat pump water heater saves energy », Mayer, K.CADDET Newsletter, no.2 August 2001
43- « Power Demand and Energy Savings Through Air Leakage Control in High-Rise Residential Buildings in Cold Climate », Parekh, A., Natural Resources Canada
44- « Lighting Upgrade Technologies », Lighting Upgrade Manual, US EPA Green Lights Program, January 1995.
45- «Objectifs et analyse de rentabilité », Étude de faisabilité, Annexe IV, Version finale, Conception des programmes Marchés C.I., Vice-présidence efficacité énergétique, Hydro-Québec, septembre 1993.

Annexe A

Méthodologie de l'analyse économique

L'analyse économique repose en premier lieu sur l'évaluation des économies annuelles d'une mesure et de son coût de revient annuel actualisé (annuité[1]). Le coût de revient de l'énergie économisée, appelé coût unitaire de l'énergie économisée, est alors obtenu en calculant le rapport entre le coût annuel d'une mesure d'efficacité énergétique et l'économie d'énergie annuelle qui lui est attribuable. Cet indice sert à évaluer la rentabilité d'une mesure du point de vue du distributeur d'énergie selon la formulation suivante :

$$cuee = \frac{Annuité}{EE_{source}} \quad \left[\frac{\$}{kWh}\right]$$

où;

cuee = *coût unitaire de l'énergie économisée*
EE_{source} = *Énergie économisée annuellement pour la source visée selon le distributeur, kWh*

Cet indice peut également servir à établir la rentabilité d'une mesure du point de vue du client lorsque la formulation suivante est employée :

$$cuee = \frac{Annuité}{EE_{total}} \quad \left[\frac{\$}{kWh}\right]$$

où;

EE_{total} = *Énergie économisée annuellement pour toutes les sources affectées par la mesure, kWh*

Deux types de coûts peuvent être utilisés lors du calcul de l'annuité attribuable à une mesure. Un premier coût correspond au coût total requis pour implanter la mesure alors qu'un second coût ne représente que la différence entre le coût pour installer la mesure et le coût pour installer un équipement ou un accessoire conventionnel. On identifie ce dernier type de coût comme étant le coût marginal d'une mesure.

Par exemple, un propriétaire faisant construire ou rénover sa résidence a le choix entre l'achat de fenêtres en verre double conventionnel ou en verre double à basse émissivité, plus efficaces mais légèrement plus dispendieuses. S'il opte pour la mesure d'efficacité énergétique, seule la différence entre le coût des deux types de fenêtres est utilisée dans le calcul de l'annuité. Cependant, si un propriétaire d'une maison existante faisait changer ses fenêtres, avant la fin de la durée de vie utile des fenêtres existantes, uniquement pour économiser de l'énergie, le coût total du remplacement des fenêtres serait attribué à la mesure.

[1] Annuité : coût actualisé d'une mesure répartie en versements annuels égaux sur la durée de vie d'une mesure.

Dans tous les cas, le coût des mesures a été estimé en considération d'un marché mature. Ainsi, pour certaines technologies à faible taux de commercialisation, le coût utilisé lors de l'évaluation est inférieur à celui du marché actuel. Cet ajustement au coût de la mesure est effectué afin d'escompter les baisses probables de celui-ci dans un marché plus large, dû à des économies d'échelle.

Détail du calcul du coût unitaire de l'énergie économisée :

Facteur d'actualisation :

$$P = \frac{1-(1+i)^{-N}}{i}$$

P = Facteur d'actualisation
i = taux d'actualisation
N = durée de vie de la mesure

Valeur actualisée du coût de la mesure :

$$Va = \frac{C \times i}{1-(1+i)^{-N}}$$

C = coût total de la mesure

On obtient alors le coût unitaire ($/kWh):

$$cuee = \frac{Va}{Ea} = \frac{\frac{C \times i}{1-(1+i)^{-N}}}{Ea}$$

Ea = économie d'énergie annuelle (kWh) – client ou distributeur

Un second paramètre permet d'évaluer la rentabilité d'une mesure du point de vue du client. La période simple de récupération de l'investissement (PRI) offre une évaluation préliminaire de la rentabilité d'une mesure pour le client. Ce paramètre ne tient pas compte de l'actualisation de l'investissement requis pour implanter une mesure.

Calcul du PRI :

$$PRI = \frac{C}{(Ea * Ce)}$$

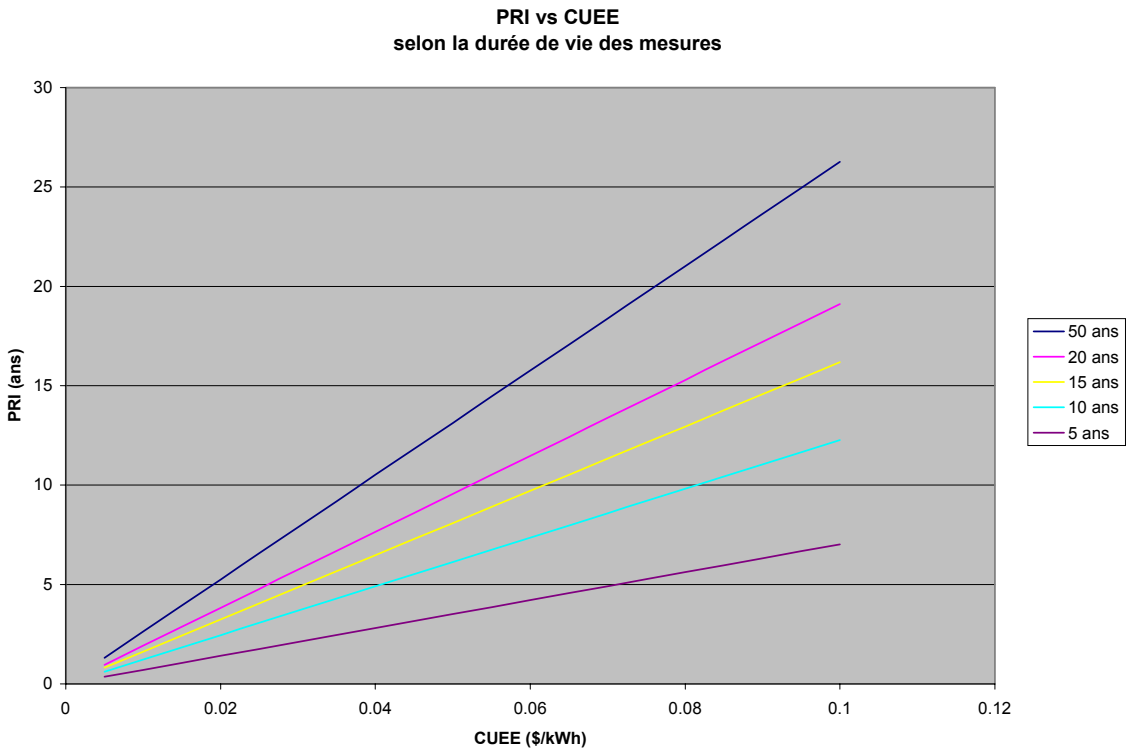
Ce = prix moyen de l'énergie pour le client
Ea = économie d'énergie annuelle (kWh) – client

Il est également possible d'établir un lien entre le *cuee* et la *PRI*. La *PRI* peut s'exprimer sous la forme suivante :

$$PRI = \frac{cuee * P}{Ce}$$

Ainsi le *cuee* et la *PRI* auront une relation linéaire l'un à l'autre dans la mesure où la durée de vie des mesures est la même. La figure 2 illustre la relation entre le *cuee* et la *PRI* pour différentes durées de vie des mesures.

Figure 2 : Relation entre le *cuee* et le *PRI*



Les équations précédentes sont présentées pour le cas spécifique où une seule source d'énergie est affectée par les mesures. Lorsque les mesures ont un impact sur d'autres sources, la *PRI* doit être évalué en tenant compte de l'effet sur celles-ci.

Calcul de la valeur actuelle nette :

Un indicateur plus approprié pour évaluer l'impact d'une mesure, pour le client, sur sa durée de vie utile est la valeur actuelle nette (VAN). La VAN permet de déterminer si une mesure va se traduire par un gain net sur sa durée de vie en considérant l'inflation et le taux d'actualisation. La VAN se calcul de la façon suivante :

$$VAN = -C + Ea * Ce * \frac{(1+Inf)}{(i-Inf)} * \left[1 - \left(\frac{(1+Inf}{(1+i)}\right)^{N}\right] - Entretien * \frac{(1+Inf)}{(i-Inf)} * \left[1 - \left(\frac{(1+Inf)}{(1+i)}\right)^{N}\right]$$

Inf = taux d'inflation sur l'énergie
Entretien = coût d'entretien annuel

Il est possible à partir de la VAN de calculer le taux de rentabilité interne (TRI), qui correspond au taux équivalent qu'a rapporté les sommes investies pour la mesure d'efficacité. Le TRI est égal au taux d'actualisation pour lequel la VAN égale zéro.

Les VAN des mesures évaluées dans le projet sont inclues dans les tableaux détaillés des mesures présentés à l'annexe B.

Annexe B

Mesures composant le potentiel technico-économique

Usage « Chauffage »

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Abaissement permanent de la température de l'entrepôt - EntrS2.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.000	19725	0.0	0.07	0.0
Fenêtres en verre double sans film réfléchissant - BureauMUT7.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.000	168904	0.0	0.16	0.5
Fenêtres en verre double sans film réfléchissant - BureauMUTG7.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.000	121952	0.0	0.11	0.7
Thermostats précis - CegepVAV20.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.000	8118	Aucun	0.44	0.9
Thermostats précis - Hotel14.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.000	8148	Aucun	0.02	1.0
Thermostats précis - UnivVAV20.doe	Grande université	Marginal	0.000	12016	0.0	0.25	1.0
Abaissement permanent de la température de l'entrepôt - EntrS2.doe	Entrepôts secs TAE	Total	0.000	19725	0.0	0.00	1.1
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauGDD2.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.000	6008470	0.1	1.98	3.0
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauGDD1.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.001	542732	0.1	0.18	3.2
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauMUT2.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.001	719842	0.1	1.59	4.8
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauGDD2.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.001	6008470	0.3	1.65	6.5
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauGDD1.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.001	542732	0.1	0.15	6.6
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauMUTG2.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.001	492321	0.2	1.09	7.7
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauMUT2.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.001	719842	0.3	1.32	9.0
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauGDDG1.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.002	198798	0.1	0.00	9.0

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - UnivVAV3.doe	Grande université	Marginal	0.002	1537368	0.1	1.66	10.7
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauMUTG2.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.002	492321	0.3	0.90	11.6
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauMUT1.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.002	318669	0.5	0.70	12.3
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CentreC2.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.002	832679	1.7	2.73	15.0
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauGDDG1.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.003	198798	0.2	0.00	15.0
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauGDDG2.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.003	1131594	0.1	0.00	15.0
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - UnivVAV3.doe	Grande université	Total	0.003	1537368	0.1	1.25	16.3
Optimisation de la température d'alimentation - BureauGDD3.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.003	2123329	0.3	0.58	16.9
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CegepVAV1.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.003	529894	0.6	0.76	17.6
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauMUT1.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.004	318669	0.8	0.59	18.2
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CentreC2.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Total	0.004	832679	3.3	1.69	19.9
Abaissement permanent de la température des vestibules - CentreC6.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.004	81975	0.9	0.05	19.9
Abaissement permanent de la température des vestibules - CentreCG6.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.004	81975	0.8	0.05	20.0
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CentreCG2.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.004	404279	0.4	1.33	21.3

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - BureauGDD5.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.005	148798	0.8	1.06	22.3
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - BureauGDD5.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.005	148798	0.8	1.02	23.4
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauGDDG2.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.005	1131594	0.1	0.00	23.4
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauMUT5.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.005	16911	0.1	1.58	23.4
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauMUT5.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.005	16911	0.1	0.00	25.0
Optimisation de la température d'alimentation - BureauMUT22.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.005	296776	0.4	0.19	25.2
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - Hotel4.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.005	277872	1.1	0.08	25.3
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CegepVAV1.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.006	529894	1.1	0.50	25.8
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - CentreCG7.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.006	58030	0.3	0.77	25.8
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - CentreCG7.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.006	58030	0.3	0.00	26.5
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - CentreC7.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.006	58030	0.3	0.77	26.5
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - CentreC7.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Total	0.006	58030	0.3	0.00	27.3
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - EntrS3.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.006	29132	Aucun	0.08	27.4
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauGDDG8.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.006	41266	0.3	0.00	27.4

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauGDDG8.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.006	41266	0.3	0.00	27.4
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauGDD8.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.006	41266	0.2	0.58	27.4
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauGDD8.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.006	41266	0.2	0.00	28.0
Abaissement permanent de la température des vestibules - CentreC6.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Total	0.006	81975	1.4	0.02	28.0
Abaissement permanent de la température des vestibules - CentreCG6.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.006	81975	1.2	0.02	28.0
Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauMUT4.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.007	12837	0.9	0.16	28.2
Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauGDD7.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.008	32327	1.9	0.06	28.2
Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauGDDG7.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.008	32327	1.9	0.00	28.2
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CentreCG2.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.008	404279	0.7	0.82	29.0
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - Hotel4.doe	Grand hôtel TAE	Total	0.010	277872	2.1	0.04	29.1
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - CegepVAV6.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.010	31067	0.7	0.04	29.1
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - EntrS3.doe	Entrepôts secs TAE	Total	0.011	29132	Aucun	0.03	29.2
Optimisation de la température d'alimentation - CegepVAV399.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.013	372362	2.0	0.09	29.2
Optimisation du contrôle des hottes - CentreC8.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.013	114771	1.8	2.53	31.8

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauGDD6.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.013	35229	0.9	0.80	32.6
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - BureauGDDG5.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.013	50791	0.4	0.00	32.6
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - BureauGDDG5.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.013	50791	0.4	0.00	32.6
Optimisation du contrôle des hottes - CentreC8.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Total	0.013	114771	1.9	2.09	34.7
Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauGDD7.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.013	32327	3.3	0.06	34.7
Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauGDDG7.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.013	32327	3.2	0.00	34.7
Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauMUT4.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.014	12837	1.8	0.15	34.9
Isolation du toit de R-10 à R-20 - CegepVAV14.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.014	42497	2.3	0.08	35.0
Réduction de l'infiltration aux portes de garage - EntrS6.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.014	21190	0.2	1.19	35.0
Réduction de l'infiltration aux portes de garage - EntrS6.doe	Entrepôts secs TAE	Total	0.014	21190	0.2	0.00	36.1
Optimisation de la température d'alimentation - BureauGDD3.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.015	2123329	1.6	0.58	36.7
Abaissement permanent de la température des escaliers - BureauMUT12.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.015	11782	3.2	0.56	37.3
Isolation des murs de R-7 à R-15 - CegepVAV13.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.016	44256	2.6	0.09	37.4
Isolation du toit de R-10 à R-20 - Hotel8.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.017	35346	3.5	0.00	37.4
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - CegepVAV6.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.017	31067	1.1	0.03	37.4
Isolation du toit de R-12 à R-20 - EntrS8.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.018	13658	1.9	0.03	37.4

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Contrôle de l'air neuf de l'auditorium par sonde de CO2 - CegepVAV7.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.019	22509	0.5	0.59	38.0
Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauGDD6.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.019	35229	1.5	0.78	38.8
Abaissement permanent de la température des vestibules - Hopital1.doe	Hôpitaux	Marginal	0.020	8617	4.4	0.00	38.8
Optimisation de la température d'alimentation - BureauMUT22.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.020	296776	1.6	0.14	38.9
Contrôle de l'air neuf de l'auditorium par sonde de CO2 - UnivVAV7.doe	Grande université	Marginal	0.020	23183	2.2	0.23	39.2
Abaissement permanent de la température des vestibules - Hopital1.doe	Hôpitaux	Total	0.020	8617	4.5	0.00	39.2
Isolation des murs de R-7 à R-15 - EntrS7.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.021	14625	2.2	0.03	39.2
Installation de vestibules - UnivVAV11.doe	Grande université	Marginal	0.022	8236	9.9	0.00	39.2
Installation de vestibules - UnivVAV11.doe	Grande université	Total	0.022	8236	9.9	0.00	39.2
VRC (sauf les chambres) - Hotel20.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.023	176700	2.1	0.44	39.6
Abaissement permanent de la température des vestibules - CegepVAV3.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.025	5715	3.1	0.01	39.7
Abaissement permanent de la température des vestibules - CegepVAV3.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.025	5715	3.2	0.01	39.7
Isolation des murs de R-5 à R-10 - BureauMUTG18.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.026	55979	4.7	0.27	39.9
Isolation des murs de R-8 à R-15 - Hotel7.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.026	131301	5.9	0.00	39.9
Installation de vestibules - CegepVAV11.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.026	7005	3.5	0.00	39.9
Installation de vestibules - CegepVAV11.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.026	7005	3.5	0.01	39.9
Isolation des murs de R-5 à R-10 - BureauMUT18.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.026	54455	4.8	0.26	40.2
Optimisation du contrôle des hottes - Hotel24.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.026	33968	2.4	0.04	40.2

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Arrêt des évacuateurs en période inoccupée - UnivVAV5.doe	Grande université	Marginal	0.027	10961	4.7	0.11	40.4
Contrôle de l'air neuf de l'auditorium par sonde de CO2 - UnivVAV7.doe	Grande université	Total	0.029	23183	3.8	0.21	40.6
Abaissement permanent de la température des escaliers - BureauMUT12.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.030	11782	6.7	0.54	41.1
Isolation du toit de R-12 à R-20 - BureauMUTG16.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.030	10551	5.3	0.04	41.1
Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauMUT3.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.032	14273	1.9	2.17	43.3
Isolation du toit de R-12 à R-20 - BureauMUT16.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.032	9760	5.7	0.04	43.4
Contrôle de l'air neuf de l'auditorium par sonde de CO2 - CegepVAV7.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.033	22509	1.1	0.53	43.9
Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauGDD10.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.033	283177	1.9	0.16	43.9
Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauGDD10.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.033	283177	1.9	0.00	44.0
Isolation du toit de R-20 à R-30 - Hotel9.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.033	12192	6.8	0.02	44.1
Isolation du toit de R-12 à R-20 - BureauGDD11.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.033	20574	6.7	0.01	44.1
Isolation du toit de R-12 à R-20 - CentreC9.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.034	259936	8.3	0.02	44.1
Réduction de l'infiltration du bâtiment - EntrS5.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.036	15328	1.8	0.06	44.1
Réduction de l'infiltration du bâtiment - EntrS5.doe	Entrepôts secs TAE	Total	0.036	15328	1.8	0.00	44.1
VRC - BureauGDD20.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.037	201260	2.1	2.16	46.3
Optimisation de la température d'alimentation - BureauGDDG3.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.037	173769	0.4	0.00	46.3

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - CentreC4.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.039	108206	8.7	0.36	46.7
Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauMUT6.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.039	59994	2.2	0.22	46.7
Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauMUT6.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.039	59994	2.2	0.00	46.9
Abaissement permanent de la température des vestibules - Hotel3.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.040	4396	5.1	0.00	46.9
Abaissement permanent de la température des vestibules - HotelG3.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.040	4396	5.1	0.00	46.9
Isolation du toit de R-20 à R-30 - BureauMUTG17.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.040	7913	6.9	0.42	47.3
Isolation du toit de R-20 à R-30 - CegepVAV15.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.040	14508	6.5	0.43	47.7
Isolation du toit de R-20 à R-30 - BureauMUT17.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.041	7737	7.2	0.41	48.1
Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauMUTG6.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.041	57386	2.2	0.21	48.1
Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauMUTG6.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.041	57386	2.2	0.00	48.4
Isolation du toit de R-20 à R-30 - BureauGDD12.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.044	15299	9.7	0.12	48.5
Optimisation de la température d'alimentation - Hopital10.doe	Hôpitaux	Marginal	0.045	145018	0.3	0.01	48.5
VRC - EntrS15.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.045	3751	4.1	0.30	48.8
Optimisation du contrôle des hottes - Hotel24.doe	Grand hôtel TAE	Total	0.046	33968	4.2	0.03	48.8
Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauMUT3.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.046	14273	3.4	2.12	50.9
Abaissement permanent de la température des escaliers - CegepVAV2.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.046	3019	4.4	0.00	50.9

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
VRC - CegepVAV21.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.047	84379	3.5	3.31	54.3
VRC (sauf les chambres) - Hotel20.doe	Grand hôtel TAE	Total	0.047	176700	4.2	0.61	54.9
Arrêt des évacuateurs en période inoccupée - UnivVAV5.doe	Grande université	Total	0.047	10961	8.5	0.10	55.0
Optimisation de la température d'alimentation - UnivVAV4.doe	Grande université	Marginal	0.048	138834	1.1	0.05	55.0
Abaissement permanent de la température des escaliers - CegepVAV2.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.048	3019	4.5	0.00	55.0
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - Hopital5.doe	Hôpitaux	Marginal	0.048	5422	1.6	0.01	55.0
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - Hopital5.doe	Hôpitaux	Total	0.048	5422	1.6	0.00	55.0
Abaissement permanent de la température des vestibules - UnivVAV2.doe	Grande université	Marginal	0.049	11401	Aucun	0.01	55.0
Transformation en système DAV - BureauGDD4.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.050	1116501	10.4	0.15	55.2
Transformation en système DAV - CegepVAV4.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.050	291383	Aucun	0.87	56.1
Optimisation de la température d'alimentation - CegepVAV399.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.051	372362	9.3	0.09	56.1
Abaissement permanent de la température des vestibules - UnivVAV2.doe	Grande université	Total	0.051	11401	Aucun	0.00	56.1
Fenêtres faible émissivité/argon - EntrS16.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.051	1465	6.8	0.10	56.2
Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 - CentreC5.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.052	250733	2.0	6.69	62.9
Isolation du toit de R-20 à R-30 - EntrS9.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.052	4748	6.8	0.20	63.1
Arrêt des évacuateurs en période inoccupée - Hotel22.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.052	3517	Aucun	0.01	63.1
Optimisation du contrôle des hottes - CegepVAV33.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.054	5539	2.3	0.45	63.6

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Chauffage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Thermostats précis - EntrS14.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.056	352	4.7	0.03	63.6

Usage « Éclairage »

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Éclairage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Réduction du temps d'éclairage -EntrS1.doe	Entrepôts secs TAE	Total	0.000	20750	0.0	0.00	0.0
Réduction du temps d'éclairage -EntrS1.doe	Entrepôts secs TAE	Marginal	0.000	20750	0.0	0.08	0.1
Réduction du temps d'éclairage -EntrSG1.doe	Entrepôts secs non-TAE	Total	0.000	48329	0.0	0.00	0.1
Réduction du temps d'éclairage -EntrSG1.doe	Entrepôts secs non-TAE	Marginal	0.000	48329	0.0	0.00	0.1
Réduction du temps d'éclairage (mail) -CentreCG1.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.002	658880	1.4	1.62	1.7
Lampe sodium dans stationnement	Tous	Marginal	0.003	835	0.6	0.65	2.3
Réduction du temps d'éclairage (mail) -CentreC1.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.003	393142	0.9	0.97	3.3
Réduction de la densité de puissance d'éclairage - UnivVAV25.doe	Grande université	Marginal	0.004	321190	0.9	6.37	9.7
Réduction du temps d'éclairage (mail) -CentreCG1.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.005	658880	4.6	0.93	10.6
Réduction du temps d'éclairage (mail) -CentreC1.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Total	0.008	393142	2.9	0.55	11.2
Réduction du temps d'éclairage -Hopital2.doe	Hôpitaux	Marginal	0.008	845018	Aucun	0.06	11.2
Réduction du temps d'éclairage - HotelG1.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.010	160551	1.9	0.05	11.3
Indicateurs de sortie	non-TAE	Total	0.011	240	3.6	2.86	14.1
Indicateurs de sortie	non-TAE	Marginal	0.011	240	3.6	0.00	14.1
Réduction de la densité de puissance d'éclairage - Hopital8.doe	Hôpitaux	Marginal	0.012	2098652	5.4	2.95	17.1
Réduction de la densité de puissance d'éclairage -CentreCG15.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.016	407151	3.5	3.86	20.9
Lampe sodium dans stationnement	Tous	Total	0.016	835	3.9	0.91	21.9
Indicateurs de sortie	TAE	Total	0.017	155	5.5	1.31	23.2
Indicateurs de sortie	TAE	Marginal	0.017	155	5.5	0.00	23.2

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Éclairage- secteur CI Coût unitaire pour le distributeur							
Nom de la mesure	**Secteur**	**Type de coût**	**Coût unitaire**	**Gain unitaire moyen (kWh)**	**PRI (ans)**	**Potentiel (GWh)**	**Potentiel Cumulé (GWh)**
Réduction du temps d'éclairage - Hotel1.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.017	91383	1.2	0.11	23.3
Réduction de la densité de puissance d'éclairage - CentreC15.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.018	374971	3.4	3.55	26.8
Réduction de la densité de puissance d'éclairage - HotelG15.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.018	73886	5.4	0.01	26.8
Réduction du temps d'éclairage - HotelG1.doe	Grand hôtel non-TAE	Total	0.019	160551	3.8	0.03	26.9
Réduction de la densité de puissance d'éclairage - EntrSG12.doe	Entrepôts secs non-TAE	Marginal	0.025	8236	6.3	0.00	26.9
Réduction de la densité de puissance d'éclairage - Hopital8.doe	Hôpitaux	Total	0.0253	2098652	12.0	8.85	35.7
Réduction du temps d'éclairage -Hopital2.doe	Hôpitaux	Total	0.0261	845018	Aucun	0.04	35.8
Réduction du temps d'éclairage - Hotel1.doe	Grand hôtel TAE	Total	0.0335	91383	2.4	0.07	35.8

Usage « Force Motrice »

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Force motrice- secteur CI							
		Coût unitaire pour le distributeur					
Nom de la mesure	Secteur	Type de coût	Coût unitaire	Gain unitaire moyen (kWh)	PRI (ans)	Potentiel (GWh)	Potentiel Cumulé (GWh)
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - BureauGDDG26.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.002	666002	0.4	0.00	0.0
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - BureauGDD26.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.002	605950	0.4	0.13	0.1
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - CegepVAV27.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.005	34467	0.8	1.72	1.9
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - BureauGDDG26.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.010	666002	1.8	0.00	1.9
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - BureauGDD26.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.011	605950	1.9	0.00	1.9
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - UnivVAV27.doe	Grande université	Marginal	0.013	201202	2.1	3.81	5.7
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - EntrSG3.doe	Entrepôts secs non-TAE	Marginal	0.014	12925	0.7	0.00	5.7
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - Hopital9.doe	Hôpitaux	Marginal	0.015	263453	1.8	0.41	6.1
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - UnivVAV8.doe	Grande université	Marginal	0.016	116794	2.5	2.52	8.6
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - Hopital13.doe	Hôpitaux	Marginal	0.016	449736	8.2	0.40	9.0
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - HotelG23.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.018	89713	2.5	0.03	9.0
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs - BureauGDDG9.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.020	216090	2.6	0.00	9.0
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs - BureauGDDG9.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.020	216090	2.7	0.00	9.0
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - BureauGDDG18.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.020	198652	2.1	0.00	9.0

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Force motrice- secteur CI							
		Coût unitaire pour le distributeur					
Nom de la mesure	Secteur	Type de coût	Coût unitaire	Gain unitaire moyen (kWh)	PRI (ans)	Potentiel (GWh)	Potentiel Cumulé (GWh)
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CentreCG16.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.021	217116	2.8	3.35	12.4
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - BureauGDD18.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.021	190387	2.6	3.02	15.4
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - Hopital4.doe	Hôpitaux	Marginal	0.021	204807	2.3	0.61	16.0
Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson - Hotel25.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.023	20955	6.4	0.06	16.1
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CentreC16.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.023	194519	2.7	3.01	19.1
Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson - HotelG25.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.025	19637	3.9	0.01	19.1
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs - BureauGDD9.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.025	165680	7.8	2.63	21.7
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - EntrSG3.doe	Entrepôts secs non-TAE	Total	0.026	12925	1.2	0.00	21.7
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs - BureauGDD9.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.026	165680	8.1	2.56	24.3
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - Hopital9.doe	Hôpitaux	Total	0.028	263453	7.2	1.11	25.4
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - HotelG22.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.031	59027	4.2	0.05	25.4
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - UnivVAV8.doe	Grande université	Total	0.031	116794	7.2	2.37	27.8
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - Hopital13.doe	Hôpitaux	Total	0.031	449736	Aucun	0.36	28.2
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - HotelG16.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.035	18816	18.2	0.01	28.2

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Force motrice- secteur CI							
		Coût unitaire pour le distributeur					
Nom de la mesure	Secteur	Type de coût	Coût unitaire	Gain unitaire moyen (kWh)	PRI (ans)	Potentiel (GWh)	Potentiel Cumulé (GWh)
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CentreCG16.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.036	217116	8.0	7.33	35.5
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - CegepVAV8.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.038	7210	4.6	0.72	36.2
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - BureauGDDG18.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.039	198652	6.1	0.00	36.2
Arrêt de la ventilation en période inoccupée - HotelG4.doe	Grand hôtel non-TAE	Marginal	0.039	37309	8.2	0.00	36.2
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CentreC16.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Total	0.040	194519	7.8	6.57	42.8
Amélioration de l'efficacité du système de pompage - BureauGDD18.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.040	190387	7.3	2.95	45.7
Entraînement à vitesse variable pour les pompes - HotelG23.doe	Grand hôtel non-TAE	Total	0.041	89713	5.7	0.02	45.8

Usage « Eau chaude »

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Eau chaude- secteur CI

Nom de la mesure	Secteur	Coût unitaire pour le distributeur: Type de coût	Coût unitaire	Gain unitaire moyen (kWh)	PRI (ans)	Potentiel (GWh)	Potentiel Cumulé (GWh)
Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche	Hôtels	Marginal	0.034	7580	4.1	0.49	0.2
Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche	Hôtels	Total	0.034	7580	4.1	0.00	0.3
Isolation du système d'ECD - BureauGDD23.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Marginal	0.020	6301	6.8	0.03	0.7
Isolation du système d'ECD - BureauGDD23.doe	Grands bureaux TAE - 2 conduits	Total	0.020	6301	6.8	0.06	0.8
Isolation du système d'ECD - BureauGDDG23.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Marginal	0.020	6301	7.3	0.00	0.8
Isolation du système d'ECD - BureauGDDG23.doe	Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Total	0.020	6301	7.3	0.00	0.8
Isolation du système d'ECD - BureauMUT14.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.029	2227	5.2	0.07	0.8
Isolation du système d'ECD - BureauMUT14.doe	Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Total	0.029	2227	5.2	0.14	1.3
Isolation du système d'ECD - BureauMUTG14.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.029	2227	5.5	0.07	1.9
Isolation du système d'ECD - BureauMUTG14.doe	Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.029	2227	5.5	0.14	3.6
Isolation du système d'ECD - CegepVAV26.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.008	6331	1.5	0.12	3.6
Isolation du système d'ECD - CegepVAV26.doe	Petit université/CEGEP TAE	Total	0.008	6331	1.5	0.20	3.6
Isolation du système d'ECD - CentreC22.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.028	4513	6.8	0.01	3.6
Isolation du système d'ECD - CentreC22.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Total	0.028	4513	6.8	0.01	3.7
Isolation du système d'ECD - CentreCG22.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Marginal	0.028	4513	6.9	0.01	3.8
Isolation du système d'ECD - CentreCG22.doe	Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Total	0.028	4513	6.9	0.01	3.9

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Eau chaude- secteur CI							
	Coût unitaire pour le distributeur						
Nom de la mesure	Secteur	Type de coût	Coût unitaire	Gain unitaire moyen (kWh)	PRI (ans)	Potentiel (GWh)	Potentiel Cumulé (GWh)
Pompe à chaleur pour l'ECD - Hotel19.doe	Grand hôtel TAE	Marginal	0.017	118376	2.2	0.42	4.0
Pompe à chaleur pour l'ECD - Hotel19.doe	Grand hôtel TAE	Total	0.023	118376	3.1	0.44	4.1
Réduction du débit des robinets de lavabo	Tous	Marginal	0.023	38	3.8	1.72	4.1
Réduction du débit des robinets de lavabo	Tous	Total	0.023	38	3.8	0.64	4.6

Usage « Climatisation »

Mesures touchant l'électricité et composant le potentiel technico-économique : usage Climatisation- secteur CI							
		Coût unitaire pour le distributeur					
Nom de la mesure	Secteur	Type de coût	Coût unitaire	Gain unitaire moyen (kWh)	PRI (ans)	Potentiel (GWh)	Potentiel Cumulé (GWh)
Optimisation de la température d'alimentation - CegepVAV16.doe	Petit université/CEGEP TAE	Marginal	0.006	58910	0.4	0.08	0.1
Ajout d'un module économiseur sur unité de toit - CentreC3.doe	Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Marginal	0.016	117937	6.1	0.03	0.1

Annexe C

Fiches d'information sur les mesures évaluées

1- Titre de la mesure

C-1 : **Isolation des murs extérieurs**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à isoler les murs extérieurs des bâtiments types. Lors de la définition des bâtiments types, ceux-ci étaient définis avec des murs dotés d'un niveau d'isolation faible variant de R-5 à R-12. Cette isolation était par la suite accrue à R-16 et, dans certains cas, R-24. La méthode d'application de l'isolant varie grandement selon la construction spécifique de chaque bâtiment mais est généralement faite par l'ajout d'isolant rigide à l'extérieur. Cette mesure ne s'applique en pratique que lors de rénovations majeures.

3- Durée de vie de la mesure

30 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le taux d'adoption de cette mesure est établi en estimant le pourcentage du nombre de bâtiments dont le niveau d'isolation est actuellement à R-8 pour chaque segment du marché. Toutefois, l'information relative à l'état actuel de l'enveloppe des bâtiments est très limitée dans la littérature. Quelques études ont servi de guide pour estimer le marché possible pour cette mesure [15, 16]. Le tableau C-1-1 présente le marché possible de la mesure estimé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues par modification de la composition du mur dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-1-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 8 $/m^2 au marginal (i.e. rénovation et nouvelle construction) et 60 $/m^2 au total [8]. Ces coûts peuvent cependant varier de manière significative selon l'état spécifique d'un bâtiment.

Tableau C-1-1 : Données sur la mesure – isolation des murs extérieurs

Secteur	Mesure	Marché possible	Nombre de bâtiments total	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Isolation des murs de R-12 à R-16 - BureauGDD13.doe	25%	55	69402	470 520 $	62 736 $	0 $	0 $	3 855 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Isolation des murs de R-12 à R-16 - BureauGDDG13.doe	25%	0	1641	470 520 $	62 736 $	0 $	0 $	2 964 $
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Isolation des murs de R-16 à R-24 - BureauGDD14.doe	100%	55	65504	470 520 $	109 788 $	0 $	0 $	3 775 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Isolation des murs de R-16 à R-24 - BureauGDDG14.doe	100%	0	1319	470 520 $	109 788 $	0 $	0 $	3 000 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Isolation des murs de R-5 à R-10 - BureauMUT18.doe	25%	368	54455	119 880 $	19 980 $	0 $	0 $	4 137 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Isolation des murs de R-5 à R-10 - BureauMUTG18.doe	25%	368	55979	119 880 $	19 980 $	0 $	0 $	4 278 $
Petit université/CEGEP TAE	Isolation des murs de R-7 à R-15 - CegepVAV13.doe	25%	190	44256	74 100 $	9 880 $	0 $	0 $	3 785 $
Entrepôts secs TAE	Isolation des murs de R-7 à R-15 - EntrS7.doe	25%	187	14625	28 020 $	4 203 $	0 $	0 $	1 879 $
Entrepôts secs non-TAE	Isolation des murs de R-7 à R-15 - EntrSG7.doe	25%	0	1817	28 020 $	4 203 $	0 $	0 $	848 $
Grande université	Isolation des murs de R-7 à R-15 - UnivVAV13.doe	25%	72	38130	933 480 $	124 464 $	0 $	0 $	5 933 $
Grand hôtel TAE	Isolation des murs de R-8 à R-15 - Hotel7.doe	12%	6	131301	355 680 $	47 424 $	0 $	0 $	8 022 $
Grand hôtel non-TAE	Isolation des murs de R-8 à R-15 - HotelG10.doe	80%	2	6887	355 680 $	47 424 $	0 $	0 $	5 517 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Isolation des murs de R-8 à R-17 - CentreC11.doe	10%	45	6008	140 820 $	18 776 $	0 $	0 $	259 $

1- Titre de la mesure

C-2 : **Isolation des toits**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à isoler les toits des bâtiments types. Lors de la définition des bâtiments types, ceux-ci étaient définis avec des toits dotés d'un niveau d'isolation faible de R-10 en moyenne. Cette isolation était par la suite accrue à R-20 et R-30. La méthode d'application de l'isolant varie selon la construction spécifique de chaque bâtiment mais est généralement faite par l'ajout d'isolant rigide. Cette mesure ne s'applique en pratique que lors de la rénovation du toit. Les bâtiments types sont considérés comme ayant des toits plats.

3- Durée de vie de la mesure

30 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le taux d'adoption de cette mesure est établi en estimant la fraction du nombre de bâtiments dont le niveau d'isolation est actuellement à R-10 pour chaque segment du marché. Toutefois, l'information relative à l'état actuel de l'enveloppe des bâtiments est très limitée dans la littérature. Quelques études ont servi de guide pour estimer le marché possible pour cette mesure [15, 16]. Le tableau C-2-1 présente le marché possible de la mesure estimé pour chaque bâtiment type.

L'information obtenue de certains intervenants indique également que cette mesure est parfois techniquement impossible à implanter pour des raisons reliées soient à la structure du bâtiment ou à son architecture.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues par modification de la composition du toit dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-2-1.

7- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 6.24 $\$/m^2$ au marginal (i.e. rénovation et nouvelle construction) et 42 $\$/m^2$ au total [8]. Ces coûts peuvent cependant varier de manière significative selon l'état spécifique d'un bâtiment.

Tableau C-2-1 : Données sur la mesure – isolation des toits

Secteur	Mesure	Marché possible	Nombre de bâtiments total	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Isolation du toit de R-10 à R-20 - CegepVAV14.doe	25%	190	42497	71 390 $	8 100 $	0 $	0 $	3 567 $
Grand hôtel TAE	Isolation du toit de R-10 à R-20 - Hotel8.doe	12%	6	35346	59 245 $	8 137 $	0 $	0 $	2 331 $
Grand hôtel non-TAE	Isolation du toit de R-10 à R-20 - HotelG11.doe	80%	2	59	59 245 $	8 137 $	0 $	0 $	1 784 $
Grande université	Isolation du toit de R-10 à R-20 - UnivVAV14.doe	25%	72	33998	567 710 $	64 409 $	0 $	0 $	10 027 $
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Isolation du toit de R-12 à R-20 - BureauGDD11.doe	25%	55	20574	63 420 $	9 422 $	0 $	0 $	1 402 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Isolation du toit de R-12 à R-20 - BureauGDDG11.doe	25%	0	791	63 420 $	9 422 $	0 $	0 $	1 023 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Isolation du toit de R-12 à R-20 - BureauMUT16.doe	25%	368	9760	29 526 $	4 387 $	0 $	0 $	769 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Isolation du toit de R-12 à R-20 - BureauMUTG16.doe	25%	368	10551	29 526 $	4 387 $	0 $	0 $	822 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Isolation du toit de R-12 à R-20 - CentreC9.doe	10%	45	259936	850 000 $	124 800 $	0 $	0 $	14 975 $
Entrepôts secs TAE	Isolation du toit de R-12 à R-20 - EntrS8.doe	25%	187	13658	23 100 $	3 432 $	0 $	0 $	1 837 $
Entrepôts secs non-TAE	Isolation du toit de R-12 à R-20 - EntrSG8.doe	25%	0	3839	23 100 $	3 432 $	0 $	0 $	836 $
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Isolation du toit de R-20 à R-30 - BureauGDD12.doe	90%	55	15299	67 950 $	9 422 $	0 $	0 $	972 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Isolation du toit de R-20 à R-30 - BureauGDDG12.doe	90%	0	557	67 950 $	9 422 $	0 $	0 $	774 $
Moyens bureaux TAE – UT vol. cst	Isolation du toit de R-20 à R-30 - BureauMUT17.doe	90%	368	7737	31 635 $	4 387 $	0 $	0 $	611 $

Secteur	Mesure	Marché possible	Nombre de bâtiments total	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Isolation du toit de R-20 à R-30 - BureauMUTG17.doe	90%	368	7913	31 635 $	4 387 $	0 $	0 $	635 $
Petit université/CEGEP TAE	Isolation du toit de R-20 à R-30 - CegepVAV15.doe	90%	190	14508	71 390 $	8 100 $	0 $	0 $	1 255 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Isolation du toit de R-20 à R-30 - CentreC10.doe	90%	45	42673	900 000 $	124 800 $	0 $	0 $	1 702 $
Entrepôts secs TAE	Isolation du toit de R-20 à R-30 - EntrS9.doe	90%	187	4748	24 750 $	3 432 $	0 $	0 $	502 $
Entrepôts secs non-TAE	Isolation du toit de R-20 à R-30 - EntrSG9.doe	90%	0	1407	24 750 $	3 432 $	0 $	0 $	307 $
Grand hôtel TAE	Isolation du toit de R-20 à R-30 - Hotel9.doe	90%	6	12192	62 730 $	5 576 $	0 $	0 $	818 $
Grande université	Isolation du toit de R-20 à R-30 - UnivVAV15.doe	90%	72	11547	567 710 $	64 409 $	0 $	0 $	2 687 $

1- Titre de la mesure

C-3 : **Amélioration à la fenestration**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste principalement à remplacer les fenêtres en verre double par des fenêtres en verre double avec film basse émissivité et remplies d 'argon. Dans certaines vocations on retrouvr également une mesure de remplacement du verre double par du verre triple (voir tableau C-3-1). Cette dernière mesure vise à accroître les gains solaires passifs pour le chauffage tout ayant une bonne valeur isolante pour la fenêtre.

Lors de la définition des bâtiments types, ceux-ci étaient définis, pour la grande majorité, avec des fenêtres en verre double.

3- Durée de vie de la mesure

20 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le taux d'adoption de cette mesure est établi en estimant le pourcentage du nombre de bâtiments dont les fenêtres sont actuellement en verre double pour chaque segment du marché. Toutefois, l'information relative à l'état actuel de l'enveloppe des bâtiments est très limitée dans la littérature disponible pour le projet. Quelques études ont servi de guide pour estimer le marché possible pour cette mesure [15, 16] en plus de contact avec des distributeurs de produits de fenestration et des architectes. Le tableau C-3-1 présente le marché possible de la mesure estimé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en modifiant les paramètres des fenêtres dans le fichier d'entrée de DOE2-1e (valeur isolante et coefficient d'apport solaire). Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-3-1.

8- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 31 $/m^2 au marginal (i.e. rénovation et nouvelle construction) et 272 $/m^2 au total [7]. Ces coûts peuvent cependant varier de manière significative selon l'état spécifique d'un bâtiment.

Tableau C-3-1 : Données sur la mesure - Amélioration à la fenestration

Secteur	Mesure	Marché possible	Nombre de bâtiments total	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Fenêtres faible émissivité/argon - BureauGDD16.doe	75%	55	73593	539 920 $	61 535 $	0 $	0 $	7 620 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Fenêtres faible émissivité/argon - BureauGDDG16.doe	75%	0	24648	539 920 $	61 535 $	0 $	0 $	6 382 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Fenêtres faible émissivité/argon - BureauMUTG8.doe	75%	368	18757	217 328 $	24 769 $	0 $	0 $	2 998 $
Petit université/CEGEP TAE	Fenêtres faible émissivité/argon - CegepVAV22.doe	75%	190	3869	78 336 $	8 928 $	0 $	0 $	1 118 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Fenêtres faible émissivité/argon - CentreC19.doe	100%	45	7386	59 024 $	6 727 $	0 $	0 $	356 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Fenêtres faible émissivité/argon - CentreCG19.doe	100%	45	1495	59 024 $	6 727 $	0 $	0 $	390 $
Entrepôts secs TAE	Fenêtres faible émissivité/argon - EntrS16.doe	100%	187	1465	10 336 $	868 $	0 $	0 $	127 $
Entrepôts secs non-TAE	Fenêtres faible émissivité/argon - EntrSG16.doe	100%	0	1084	10 336 $	868 $	0 $	0 $	112 $
Grand hôtel TAE	Fenêtres faible émissivité/argon - Hotel15.doe	39%	6	52257	364 208 $	41 509 $	0 $	0 $	3 327 $
Grand hôtel non-TAE	Fenêtres faible émissivité/argon - HotelG19.doe	100%	2	23974	364 208 $	41 509 $	0 $	0 $	2 827 $
Grande université	Fenêtres faible émissivité/argon - UnivVAV22.doe	75%	72	440	627 000 $	62 700 $	0 $	0 $	449 $

1- Titre de la mesure

C-4 : **Réduction de l'infiltration au bâtiment**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à réduire l'infiltration d'air provenant des fenêtres et des diverses ouvertures, sauf les portes piétonnières qui sont traitées séparément, et intersections (joints et/ou perforations dans l'enveloppe du bâtiment). Cette mesure regroupe plusieurs mesures individuelles évaluées en 1992, dont celles sur les coupe-bise et le calfeutrage.

3- Durée de vie de la mesure

5 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le taux d'adoption de cette mesure est établi en considérant qu'uniquement les bâtiments les plus âgés sont admissibles à la mesure, alors que ceux construits après 1985 sont suffisamment étanche. Comme pour les autres mesures touchant l'enveloppe, l'information relative à l'état actuel de l'infiltration dans les bâtiments commerciaux est très limitée dans la littérature disponible pour le projet. Quelques études ont servi de guide pour estimer le marché possible pour cette mesure [15, 16]. Le tableau C-4-1 présente le marché possible de la mesure estimé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant le taux d'infiltration du bâtiment de 25% [43] dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-4-1.

9- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 5 $/m^2 tant au marginal (i.e. rénovation et nouvelle construction) qu'au total [43].

Tableau C-4-1 : Données sur la mesure - Réduction de l'infiltration au bâtiment

Secteur	Mesure	Marché possible	Nombre de bâtiments total	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauGDD10.doe	10%	55	283177	39 210 $	39 210 $	0 $	0 $	20 694 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauGDDG10.doe	10%	0	3957	39 210 $	39 210 $	0 $	0 $	11 581 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauMUT6.doe	10%	368	59994	9 990 $	9 990 $	0 $	0 $	4 635 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Réduction de l'infiltration du bâtiment - BureauMUTG6.doe	10%	368	57386	9 990 $	9 990 $	0 $	0 $	4 513 $
Petit université/CEGEP TAE	Réduction de l'infiltration du bâtiment - CegepVAV10.doe	10%	190	12749	6 175 $	6 175 $	0 $	0 $	1 128 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Réduction de l'infiltration du bâtiment - CentreC12.doe	10%	45	6506	11 735 $	11 735 $	0 $	0 $	154 $
Entrepôts secs TAE	Réduction de l'infiltration du bâtiment - EntrS5.doe	10%	187	15328	2 335 $	2 335 $	0 $	0 $	1 282 $
Entrepôts secs non-TAE	Réduction de l'infiltration du bâtiment - EntrSG5.doe	10%	0	938	2 335 $	2 335 $	0 $	0 $	845 $
Grand hôtel TAE	Réduction de l'infiltration du bâtiment - Hotel5.doe	5%	6	118464	29 640 $	29 640 $	0 $	0 $	6 720 $
Grand hôtel non-TAE	Réduction de l'infiltration du bâtiment - HotelG8.doe	12%	2	2902	29 640 $	29 640 $	0 $	0 $	5 398 $
Grande université	Réduction de l'infiltration du bâtiment - UnivVAV10.doe	10%	72	8001	77 790 $	77 790 $	0 $	0 $	2 137 $

1- Titre de la mesure

C-5 : **Installation de vestibules**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer des vestibules pour les portes piétonnières principales. Cette mesure peut comporter d'importantes contraintes d'application puisqu'elle requiert d'avoir l'espace suffisant pour l'installation d'un vestibule adéquat. De plus, la réglementation actuelle [17] impose l'installation de vestibules pour les nouveaux bâtiments de plus de 150 m^2.

3- Durée de vie de la mesure

30 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le taux d'adoption de cette mesure est établi en considérant qu'uniquement les bâtiments les plus âgés sont admissibles à la mesure, alors que ceux construits après 1985 sont dotés de vestibules. Comme pour les autres mesures touchant l'enveloppe, l'information relative à cette mesure dans les bâtiments commerciaux est très limitée dans la littérature disponible pour le projet. Quelques études ont servi de guide pour estimer le marché possible pour cette mesure [15, 16]. Le tableau C-5-1 fournit le marché possible utilisé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant le taux d'infiltration de la zone d'entrée du bâtiment de 6 CAH[1] à 0.4 CAH dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-5-1.

10- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 2550 $/vestibule tant au marginal (i.e. rénovation et nouvelle construction) qu'au total [8].

[1] CAH : Changement d'air à l'heure

Tableau C-5-1 : Données sur la mesure - Installation de vestibules

Secteur	Mesure	Marché possible	Nombre de bâtiments total	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Installation de vestibules - CegepVAV11.doe	10%	190	7005	2 550 $	2 550 $	0 $	0 $	719 $
Grande université	Installation de vestibules - UnivVAV11.doe	10%	72	8236	2 550 $	2 550 $	0 $	0 $	258 $

1- Titre de la mesure

C-6 : **Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières**

2- Description de la mesure

Installation ou remplacement de coupe-froid latéraux, haut de porte et seuil de porte. Dans le cas des portes vitrées avec cadre métallique, de nouvelles brosses d'étanchéité sont installées. La mesure ne touche pas la réfection des joints entre le cadrage de la porte et la maçonnerie.

3- Durée de vie de la mesure

2 ans

À chaque année, un ajustement des coupe-froid de chaque porte est requis. À tous les 2 ans, un changement de la garniture ou du coupe-froid complet est considéré.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-6-1 fournit le marché possible pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant le taux d'infiltration des vestibules du bâtiment de 50% dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-6-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 80 $/vestibule tant au marginal (i.e. rénovation et nouvelle construction) qu'au total [16].

Tableau C-6-1 : Données sur la mesure - Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières

Secteur	Mesure	Marché possible	Nombre de bâtiments total	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauGDD8.doe	50%	55	41266	480 $	480 $	0 $	0 $	2 327 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauGDDG8.doe	50%	0	41266	480 $	480 $	0 $	0 $	1 750 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauMUT5.doe	50%	368	16911	160 $	160 $	0 $	0 $	1 702 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - BureauMUTG5.doe	50%	368	88	160 $	160 $	0 $	0 $	940 $
Petit université/CEGEP TAE	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - CegepVAV12.doe	50%	190	117	120 $	120 $	0 $	0 $	16 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - CentreC7.doe	50%	45	58030	640 $	640 $	0 $	0 $	2 547 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - CentreCG7.doe	50%	45	58030	640 $	640 $	0 $	0 $	2 405 $
Hôpitaux	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - Hopital5.doe	50%	10	5422	480 $	480 $	0 $	0 $	309 $
Grand hôtel TAE	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - Hotel6.doe	50%	6	2374	320 $	320 $	0 $	0 $	210 $
Grand hôtel non-TAE	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - HotelG9.doe	90%	2	2374	320 $	320 $	0 $	0 $	164 $
Grande université	Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières - UnivVAV12.doe	50%	72	147	120 $	120 $	0 $	0 $	11 $

1- Titre de la mesure

C-7 : **Réduction de la température des vestibules**

2- Description de la mesure

Dans chaque entrée possédant un vestibule, régler en permanence le thermostat de pièce (ou intégré à l'appareil de chauffage) à 15^0C.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

La mesure est implantée par un système automatique (SGE) afin d'en assurer la permanence et le suivi (SGE).

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-7-1 fournit le marché possible pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant la température des vestibules du bâtiment à 15^0C dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-7-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués sur la base de 600 $ par point de contrôle au coût total et 300 $ par point au marginal. Un point par vestibule est considéré. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien de 1% est utilisé [32].

Tableau C-7-1 : Données sur la mesure - Réduction de la température des vestibules

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grand hôtel TAE	Abaissement permanent de la température des vestibules - Hotel3.doe	20%	6	4396	2 400 $	1 200 $	24 $	12 $	246 $
Grand hôtel non-TAE	Abaissement permanent de la température des vestibules - HotelG3.doe	20%	2	4396	2 400 $	1 200 $	24 $	12 $	247 $
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauGDD7.doe	25%	55	32327	3 000 $	1 800 $	30 $	15 $	939 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauGDDG7.doe	25%	0	32327	3 000 $	1 800 $	30 $	15 $	953 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauMUT4.doe	25%	368	12837	1 200 $	600 $	12 $	6 $	681 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Abaissement permanent de la température des vestibules - BureauMUTG4.doe	25%	368	205	1 200 $	600 $	12 $	6 $	759 $
Petit université/CEGEP TAE	Abaissement permanent de la température des vestibules - CegepVAV3.doe	10%	190	5715	1 000 $	1 000 $	10 $	5 $	323 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Abaissement permanent de la température des vestibules - CentreC6.doe	10%	45	81975	3 600 $	2 400 $	36 $	18 $	2 557 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Abaissement permanent de la température des vestibules - CentreCG6.doe	10%	45	81975	3 600 $	2 400 $	36 $	18 $	2 959 $
Hôpitaux	Abaissement permanent de la température des vestibules - Hopital1.doe	25%	10	8617	1 200 $	1 200 $	12 $	6 $	278 $

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grande université	Abaissement permanent de la température des vestibules - UnivVAV2.doe	10%	72	11401	4 000 $	4 000 $	40 $	20 $	331 $

1- Titre de la mesure

C-8 : **Réduction de la température des escaliers de service**

2- Description de la mesure

Réduire le point de consigne des escaliers de service à 15^0C.

Cette mesure présuppose que les escaliers ont un système de contrôle indépendant et qu'ils sont sur situés le long de murs extérieurs de manière à avoir des pertes thermiques.

Les gains de cette mesure seront pratiquement nul lorsque :
- les escaliers sont en zone interne ;
- les portes des cages sont laissées ouvertes;
- les systèmes mécaniques ne sont pas indépendants.

La réalisation de ce potentiel est donc très incertaine.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

La mesure est implantée par un système automatique afin d'en assurer la permanence et le suivi.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-8-1 fournit le marché possible pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant la température des escaliers du bâtiment à 15^0C dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-8-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués sur la base de 600 $ par point de contrôle au coût total et 300 $ par point au marginal. Un point par escalier est considéré. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien de 1% est utilisé [32].

Tableau C-8-1 : Données sur la mesure - Réduction de la température des escaliers de service

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure kWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Abaissement permanent de la température des escaliers - BureauGDD19.doe	50%	55	498	2 400 $	1 200 $	24 $	12 $	241 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Abaissement permanent de la température des escaliers - BureauGDDG19.doe	50%	0	498	2 400 $	1 200 $	24 $	12 $	83 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Abaissement permanent de la température des escaliers - BureauMUT12.doe	50%	368	11782	2 400 $	1 200 $	24 $	12 $	384 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Abaissement permanent de la température des escaliers - BureauMUTG12.doe	50%	368	29	2 400 $	1 200 $	24 $	12 $	243 $
Petit université/CEGEP TAE	Abaissement permanent de la température des escaliers - CegepVAV2.doe	10%	190	3019	1 000 $	1 000 $	10 $	5 $	233 $
Grande université	Abaissement permanent de la température des escaliers - UnivVAV1.doe	10%	72	7591	4 000 $	4 000 $	40 $	20 $	246 $

1- Titre de la mesure

C-9 : **Optimisation du temps d'éclairage**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer, dans les bâtiments moyens et grands, un système de contrôle centralisé, et programmable, de l'éclairage afin d'optimiser le nombre d'heure d'utilisation. Pour les petits bâtiments, la mesure consiste simplement à éteindre l'éclairage de façon manuelle lors des périodes d'inoccupation.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans, lorsque la mesure est implantée par un système automatique (SGE) afin d'en assurer la permanence.

1 an pour la mesure manuelle

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-9-1 fournit le marché possible pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant de 15% [32] les heures d'utilisation de l'éclairage pour la mesure automatique et de fermer l'éclairage durant les heures d'inoccupation pour la mesure manuelle dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-9-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 3.25 $/m^2 au coût total et 1.00 $/m^2 au marginal. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien de 1% est utilisé [32].

La mesure manuelle ne comporte aucun coût.

Tableau C-9-1 : Données sur la mesure - Optimisation du temps d'éclairage

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grand hôtel TAE	Réduction du temps d'éclairage - Hotel1.doe	50%	6	91383	21 073 $	10 537 $	211 $	105 $	8 861 $
Grand hôtel non-TAE	Réduction du temps d'éclairage - HotelG1.doe	50%	2	160551	21 073 $	10 537 $	211 $	105 $	5 697 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Réduction du temps d'éclairage (mail) -CentreC1.doe	25%	45	393142	22 604 $	7 000 $	226 $	113 $	7 926 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Réduction du temps d'éclairage (mail) -CentreCG1.doe	25%	45	658880	22 604 $	7 000 $	226 $	113 $	5 170 $
Entrepôts secs TAE	Réduction du temps d'éclairage - EntrS1.doe	10%	187	20750	0 $	0 $	0 $	0 $	1 273 $
Entrepôts secs non-TAE	Réduction du temps d'éclairage - EntrSG1.doe	10%	0	48329	0 $	0 $	0 $	0 $	1 920 $
Hôpitaux	Réduction du temps d'éclairage - Hopital2.doe	10%	10	845018	152 126 $	46 808 $	1 521 $	761 $	1 394 $

1- Titre de la mesure

C-10 : **Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation**

2- Description de la mesure

Lorsque l'espace desservi par un système de ventilation n'est pas occupé, ce système est mis à l'arrêt complet. Même si aucun recul de température n'est appliqué durant la période d'arrêt du système, la mise en marche de plusieurs systèmes le matin risque d'occasionner un appel de puissance plus important qui se traduira par une surprime sur la facture électrique de l'usager. Les résultats détaillés de l'annexe E fournissent l'impact de cette mesure sur l'appel de puissance. Afin de limiter les pénalités possibles reliées à l'appel de puissance, un contrôleur de charge serait requis.

Cette mesure est considérée comme étant appliquée par un système de SGE mais pourrait également l'être par un système de minuterie.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-10-1 fournit le marché possible pour chaque bâtiment type. Les références [13, 14, 15, 16, 32] ont servi à guider les marchés utilisés dans l'étude. De plus, puisque cette mesure affecte grandement la consommation de chaque secteur, le taux d'application de cette mesure a également été ajusté afin de s'assurer que la consommation de la segmentation était similaire à celle observée dans le parc réel. Étant donné que cette mesure est la plus dominante au niveau de la consommation a donc servi de base de calibration pour la segmentation.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en imposant un horaire identique pour les systèmes mécanique à celui utilisé pour l'occupation, dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-10-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 2275 $ par système au coût total [6,32] et à 1275 $ au marginal. Le coût total inclus un relais, un mini-contrôleur et l'installation, alors que le mini-contrôleur n'est pas requis au marginal. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien de 1% est utilisé [32].

Cette mesure est pratiquement toujours très rentable et les coûts utilisés ont très peu d'impact sur le potentiel.

Tableau C-10-1 : Données sur la mesure - Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauGDD2.doe	10%	55	6008470	35 750 $	20 750 $	358 $	179 $	142 081 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauGDDG2.doe	10%	0	1131594	35 750 $	20 750 $	358 $	179 $	240 966 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauMUT2.doe	10%	368	719842	6 825 $	3 825 $	68 $	34 $	26 034 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - BureauMUTG2.doe	10%	368	492321	6 825 $	3 825 $	68 $	34 $	20 019 $
Petit université/CEGEP TAE	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CegepVAV1.doe	10%	190	529894	21 450 $	12 450 $	215 $	107 $	19 473 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CentreC2.doe	30%	45	832679	22 800 $	12 000 $	228 $	114 $	7 184 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - CentreCG2.doe	30%	45	404279	22 800 $	12 000 $	228 $	114 $	32 464 $
Entrepôts secs TAE	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - EntrS3.doe	10%	187	29132	2 275 $	1 275 $	23 $	11 $	(440 $)
Entrepôts secs non-TAE	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - EntrSG3.doe	10%	0	12925	2 275 $	1 275 $	23 $	11 $	1 900 $
Grand hôtel TAE	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - Hotel4.doe	20%	6	277872	18 200 $	10 200 $	182 $	91 $	9 016 $
Grand hôtel non-TAE	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - HotelG4.doe	20%	2	37309	18 200 $	10 200 $	182 $	91 $	1 340 $
Grande université	Arrêt de la ventilation en période inoccupée - UnivVAV3.doe	15%	72	1537368	28 600 $	16 600 $	286 $	143 $	200 144 $

1- Titre de la mesure

C-11 : **Contrôle de l'apport d'air neuf en période d'inoccupation**

2- Description de la mesure

Lorsque l'espace desservi par un système de ventilation n'est pas occupé, les volets d'air neuf sont fermés automatiquement et s'il y a lieu, les évacuateurs correspondants également. Même si aucun recul de température n'est appliqué durant la période d'arrêt du système, la mise en marche de plusieurs systèmes le matin risque d'occasionner un appel de puissance plus important qui se traduira par une surprime sur la facture électrique de l'usager. Les résultats détaillés de l'annexe E fournissent l'impact de cette mesure sur l'appel de puissance. Afin de limiter les pénalités possibles reliées à l'appel de puissance, un contrôleur de charge serait requis.

Cette mesure est considérée comme étant appliqué par un système de SGE et inclut l'ajout d'un volet motorisé sur les prises d'air neuf pour les unités de toit.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-11-1 fournit le marché possible pour chaque bâtiment type. Les références [13,14,15,16,32] ont servi à guider les taux sélectionnés dans l'étude. De plus, puisque cette mesure affecte parfois de façon significative la consommation de chaque secteur, le taux d'application de cette mesure a également été ajusté afin de s'assurer que la consommation de la segmentation était similaire à celle observée dans le parc réel. Le marché disponible pour la mesure est obtenu en soustrayant ce taux d'adoption au marché total pour le bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en imposant le même horaire pour l'opération des volets d'air neuf que celui utilisé pour l'opération des systèmes de ventilation, dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Cette mesure a toujours été implantée après celle sur l'arrêt de la ventilation puisque la rentabilité de cette dernière est supérieure. Cela se traduit alors par un gain fortement réduit puisque les deux mesures ont un effet cumulatif très important. Lorsque la mesure est implantée avant l'arrêt de la ventilation, son gain énergétique

est alors similaire à la mesure sur l'arrêt de la ventilation. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-11-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 2775 $ par système au coût total [6,32] et à 1525 $ au marginal. Le coût total inclus un moteur pour le volet, un mini-contrôleur et l'installation alors que le mini-contrôleur n'est pas requis au marginal. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien de 1% est utilisé [32].

Tableau C-11-1 : Données sur la mesure - Contrôle de l'apport d'air neuf en période d'inoccupation

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauGDD1.doe	10%	55	542732	3 575 $	2 075 $	36 $	18 $	29 335 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauGDDG1.doe	10%	0	198798	3 575 $	2 075 $	36 $	18 $	17 200 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauMUT1.doe	10%	368	318669	8 325 $	4 575 $	83 $	42 $	9 953 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - BureauMUTG1.doe	10%	368	586	8 325 $	4 575 $	83 $	42 $	379 $
Petit université/CEGEP TAE	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - CegepVAV6.doe	10%	190	31067	3 575 $	2 075 $	36 $	18 $	3 150 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - CentreC4.doe	30%	45	108206	47 400 $	29 700 $	474 $	237 $	3 632 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - CentreCG4.doe	30%	45	8441	47 400 $	29 700 $	474 $	237 $	3 856 $
Entrepôts secs TAE	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - EntrS4.doe	90%	187	1348	2 275 $	1 275 $	23 $	11 $	70 $
Entrepôts secs non-TAE	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - EntrSG4.doe	90%	0	29	2 275 $	1 275 $	23 $	11 $	(36 $)
Grand hôtel TAE	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - Hotel21.doe	10%	6	1758	18 200 $	10 200 $	182 $	91 $	93 $
Grand hôtel non-TAE	Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée - HotelG6.doe	50%	2	5627	18 200 $	10 200 $	182 $	91 $	211 $

1- Titre de la mesure

C-12 : **Contrôle de l'apport d'air neuf par sonde de CO_2**

2- Description de la mesure

Dans chaque système de ventilation, la quantité d'air neuf qui était fixe est maintenant variable selon l'occupation réelle de l'immeuble. Une sonde de CO_2, située dans le retour d'air de chaque système, pilote les volets d'air neuf, de mélange et d'évacuation.

Cette mesure est implantée par l'intermédiaire d'un SGE. Dans le cas d'un système desservant plusieurs pièces dont le taux d'occupation peut être variable, l'utilisation de cette mesure peut conduire à des problèmes de qualité d'air puisque la mesure de CO2 se fait sur le retour commun des pièces. De plus, si le profil d'occupation du bâtiment est peu variable et prévisible, le gain de la mesure est fortement réduit dès que les mesures sur le contrôle de la ventilation sont implantées. Enfin, afin de bénéficier des économies à long terme, un entretien régulier du système qui inclut la calibration de la sonde doit être effectué.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-12-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

Le marché possible doit exclure tous les bâtiments sans ventilation mécanique et les bâtiments où le taux d'air neuf admis est inférieur aux normes reconnues [15,16,30].

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en faisant varier la position des volets d'air neuf en proportion du taux d'occupation, dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Cette mesure a toujours été implantée après celles sur l'arrêt de la ventilation et la fermeture des volets d'air, puisque ces mesures sont plus faciles d'implantation, plus répandues et normalement plus rentables. Cela se traduit alors par un gain réduit comparativement aux deux autres mesures puisqu'un effet cumulatif important est observable. Toutefois, cet ordre

d'implantation est le plus plausible et probable dans le marché considéré. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-12-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 3975 $ par système (1 sonde) au coût total [6,32] et à 1625 $ au marginal. Le coût total inclus un moteur pour le volet, un point de contrôle, une sonde, l'installation et la programmation du SGE. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien est utilisé [32]. Toutefois, étant donné la présence d'une sonde qui requiert un calibrage plus fréquent, une valeur de 5% du coût d'achat est utilisée.

Tableau C-12-1 : Données sur la mesure - Contrôle de l'apport d'air neuf par sonde de CO_2

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Contrôle de l'air neuf de l'auditorium par sonde de CO2 - CegepVAV7.doe	50%	190	22509	3 975 $	1 625 $	199 $	199 $	3 733 $
Grande université	Contrôle de l'air neuf de l'auditorium par sonde de CO2 - UnivVAV7.doe	50%	72	23183	3 575 $	2 075 $	179 $	179 $	1 127 $
Grand hôtel TAE	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (sauf les chambres) - Hotel23.doe	50%	6	9115	31 800 $	13 000 $	1 590 $	1 590 $	1 569 $
Grand hôtel non-TAE	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (sauf les chambres) - HotelG7.doe	12%	2	14977	23 800 $	13 000 $	1 190 $	1 190 $	6 999 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 - CentreC5.doe	100%	45	250733	104 000 $	57 200 $	5 200 $	5 200 $	33 893 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 - CentreCG5.doe	100%	45	49590	104 000 $	57 200 $	5 200 $	5 200 $	18 591 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (avec VRC) - BureauMUT20.doe	100%	368	1846	11 925 $	4 875 $	596 $	596 $	223 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (avec VRC) - BureauMUTG20.doe	100%	368	176	11 925 $	4 875 $	596 $	596 $	87 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (sans VRC cas de base #14) - BureauMUT21.doe	100%	368	16735	11 925 $	4 875 $	596 $	596 $	722 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (sans VRC cas de base #14) - BureauMUTG21.doe	100%	368	410	11 925 $	4 875 $	596 $	596 $	74 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (sans VRC) - BureauMUT19.doe	50%	368	16002	11 925 $	4 875 $	596 $	596 $	663 $

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Contrôle de l'air neuf par sonde de CO2 (sans VRC) - BureauMUTG19.doe	50%	368	88	11 925 $	4 875 $	596 $	596 $	32 $

1- Titre de la mesure

C-13 : **Amélioration à l'efficacité des systèmes de pompage**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à implanter un système de pompage plus efficace. Cette mesure doit normalement être évaluée au cas par cas étant donné les variations possibles entre les différents systèmes de pompage et les contraintes particulières de chaque bâtiment, comme par exemple le différentiel de température acceptable sur le circuit d'eau chaude et froide. Cette mesure représente donc une famille d'actions prises sur les systèmes de pompage pour en réduire la consommation dont principalement de remplacer les pompes actuelles par des modèles plus efficaces, c'est-à-dire exigeant une puissance plus faible pour fournir les mêmes résultats (débit et perte de pression), l'amélioration du rendement des moteurs et l'augmentation des différentiels de température sur les réseaux d'eau tant chaude que refroidie.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-13-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en augmentant le rendement combiné du couple pompe/moteur de 59% à 69 % dans le fichier d'entrée de DOE2-1e pour les pompes de chauffage et de refroidissement. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-13-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est basé sur un remplacement des pompes et moteurs par des plus efficaces à 10.95 $/GPM et un surcoût de 35 % au marginal [6,16].

Tableau C-13-1 : Données sur la mesure - Amélioration à l'efficacité des systèmes de pompage

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Amélioration de l'efficacité du système de pompage - BureauGDD18.doe	75%	55	190387	41 504 $	14 526 $	2 075 $	2 075 $	7 770 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Amélioration de l'efficacité du système de pompage - BureauGDDG18.doe	75%	0	198652	41 504 $	14 526 $	2 075 $	2 075 $	8 874 $
Petit université/CEGEP TAE	Amélioration de l'efficacité du système de pompage - CegepVAV8.doe	100%	190	7210	2 839 $	994 $	142 $	142 $	357 $
Hôpitaux	Amélioration de l'efficacité du système de pompage - Hopital4.doe	75%	10	204807	52 000 $	13 000 $	2 600 $	2 600 $	8 356 $
Grand hôtel non-TAE	Amélioration de l'efficacité du système de pompage - HotelG22.doe	90%	2	59027	18 626 $	6 519 $	931 $	931 $	2 483 $
Grande université	Amélioration de l'efficacité du système de pompage - UnivVAV8.doe	75%	72	116794	19 710 $	6 899 $	986 $	986 $	3 732 $

1- Titre de la mesure

C-14 : **Amélioration à l'efficacité des systèmes de ventilation**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à implanter un système de ventilation plus efficace. Cette mesure doit normalement être évaluée au cas par cas étant donné les variations possibles entre les différents systèmes et les contraintes particulières de chaque bâtiment, comme par exemple le type de système de distribution. Cette mesure représente donc une famille d'actions prisent sur les systèmes de ventilation pour en réduire la consommation dont principalement de remplacer les ventilateurs actuels par des modèles plus efficaces, c'est-à-dire exigeant une puissance plus faible pour fournir les mêmes résultats (débit d'air et pression statique), l'amélioration du rendement des moteurs et l'optimisation de la taille des ventilateurs.

3- Durée de vie de la mesure

20 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-14-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

Le marché réel de cette mesure peut être réduit dû au manque de disponibilité d'unité de toit doté de système de ventilation à haute efficacité. Les unités de toit occupent une place prédominante dans les petits bâtiments commerciaux tels les petits bureaux et commerces de détail.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en augmentant le rendement combiné du couple ventilateur/moteur de 55% à 65 % dans le fichier d'entrée de DOE2-1e pour les pompes de chauffage et de refroidissement. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-14-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est basé sur un remplacement des ventilateurs et moteurs par des plus efficaces à 0.26 $/CFM et un surcoût de 35 % au marginal [6,16].

Tableau C-14-1 : Données sur la mesure - Amélioration à l'efficacité des systèmes de ventilation

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauGDD27.doe	50%	55	38306	46 800 $	16 380 $	2 340 $	2 340 $	2 405 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauGDDG27.doe	50%	0	37368	46 800 $	16 380 $	2 340 $	2 340 $	2 909 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauMUT1199.doe	100%	368	11079	8 531 $	2 986 $	427 $	427 $	875 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauMUTG11.doe	100%	368	9994	8 531 $	2 986 $	427 $	427 $	714 $
Petit université/CEGEP TAE	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CegepVAV19.doe	75%	190	1671	7 358 $	2 575 $	368 $	368 $	54 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CentreC16.doe	100%	45	194519	56 752 $	19 863 $	2 838 $	2 838 $	10 077 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CentreCG16.doe	100%	45	217116	56 752 $	19 863 $	2 838 $	2 838 $	9 973 $
Entrepôts secs TAE	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - EntrS13.doe	50%	187	967	1 612 $	564 $	81 $	81 $	72 $
Entrepôts secs non-TAE	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - EntrSG13.doe	50%	0	1905	1 612 $	564 $	81 $	81 $	108 $
Hôpitaux	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - Hopital9.doe	75%	10	263453	53 691 $	13 423 $	2 685 $	2 685 $	10 143 $

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grand hôtel TAE	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - Hotel13.doe	75%	6	10170	8 119 $	2 842 $	406 $	406 $	393 $
Grand hôtel non-TAE	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - HotelG16.doe	100%	2	18816	8 119 $	2 842 $	406 $	406 $	562 $
Grande université	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - UnivVAV19.doe	75%	72	24297	39 378 $	13 782 $	788 $	788 $	1 309 $
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauGDD27.doe	50%	55	38306	46 800 $	16 380 $	2 340 $	2 340 $	2 405 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauGDDG27.doe	50%	0	37368	46 800 $	16 380 $	2 340 $	2 340 $	2 909 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauMUT1199.doe	100%	368	11079	8 531 $	2 986 $	427 $	427 $	875 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - BureauMUTG11.doe	100%	368	9994	8 531 $	2 986 $	427 $	427 $	714 $
Petit université/CEGEP TAE	Amélioration de l'efficacité du système de ventilation - CegepVAV19.doe	75%	190	1671	7 358 $	2 575 $	368 $	368 $	54 $

1- Titre de la mesure

C-15 : **Entraînement à vitesse variable pour les pompes**

2- Description de la mesure

Sur les réseaux d'eau refroidie et d'eau chaude d'importance, utiliser des pompes à débit variable pour moduler la charge de chauffage et de refroidissement. Cette mesure doit être au préalable acceptée par les manufacturiers d'équipements (ex. chaudières et refroidisseurs). Le débit d'eau doit être constant sur la boucle primaire et variable sur la bouche secondaire. Toutes les soupapes trois voies des serpentins doivent être remplacées par des soupapes 2 voies.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-15-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

Il est à noter que cette mesure est applicable principalement pour les gros bâtiments, donc sur un nombre restreint d'applications.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en modifiant directement le fichier d'entrée de DOE2-1e en indiquant que les pompes sont à vitesses variables. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-15-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est basé l'ajout de variateurs de fréquence sur les pompes à 200 $/hp et un coût de et un surcoût de 35 % au marginal [6,16].

Tableau C-15-1 : Données sur la mesure - Entraînement à vitesse variable pour les pompes

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Entraînement à vitesse variable pour les pompes - BureauGDD26.doe	40%	55	605950	47 755 $	10 255 $	0 $	0 $	25 025 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Entraînement à vitesse variable pour les pompes - BureauGDDG26.doe	40%	0	666002	47 755 $	10 255 $	0 $	0 $	27 164 $
Petit université/CEGEP TAE	Entraînement à vitesse variable pour les pompes - CegepVAV27.doe	70%	190	34467	26 342 $	1 342 $	0 $	0 $	1 703 $
Hôpitaux	Entraînement à vitesse variable pour les pompes - Hopital13.doe	40%	10	449736	104 765 $	54 765 $	0 $	0 $	6 655 $
Grand hôtel non-TAE	Entraînement à vitesse variable pour les pompes - HotelG23.doe	50%	2	89713	27 081 $	12 081 $	0 $	0 $	4 761 $
Grande université	Entraînement à vitesse variable pour les pompes - UnivVAV27.doe	70%	72	201202	68 765 $	18 765 $	0 $	0 $	8 924 $

1- Titre de la mesure

C-16 : **Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs**

2- Description de la mesure

Sur les systèmes à volume variable, remplacer l'équipement de modulation de débit (vortex, volet de décharge ...) par des variateurs de fréquence qui varieront la vitesse de rotation des moteurs d'alimentation et de retour d'air. Ce mode de régulation du débit d'air est plus précis et réduit le cyclage.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-16-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

La mesure de conversion des systèmes à volume constant en systèmes à débit variable inclut l'entraînement à vitesse variable. Ces bâtiments ne sont donc pas inclus dans la présente mesure.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en modifiant directement le fichier d'entrée de DOE2-1e en indiquant que les ventilateurs sont à vitesses variables. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-16-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est basé sur l'ajout de variateurs de fréquence sur les ventilateurs à un coût variant de 152 $/hp (125 hp) à 283 $/hp (15 hp) [6,16] en plus des contrôles nécessaires.

Tableau C-16-1 : Données sur la mesure - Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs - BureauGDD9.doe	75%	55	165680	32 400 $	31 200 $	0 $	0 $	3 977 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs - BureauGDDG9.doe	75%	0	216090	32 400 $	31 200 $	0 $	0 $	12 065 $

1- Titre de la mesure

C-17 : **Conversion des systèmes à volume constant en système à volume variable**

2- Description de la mesure

Lorsqu'un système de ventilation est à débit fixe et est de type "double gaine" les appareils terminaux sont changés pour en faire un système à débit variable et un variateur de fréquence est installé sur les ventilateurs.

3- Durée de vie de la mesure

20 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-17-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type. Cette mesure est généralement applicable dans les bâtiments de taille moyenne et grande.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en modifiant les systèmes mécaniques définis dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-17-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure est estimé à 5 $/pi^2 au total et à 2.5 $/pi^2 au marginal.

Tableau C-17-1 : Données sur la mesure - Conversion des systèmes à volume constant en volume variable

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Transformation en système DAV - BureauGDD4.doe	10%	55	1116501	1 155 839 $	577 920 $	11 558 $	5 779 $	61 119 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Transformation en système DAV - BureauGDDG4.doe	10%	0	199472	1 155 839 $	577 920 $	11 558 $	5 779 $	59 671 $
Petit université/CEGEP TAE	Transformation en système DAV - CegepVAV4.doe	25%	190	291383	302 466 $	151 233 $	3 025 $	1 512 $	7 988 $
Hôpitaux	Transformation en système DAV - Hopital11.doe	25%	10	1011694	3 000 000 $	1 500 000 $	0 $	0 $	51 409 $
Grande université	Transformation en système DAV - UnivVAV499.doe	75%	72	717556	2 161 394 $	1 080 697 $	21 614 $	10 807 $	100 246 $

1- Titre de la mesure

C-18 : **Remplacement des luminaires incandescents par des fluorescents compacts**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à remplacer les ampoules incandescentes par des fluorescents compacts. Un remplacement complet est considéré dans l'analyse afin d'établir les économies maximales possibles. Uniquement une vocation, le petit détail, à fait l'objet d'un remplacement partiel (i.e. 50 %). L'utilisation d'incandescents pour l'éclairage des produits et de la marchandise dans cette vocation a été jugée essentielle.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie de la mesure est basée sur une durée de vie de 10000 h pour le fluorescent compact comparativement à 1000 h pour l'ampoule incandescente.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-18-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

Certaines contraintes pratiques peuvent limiter l'application de la mesure. Ainsi, le coût initial de la mesure en rend l'application peu rentable pour le client dans certaines vocations, les appareils d'éclairage existants ne sont pas toujours compatible avec les fluorescents compacts, le rendu de couleur des fluorescents compacts ne correspond pas toujours à ce qui est recherché par les utilisateurs, etc.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant la puissance d'éclairage attribuable aux incandescents de 75 % pour chaque zone dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-18-1.

Il est à noter qu'un remplacement partiel est parfois plus rentable qu'un remplacement à grande échelle. Ainsi, le remplacement des ampoules incandescentes les plus puissantes (ex. 100 W) et les plus utilisées (ex. 3000 h/an) sera plus rentable qu'un remplacement complet de tous les incandescents. Les chambres d'hôtels est un bon exemple d'un tel

remplacement ciblé [34]. Dans ces cas, le remplacement des ampoules sur la table de chevet et des salles de bain est rentable alors qu'un remplacement complet n'est que marginalement rentable dans les meilleures conditions.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure est de 20 $ par fluorescent compact comparativement à 0.50 $ pour l'ampoule incandescente.

Tableau C-18-1 : Données sur la mesure - Remplacement des luminaires incandescents par des fluorescents compacts

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - BureauGDD21.doe	90%	55	54132	13 680 $	10 260 $	0 $	0 $	3 992 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - BureauGDDG21.doe	90%	0	73212	13 680 $	10 260 $	0 $	0 $	4 365 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - BureauMUT10.doe	90%	368	5744	3 020 $	2 265 $	0 $	0 $	543 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - BureauMUTG10.doe	90%	368	5334	3 020 $	2 265 $	0 $	0 $	435 $
Petit université/CEGEP TAE	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - CegepVAV17.doe	90%	190	7415	2 900 $	2 175 $	0 $	0 $	294 $
Entrepôts secs TAE	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - EntrS10.doe	90%	187	703	200 $	150 $	0 $	0 $	52 $
Entrepôts secs non-TAE	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - EntrSG10.doe	90%	0	879	200 $	150 $	0 $	0 $	53 $
Hôpitaux	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - Hopital6.doe	90%	10	642087	59 120 $	44 340 $	0 $	0 $	19 329 $
Grand hôtel TAE	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - Hotel10.doe	80%	6	240885	53 320 $	39 990 $	0 $	0 $	11 673 $
Grand hôtel non-TAE	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - HotelG13.doe	75%	2	395721	53 320 $	39 990 $	0 $	0 $	21 668 $

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grande université	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts - UnivVAV17.doe	90%	72	69519	7 800 $	5 850 $	0 $	0 $	3 678 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts (50%) - CentreC14.doe	75%	45	808734	81 160 $	60 870 $	0 $	0 $	47 045 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts (50%) - CentreCG14.doe	75%	45	840739	81 160 $	60 870 $	0 $	0 $	47 418 $

1- Titre de la mesure

C-21 : **Remplacement des fluorescents 34 W par des T8 de 32 W avec ballast électronique**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à remplacer les tubes fluorescents de 34 W par des tubes T8 munis de ballasts électroniques. Cette mesure assimile également le remplacement des tubes fluorescents de 8 pieds qui ont été traités par un nombre équivalent de tubes de 4 pieds au niveau des simulations.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie de la mesure est basée sur une durée de vie de 60000 h pour les ballasts et de 20000 h pour les tubes.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-21-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

La disponibilité commerciale à grande échelle de cette ampoule est plus restreinte que pour l'halogène conventionnel.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont calculées sur une base de réduction de puissance de 12 W par luminaire de 2 tubes dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-21-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure est de 20.00 $ par ballast et de 2 $ par tube comparativement à 10.00 $ pour le ballast standard et 1 $ pour le tube 34 W.

Tableau C-21-1 : Données sur la mesure - Remplacement des fluorescents 34 W par des T8 de 32 W avec ballast électronique

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - BureauGDD17.doe	75%	55	180188	205 040 $	102 520 $	0 $	0 $	10 786 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - BureauGDDG17.doe	75%	0	282884	205 040 $	102 520 $	0 $	0 $	15 620 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - BureauMUT9.doe	75%	368	19431	39 732 $	19 866 $	0 $	0 $	1 895 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - BureauMUTG999.doe	75%	368	23769	39 732 $	19 866 $	0 $	0 $	1 849 $
Petit université/CEGEP TAE	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - CegepVAV18.doe	75%	190	7972	25 608 $	12 804 $	0 $	0 $	138 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - CentreC13.doe	90%	45	168494	133 804 $	66 902 $	0 $	0 $	9 816 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - CentreCG13.doe	90%	45	177902	133 804 $	66 902 $	0 $	0 $	9 796 $
Entrepôts secs TAE	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - EntrS11.doe	90%	187	586	1 320 $	660 $	0 $	0 $	44 $
Entrepôts secs non-TAE	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - EntrSG11.doe	90%	0	733	1 320 $	660 $	0 $	0 $	45 $

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Hôpitaux	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - Hopital7.doe	75%	10	564390	492 844 $	246 422 $	0 $	0 $	14 219 $
Grand hôtel TAE	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - Hotel11.doe	80%	6	11049	27 280 $	13 640 $	0 $	0 $	462 $
Grand hôtel non-TAE	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - HotelG14.doe	90%	2	21600	27 280 $	13 640 $	0 $	0 $	855 $
Grande université	Remplacement des fluorescents 34 W par des fluorescents F32T8 - UnivVAV18.doe	75%	72	132210	193 380 $	96 690 $	0 $	0 $	6 556 $

1- Titre de la mesure

C-22 : **Réduction de la densité de puissance d'éclairage (modification à la conception du système d'éclairage)**

2- Description de la mesure

Cette mesure générique consiste à réduire la densité de puissance d'éclairage (W/m^2) par une amélioration à la conception du système d'éclairage (type d'appareil, emplacement, éclairage naturel) tout en s'assurant une intensité d'éclairage adéquate (en lumen par m^2). Des exemples de ce type d'amélioration ont été retrouvés dans la revue de littérature [38,39,40]. La mesure amène généralement une révision des niveaux d'éclairage qui peuvent parfois être trop élevé.

L'implantation de cette mesure exige normalement l'implication d'un spécialiste en conception de système d'éclairage.

3- Durée de vie de la mesure

20 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-22-1 fournit le pourcentage du marché admissible à la mesure pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont basé sur une réduction de 50 % de la puissance des luminaires fluorescents dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-22-1.

La réduction utilisée est importante et exige donc une révision complète du système d'éclairage. Quelques études de cas relevés durant la revue de la littérature ont démontrés ce type de réduction par l'utilisation de luminaires avec un seul fluorescents T8 (au lieu de 2), réflecteurs spéculaires et lentilles de hautes qualités.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure est évalué à 0.40 $/W pour la conception, l'installation et l'équipement additionnel (tel des réflecteurs spéculaires) lors d'un

remplacement ou d'une nouvelle construction et à 0.88 $/W pour une installation existante.

Tableau C-22-1 : Données sur la mesure - Réduction de la densité de puissance d'éclairage (modification à la conception du système d'éclairage)

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - BureauGDD22.doe	100%	55	99355	256 300 $	116 500 $	0 $	0 $	8 355 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - BureauGDDG22.doe	100%	0	192732	256 300 $	116 500 $	0 $	0 $	9 314 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - BureauMUT13.doe	100%	368	9525	49 665 $	22 575 $	0 $	0 $	976 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - BureauMUTG13.doe	100%	368	13599	49 665 $	22 575 $	0 $	0 $	1 079 $
Petit université/CEGEP TAE	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - CegepVAV2599.doe	100%	190	23974	32 010 $	14 550 $	0 $	0 $	310 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - CentreC15.doe	75%	45	374971	167 255 $	76 025 $	0 $	0 $	22 117 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - CentreCG15.doe	75%	45	407151	167 255 $	76 025 $	0 $	0 $	21 983 $
Entrepôts secs TAE	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - EntrS12.doe	50%	187	4484	7 810 $	2 350 $	0 $	0 $	320 $
Entrepôts secs non-TAE	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - EntrSG12.doe	50%	0	8236	7 810 $	2 350 $	0 $	0 $	373 $
Hôpitaux	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - Hopital8.doe	75%	10	2098652	616 055 $	280 025 $	0 $	0 $	51 421 $

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grand hôtel TAE	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - Hotel12.doe	80%	6	24853	34 100 $	15 500 $	0 $	0 $	653 $
Grand hôtel non-TAE	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - HotelG15.doe	39%	2	73886	34 100 $	15 500 $	0 $	0 $	2 878 $
Grande université	Réduction de la densité de puissance d'éclairage - UnivVAV25.doe	100%	72	321190	241 725 $	14 550 $	0 $	0 $	15 339 $

1- Titre de la mesure

C-24 : **Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction**

2- Description de la mesure

Lorsque l'espace desservi par un ventilateur d'extraction (ex. salles de bain) n'est pas occupé, les ventilateurs sont automatiquement mis à l'arrêt.

Cette mesure est considérée comme étant appliqué par un système de SGE.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-24-1 fournit le marché disponible utilisé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant le nombre d'heure d'utilisation, de 15 % à 50 % selon la vocation, au niveau de l'horaire des ventilateurs d'extraction dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Cette mesure a toujours été implantée après celle sur l'arrêt de la ventilation puisque la rentabilité de cette dernière est supérieure. Les évacuateurs sont toujours arrêtés lorsque la ventilation est arrêtée. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-24-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués en moyenne à 2275 $ par ventilateur d'extraction (ventilateur central) au coût total [6,32] et à 1275 $ au marginal. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien de 1% est utilisé [32].

Tableau C-24-1 : Données sur la mesure - Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Arrêt des évacuateurs en période inoccupée - CegepVAV5.doe	100%	190	264	3 575 $	2 075 $	36 $	18 $	82 $
Grand hôtel TAE	Arrêt des évacuateurs en période inoccupée - Hotel22.doe	90%	6	3517	2 275 $	1 275 $	23 $	11 $	116 $
Grand hôtel non-TAE	Arrêt des évacuateurs en période inoccupée - HotelG5.doe	5%	2	1143	2 275 $	1 275 $	23 $	11 $	43 $
Grande université	Arrêt des évacuateurs en période inoccupée - UnivVAV5.doe	50%	72	10961	3 575 $	2 075 $	36 $	18 $	458 $

1- Titre de la mesure

C-25 : **Optimisation du contrôle des hottes de cuissons**

2- Description de la mesure

Modifier le contrôle des hottes de cuisine afin que celles-ci fonctionnent à bas régime lorsque la charge de cuisson est faible. La mesure peut s'implanter par l'installation d'un détecteur de fumée servant au contrôle du moteur du ventilateur (moteur à deux vitesses).

Cette mesure est considérée comme étant appliquée par un système de SGE.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-25-1 fournit le marché disponible utilisé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant de 50 % le débit d'air des hottes dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-25-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués en moyenne à 3575 $ par hotte au coût total, incluant un détecteur de fumée et les contrôles requis, et à 2075 $ au marginal. Comme pour toutes les mesures touchant l'opération des systèmes, un coût annuel d'entretien de 1% est utilisé [32].

Tableau C-25-1 : Données sur la mesure - Optimisation du contrôle des hottes de cuissons

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Optimisation du contrôle des hottes - CegepVAV33.doe	90%	190	5539	3 575 $	2 075 $	36 $	18 $	922 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Optimisation du contrôle des hottes - CentreC8.doe	90%	45	114771	10 560 $	10 560 $	106 $	53 $	5 762 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Optimisation du contrôle des hottes - CentreCG8.doe	90%	45	14332	10 560 $	10 560 $	106 $	53 $	5 654 $
Hôpitaux	Optimisation du contrôle des hottes - Hopital12.doe	90%	10	498	15 000 $	10 000 $	150 $	75 $	1 290 $
Grand hôtel TAE	Optimisation du contrôle des hottes - Hotel24.doe	50%	6	33968	10 725 $	6 225 $	107 $	54 $	2 691 $
Grande université	Optimisation du contrôle des hottes - UnivVAV32.doe	90%	72	1905	10 725 $	6 225 $	107 $	54 $	1 243 $

1- Titre de la mesure

C-26 : **Appareils de cuisson à haute efficacité**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à utiliser des appareils de cuisson électrique à haut rendement. Cette mesure est également de type générique et sert à évaluer le potentiel global sur cet usage.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-26-1 fournit le marché disponible utilisé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant de 25 % la consommation unitaire des appareils de cuisson dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-26-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure a été évalué à 10.75 $/pi^2 d'espace de cuisine, au coût total, avec un coût marginal de 20 % de cette valeur [7].

Tableau C-26-1 : Données sur la mesure - Appareils de cuisson à haute efficacité

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson - CentreC23.doe	100%	45	40240	144 534 $	28 907 $	0 $	0 $	3 325 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson - CentreCG23.doe	100%	45	45897	144 534 $	28 907 $	0 $	0 $	3 530 $
Grand hôtel TAE	Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson - Hotel25.doe	100%	6	20955	23 725 $	4 745 $	0 $	0 $	736 $
Grand hôtel non-TAE	Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson - HotelG25.doe	100%	2	19637	23 725 $	4 745 $	0 $	0 $	1 204 $

1- Titre de la mesure

C-27 : **Optimisation du contrôle de l'humidité**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à améliorer de manière générale le système d'humidification du bâtiment. Cette mesure implique l'utilisation d'appareils de mesure de meilleure qualité ainsi que l'ajustement optimum des cycles de purge pour les humidificateurs afin d'amener une réduction de la consommation attribuable à l'humidification des immeubles.

La mesure peut également être implantée par l'utilisation de modèle d'humidificateur plus efficace et bien entretenu, utilisant de l'eau déminéralisée ainsi qu'une régulation optimisée.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-27-1 fournit le marché possible utilisé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant de 5% le point de consigne pour le contrôle de l'humidité dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-27-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure sont basés sur l'amélioration de la sonde et du système de contrôle. Un coût total de 3575 $ par système est utilisé avec un coût marginal de 2075 $. Un coût annuel d'entretien de 5% est utilisé pour la calibration de la sonde et l'entretien accrue du système.

Tableau C-27-1 : Données sur la mesure - Optimisation du contrôle de l'humidité

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauGDD6.doe	90%	55	35229	3 575 $	2 075 $	179 $	179 $	2 560 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauGDDG6.doe	90%	0	821	3 575 $	2 075 $	179 $	179 $	1 058 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauMUT3.doe	90%	368	14273	3 575 $	2 075 $	179 $	179 $	1 245 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Optimisation du contrôle de l'humidité - BureauMUTG3.doe	90%	368	7708	3 575 $	2 075 $	179 $	179 $	679 $
Petit université/CEGEP TAE	Optimisation du contrôle de l'humidité - CegepVAV29.doe	90%	190	3370	3 575 $	2 075 $	179 $	179 $	457 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Optimisation du contrôle de l'humidité - CentreC24.doe	100%	45	29982	14 300 $	8 300 $	715 $	715 $	2 005 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Optimisation du contrôle de l'humidité - CentreCG24.doe	100%	45	25615	14 300 $	8 300 $	715 $	715 $	2 015 $
Grande université	Optimisation du contrôle de l'humidité - UnivVAV29.doe	90%	72	59	3 575 $	2 075 $	179 $	179 $	219 $

1- Titre de la mesure

C-28 : **Récupération de chaleur sur l'air évacué (VRC)**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer un récupérateur de chaleur (sensible et latent) pour transférer une partie de la chaleur et de l'humidité évacuée à l'air neuf admis dans le système de ventilation.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-28-1 fournit le marché possible utilisé pour chaque bâtiment type.

Plusieurs contraintes pratiques peuvent limiter le marché de cette mesure dans les bâtiments existants, dont :

- Les prises d'air neuf et d'air évacué doivent être relativement rapprochées afin de réduire les coûts. Sinon, le rendement du système sera fortement détérioré en plus d'avoir un coût plus élevé.
- La salle mécanique (ou l'unité de toit) doit avoir suffisamment d'espace disponible pour accueillir le VRC.
- Le système de ventilation doit être doté d'une gaine de reprise (à l'équipement central) et avoir aussi peu d'évacuations locales que possible.

Enfin, la réglementation actuelle oblige la récupération pour les installations dont l'évacuation représente plus de 300 kW de potentiel.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en implantant un système de récupération avec une efficacité de 65 %, au point d'essai, dans le système mécanique défini dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-28-1.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure sont de 4 à 5 $/CFM pour une nouvelle installation et de 8 à 10 $/CFM pour une installation existante. Le surcoût provient des modifications requises aux installations existantes.

Tableau C-28-1 : Données sur la mesure - Récupération de chaleur sur l'air évacué (VRC)

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total	Entretien marginal	Économie client $
Grands bureaux TAE - 2 conduits	VRC - BureauGDD20.doe	75%	55	201260	146 864 $	73 432 $	0 $	0 $	34 742 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	VRC - BureauGDDG20.doe	75%	0	10785	146 864 $	73 432 $	0 $	0 $	10 249 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	VRC - BureauMUT15.doe	75%	368	996	34 300 $	17 150 $	0 $	0 $	64 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	VRC - BureauMUTG15.doe	75%	368	322	34 300 $	17 150 $	0 $	0 $	71 $
Petit université/CEGEP TAE	VRC - CegepVAV21.doe	75%	190	84379	76 860 $	38 430 $	0 $	0 $	10 875 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	VRC - CentreC18.doe	100%	45	20076	677 980 $	338 990 $	0 $	0 $	2 719 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	VRC - CentreCG18.doe	100%	45	8001	677 980 $	338 990 $	0 $	0 $	1 947 $
Entrepôts secs TAE	VRC - EntrS15.doe	100%	187	3751	3 300 $	1 650 $	0 $	0 $	399 $
Grande université	VRC - UnivVAV21.doe	75%	72	19930	76 860 $	38 430 $	0 $	0 $	6 973 $
Grand hôtel TAE	VRC (sauf les chambres) - Hotel20.doe	90%	6	176700	81 040 $	40 520 $	0 $	0 $	19 337 $
Grand hôtel non-TAE	VRC (sauf les chambres) - HotelG18.doe	10%	2	29279	81 040 $	40 520 $	0 $	0 $	15 245 $

1- Titre de la mesure

C-29 : **Pompes à chaleur géothermiques**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer ou remplacer le système mécanique par un système géothermique. Ce système est constitué de puits verticaux, à boucles fermées, servant de source de chaleur en hiver et de puit de chaleur en été (climatisation). Le bâtiment est doté d'une boucle de liquide centrale sur laquelle plusieurs pompes à chaleurs sont reliées. Ce système fournit toujours de la climatisation.

De plus, un système d'air d'appoint est également utilisé afin de fournir l'air neuf au bâtiment (système à 100 % d'air extérieur).

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-29-1 fournit le marché possible utilisé pour chaque bâtiment type.

Il est à noter que l'installation de boucles souterraines peut parfois faire l'objet de réglementation de la part des autorités locales.

Le coût initial de la mesure est élevé et peut représenter une barrière importante à l'implantation de la mesure.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en modifiant le système mécanique défini dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-29-1.

Lorsqu'un bâtiment n'est pas climatisé dans le cas de base (ex. école primaire), la mesure sur la géothermie implique que le bâtiment devient climatisé. Les gains en chauffage seront donc légèrement réduits par l'ajout de ce nouvel usage.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure sont de 2500 $/tonne pour le remplacement d'une installation existante et de 1250 $/tonne pour une installation neuve. Ces coûts sont inférieurs à ceux du marché actuel. Ceux-ci correspondent à des coûts estimés pour un marché mature.

Un coût d'entretien additionnel représentant 1 % du coût d'acquisition a été considéré.

Tableau C-29-1 : Données sur la mesure - Pompes à chaleur géothermiques

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Géothermie - CegepVAV30.doe	100%	190	99648	222 806 $	111 403 $	2 228 $	1 114 $	7 408 $

1- Titre de la mesure

C-30 : **Murs solaires**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer un mur solaire qui sert à préchauffer l'air neuf. Ce mur consiste habituellement d'une tôle perforée, de couleur noire, à travers laquelle l'air est aspiré.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-30-1 fournit le marché possible pour la mesure.

L'implantation de cette mesure exige d'avoir une surface de mur opaque relativement importante et adéquatement orientée. L'aspect visuel du mur solaire peut également en limiter l'utilisation dans le secteur commercial.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en préchauffant l'air neuf du bâtiment jusqu'à 40 F dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Ces gains ont également été validés à l'aide de l'outil de modélisation RETScreen pour les murs solaires. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-30-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure est de 4.30 $/CFM d'air neuf au coût marginal. Un surcoût de 50% s'applique aux installations existantes pour adapter le système de ventilation.

Tableau C-30-1 : Données sur la mesure – Murs solaires

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Mur solaire - CegepVAV31.doe	100%	190	35141	49 575 $	33 050 $	0 $	0 $	4 650 $

1- Titre de la mesure

C-31 : **Équipements de bureau efficaces (ordinateurs, imprimantes, télécopieurs, photocopieurs)**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à remplacer ou installer des équipements de bureau plus efficaces, par exemple des équipements “Energy Star”.

Contrairement à la majorité des mesures, cette mesure n’a pas fait l’objet d’une modélisation dans DOE2.1e. L’économie a été évaluée pour un équipement type dans un bâtiment TAE et dans un bâtiment non-TAE. La rentabilité est également évaluée par équipement.

3- Durée de vie de la mesure

5 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-31-1 fournit le marché possible pour cette mesure. Le marché de cette mesure est estimé à près de 2.5 millions d’appareils, tous types confondus.

5- Économie d’énergie attribuable à la mesure

Plusieurs documents ont pu être identifiés touchant l’évaluation du potentiel de ces mesures, dont les références 116 à 120 ainsi que la référence 90. Il ressort principalement de ces documents que le potentiel résiduel est relativement faible puisque la grande majorité des équipements vendus depuis 1996 se conforment maintenant au rendement requis par le programme Energy Star, ou équivalent [95]. Il est toutefois possible d’identifier un potentiel résiduel de 38 kWh par équipement moyen sur ces équipements.

Un effet croisé d’approximativement 40% est applicable dans le cas des bâtiments TAE et un effet croisé positif de 10% pour les bâtiments non TAE s’applique à cette mesure.

6- Coûts de la mesure

Le coût additionnel de la mesure est estimé à 20 $.

Tableau C-31-1 : Données sur la mesure – Équipements de bureaux efficaces

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
TAE	Équipements de bureaux	90%	92000	23	100 $	20 $	0 $	0 $	1 $
non-TAE	Équipements de bureaux	90%	138000	38	100 $	20 $	0 $	0 $	1 $

1- Titre de la mesure

C-32 : **Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à abaisser automatiquement la température des locaux pendant les périodes d'inoccupation.

La mesure permet toujours de réduire la consommation d'énergie du bâtiment mais conduit souvent, pour les bâtiments TAE, à une augmentation de la facture électrique. Cette augmentation provient de l'appel de puissance additionnel survenant lors du rétablissement de la température du bâtiment. Certains équipements, tels les contrôleurs de charge, permettent parfois d'éviter cette pénalité d'appel de puissance. Toutefois, si l'abaissement est suffisamment important ou si le bâtiment possède peu de charges délestables, cette pénalité sera difficilement évitable.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans, lorsque la mesure est implantée par un système automatique afin d'en assurer la permanence.

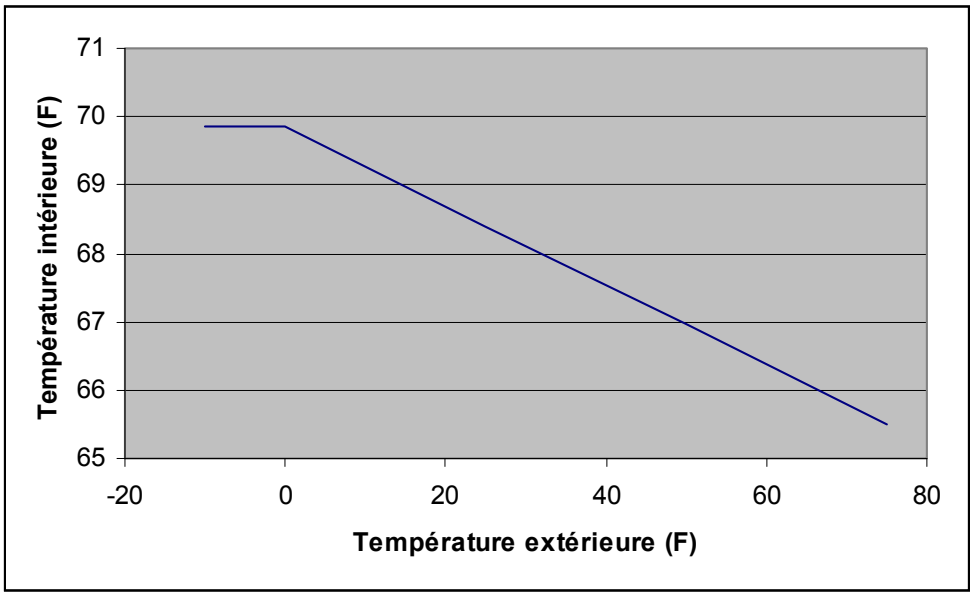
4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-32-1 fournit le marché possible utilisé pour chaque bâtiment type.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en modifiant l'horaire de température dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Afin de minimiser les pénalités d'appel de puissance rattachées à cette mesure, un abaissement graduel a été utilisé. La figure C-32-1 présente le profil d'abaissement utilisé. Les gains obtenus pour les bâtiments type sont présentés au tableau C-32-1.

Figure C-32-1 : Courbe d'abaissement de température selon la température extérieure



6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués sur la base d'une installation de type SGE à 500 $ par point de contrôle plus l'installation et le panneau pour les grands bâtiments. Le coût de la mesure pour les petits bâtiments est basé sur l'installation de thermostats programmables à 90 $, installation incluse, comparativement à 7 $ pour le thermostat standard.

Tableau C-32-1 : Données sur la mesure - Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grand hôtel TAE	Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée - Hotel2.doe	20%	6	50996	55 000 $	50 000 $	550 $	275 $	(362 $)
Grand hôtel non-TAE	Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée - HotelG2.doe	20%	2	996	2 275 $	1 275 $	23 $	11 $	3 981 $
Entrepôts secs TAE	Abaissement permanent de la température de l'entrepôt - EntrS2.doe	10%	187	19725	0 $	0 $	0 $	0 $	1 258 $

1- Titre de la mesure

C-33 : **Isolation du système d'eau chaude domestique**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à isoler le système d'eau chaude domestique. Dans les petits bâtiments et certains bâtiments de grandes tailles, cette mesure consiste uniquement à isoler les réservoirs standards (i.e. de type résidentiel de 40, 60 et 100 gallons). Pour les bâtiments munis d'un système à circulation continue, la mesure implique l'isolation des réservoirs de stockage ainsi que de la tuyauterie de distribution.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-33-1 présente le marché possible pour la mesure.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en améliorant le rendement du système d'eau chaude domestique de 2 % dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-33-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure est estimé à 0.018 $/kWh de consommation pour l'eau chaude. Ce coût moyen inclus les matériaux requis ainsi que la main d'œuvre pour l'installation de l'isolant.

Tableau C-33-1 : Données sur la mesure - Isolation du système d'eau chaude domestique

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Isolation du système d'ECD - BureauGDD23.doe	50%	55	6301	1 250 $	1 250 $	0 $	0 $	185 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Isolation du système d'ECD - BureauGDDG23.doe	50%	0	6301	1 250 $	1 250 $	0 $	0 $	171 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Isolation du système d'ECD - BureauMUT14.doe	50%	368	2227	636 $	636 $	0 $	0 $	123 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Isolation du système d'ECD - BureauMUTG14.doe	50%	368	2227	636 $	636 $	0 $	0 $	117 $
Petit université/CEGEP TAE	Isolation du système d'ECD - CegepVAV26.doe	50%	190	6331	488 $	488 $	0 $	0 $	331 $
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Isolation du système d'ECD - CentreC22.doe	25%	45	4513	1 250 $	1 250 $	0 $	0 $	183 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Isolation du système d'ECD - CentreCG22.doe	25%	45	4513	1 250 $	1 250 $	0 $	0 $	182 $
Entrepôts secs TAE	Isolation du système d'ECD - EntrS19.doe	10%	187	88	65 $	65 $	0 $	0 $	5 $
Entrepôts secs non-TAE	Isolation du système d'ECD - EntrSG19.doe	10%	0	88	65 $	65 $	0 $	0 $	5 $
Grand hôtel TAE	Isolation du système d'ECD - Hotel18.doe	10%	6	8998	4 517 $	4 517 $	0 $	0 $	298 $
Grand hôtel non-TAE	Isolation du système d'ECD - HotelG21.doe	10%	2	8998	4 517 $	4 517 $	0 $	0 $	485 $

1- Titre de la mesure

C-34 : **Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer une pompe à chaleur pour produire l'eau chaude domestique. Ce type de chauffe-eau est présentement disponible pour les systèmes géothermiques et la mesure a toujours été implantée suite à celle sur la géothermie.

Lors de la revue de littérature, une pompe à chaleur utilisant l'air de la pièce comme source de chaleur a également été identifiée. Toutefois, ce produit n'est pas utile lorsque la pièce a un besoin de chauffage puisque la pompe à chaleur refroidit la pièce pour chauffer l'eau. La majorité des bâtiments de la segmentation ont des besoins de chauffage significatif et l'utilisation de ce type de pompe à chaleur ne représente pas une option efficace.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-34-1 présente le marché possible pour la mesure.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en modifiant le rendement du système d'eau chaude domestique pour correspondre à un COP de 3 dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-34-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût de la mesure est estimé à 1400 $/tonne dans un marché mature.

Tableau C-34-1 : Données sur la mesure - Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Petit université/CEGEP TAE	Pompe à chaleur pour l'ECD - CegepVAV32.doe	100%	190	7063	7 961 $	5 686 $	80 $	80 $	421 $
Grand hôtel TAE	Pompe à chaleur pour l'ECD - Hotel19.doe	100%	6	118376	21 000 $	15 000 $	210 $	210 $	6 929 $

1- Titre de la mesure

C-35 : **Tour d'eau à haute efficacité**

2- Description de la mesure

Lors d'une installation neuve ou d'une rénovation majeure, favoriser l'achat de tours d'eau plus efficaces qui montrent les avantages suivants :

- Meilleur contrôle à charge partielle;
- Moteurs plus efficaces;
- Moins de perte d'eau ;
- Échange accru eau-air ;
- Débit minimum ;
- Instrumentation et contrôle plus précis.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-35-1 présente le marché possible pour la mesure. Cette mesure n'est applicable qu'aux grands bâtiments avec système de climatisation central.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en modifiant le rendement des moteurs de la tour d'eau et en y implantant des variateurs de fréquence pour obtenir une meilleur modulation dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-35-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût des tours d'eau est estimé à 200 $/tonne avec une surprime de 35 % pour les modèles efficaces.

Tableau C-35-1 : Données sur la mesure - Tour d'eau à haute efficacité

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Tour d'eau efficace - BureauGDD25.doe	90%	55	57972	90 000 $	31 500 $	900 $	450 $	2 509 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Tour d'eau efficace - BureauGDDG25.doe	90%	0	57972	90 000 $	31 500 $	900 $	450 $	3 227 $
Petit université/CEGEP TAE	Tour d'eau efficace - CegepVAV28.doe	90%	190	3195	20 000 $	7 000 $	200 $	100 $	118 $
Hôpitaux	Tour d'eau efficace - Hopital15.doe	90%	10	85551	150 000 $	52 500 $	1 500 $	750 $	4 580 $
Grand hôtel non-TAE	Tour d'eau efficace - HotelG24.doe	50%	2	4543	18 600 $	6 510 $	186 $	93 $	276 $
Grande université	Tour d'eau efficace - UnivVAV28.doe	90%	72	22626	108 000 $	37 800 $	1 080 $	540 $	1 941 $

1- Titre de la mesure

C-36 : **Refroidisseur d'eau à haute efficacité**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste, lors d'une nouvelle installation ou d'une rénovation majeure, à employer un refroidisseur d'eau avec un rendement supérieur.

3- Durée de vie de la mesure

25 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-36-1 présente le marché possible pour la mesure. Cette mesure n'est applicable qu'aux grands bâtiments avec système de climatisation central.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en modifiant le rendement des refroidisseurs de COP = 5 à COP = 7 dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-36-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût des refroidisseurs d'eau est estimé à 300 $/tonne avec une surprime de 33 % pour les modèles efficaces.

Tableau C-36-1 : Données sur la mesure - Refroidisseur d'eau à haute efficacité

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Refroidisseur à haut rendement - BureauGDD24.doe	90%	55	74707	135 000 $	44 550 $	0 $	0 $	4 667 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Refroidisseur à haut rendement - BureauGDDG24.doe	90%	0	74707	135 000 $	44 550 $	0 $	0 $	6 160 $
Petit université/CEGEP TAE	Refroidisseur à haut rendement - CegepVAV24.doe	90%	190	7884	30 000 $	9 900 $	0 $	0 $	306 $
Hôpitaux	Refroidisseur à haut rendement - Hopital14.doe	90%	10	96131	175 000 $	57 750 $	0 $	0 $	8 380 $
Grande université	Refroidisseur à haut rendement - UnivVAV24.doe	90%	72	69021	130 500 $	43 065 $	0 $	0 $	5 787 $
Grand hôtel non-TAE	Refroidisseur haut rendement - HotelG20.doe	90%	2	18230	40 500 $	13 365 $	0 $	0 $	1 371 $

1- Titre de la mesure

C-37 : **Unité de toit à haute efficacité**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste, lors d'une nouvelle installation ou d'une rénovation majeure, à employer une unité de toit avec un rendement de refroidissement supérieur.

3- Durée de vie de la mesure

15 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-37-1 présente le marché possible pour la mesure. Cette mesure n'est applicable qu'aux grands bâtiments avec système de climatisation central.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en modifiant le rendement de refroidissement des unités de toit de COP = 3 à COP = 4 dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-37-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût des unités de toit est estimé à 850 $/tonne avec une surprime de 15 % pour les modèles efficaces.

Tableau C-37-1 : Données sur la mesure - Unité de toit à haute efficacité

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Centre commerciaux TAE - UT vol. cst	Unité de toit à haute efficacité - CentreC21.doe	100%	45	96923	527 832 $	68 832 $	0 $	0 $	6 375 $
Centre commerciaux non-TAE - UT vol. cst	Unité de toit à haute efficacité - CentreCG21.doe	100%	45	96923	527 832 $	68 832 $	0 $	0 $	6 774 $
Entrepôts secs TAE	Unité de toit à haute efficacité - EntrS18.doe	100%	187	322	9 775 $	1 275 $	0 $	0 $	23 $
Entrepôts secs non-TAE	Unité de toit à haute efficacité - EntrSG18.doe	100%	0	322	9 775 $	1 275 $	0 $	0 $	23 $
Grande université	Unité de toit à haute efficacité - UnivVAV31.doe	100%	72	1729	9 775 $	1 275 $	0 $	0 $	127 $

1- Titre de la mesure

C-38 : **Thermostats précis**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à remplacer chaque thermostat de pièce tension secteur commandant des plinthes électriques de façon à réduire la plage morte du thermostat.

Le remplacement peut se faire soit par l'utilisation d'un SGE pour gérer les plinthes ou par l'utilisation de thermostats électroniques.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-38-1 présente le marché possible pour la mesure.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en réduisant la plage morte de 1.8 °F à 0.8 °F pour chaque zone dotée de plinthes dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-38-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est de 90 $ par thermostat (électronique programmable) pour les petits bâtiments et de 300 $/point pour les grands bâtiments. Toutefois, le coût marginal est considéré comme nul pour tous les bâtiments ayant déjà fait l'objet d'une mesure sur les thermostats (ex. abaissement de température automatique).

Tableau C-38-1 : Données sur la mesure - Thermostats précis

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $
Petit université/CEGEP TAE	Thermostats précis - CegepVAV20.doe	80%	190	8118	11 000 $	0 $	0 $	0 $	(102 $)
Entrepôts secs TAE	Thermostats précis - EntrS14.doe	100%	187	352	180 $	166 $	0 $	0 $	35 $
Entrepôts secs non-TAE	Thermostats précis - EntrSG14.doe	100%	0	176	180 $	166 $	0 $	0 $	26 $
Grand hôtel TAE	Thermostats précis - Hotel14.doe	90%	6	8148	4 500 $	0 $	0 $	0 $	(598 $)
Grand hôtel non-TAE	Thermostats précis - HotelG17.doe	100%	2	3751	4 500 $	3 800 $	0 $	0 $	1 266 $
Grande université	Thermostats précis - UnivVAV20.doe	80%	72	12016	20 000 $	0 $	0 $	0 $	3 249 $

1- Titre de la mesure

C-42 : **Optimisation de la température d'alimentation de l'air**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à ajuster automatiquement et de façon continue la température d'alimentation de la gaine froide des systèmes desservant plusieurs zones. La température d'alimentation est ajustée de manière à répondre à la demande de la zone qui nécessite l'air le plus froid.

Cette mesure permet de réduire le réchauffage requis par les systèmes mutlizones à volume constant. Ainsi, lorsque les zones ont peu de demande de refroidissement, généralement les zones internes, l'air est alimenté plus chaud, par exemple à 18 °C au lieu de 13 °C.

Il est à noter que la réglementation actuelle [17] exige déjà ce type de système de contrôle (section 6, article 100).

Enfin, la simulation de cette mesure présente le maximum possible d'économie réalisable. En effet, dans les simulations les conditions d'opération sont constantes et uniformes. Ainsi, les zones opèrent selon des horaires souvent identiques et répétitifs d'un jour à l'autre et de semaine en semaine. Ces conditions permettent une optimisation maximale de la température d'alimentation puisque les demandes de refroidissement des zones sont alors réduites de manière quasi-simultanée. Toutefois, dans une application réelle, les horaires d'utilisation des différentes zones et leurs besoins de refroidissement vont varier de manière beaucoup moins uniforme et répétitive que dans la simulation. Les gains de la mesure seront alors réduits dès que la demande d'une seule des zones desservies par le système sera différente des autres. Les gains présentés au tableau C-42-1 sont donc des maximum théoriques. Les gains réels peuvent facilement être moins de 50 % du gain maximal.

L'implantation de cette mesure se fait par SGE et demande une période de mise en route minutieuse afin d'obtenir les gains maximaux tout en assurant le confort des occupants.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans; la mesure doit être mise à jour à chaque modification de l'usage ou de la configuration des zones desservies par les systèmes.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-42-1 présente le marché possible pour la mesure. La mesure s'applique uniquement aux systèmes mutlizones à volume constant, à volume variable et à double gaine.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été évaluées en utilisant l'option de contrôle de température d'alimentation déjà intégrée dans le logiciel de simulation DOE2-1e. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-42-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est basé sur l'installation d'un SGE à 500 $/point en plus des coûts de programmation et mise en route du système de contrôle à 50 $/h et à 3 h/point en moyenne. Un coût de maintien annuel est également utilisé (0.5 % du coût total).

Tableau C-42-1 : Données sur la mesure - Optimisation de la température d'alimentation de l'air

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Optimisation de la température d'alimentation - BureauGDD3.doe	10%	55	2123329	215 000 $	40 000 $	2 150 $	1 075 $	137 172 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Optimisation de la température d'alimentation - BureauGDDG3.doe	10%	0	173769	215 000 $	40 000 $	2 150 $	1 075 $	98 240 $
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Optimisation de la température d'alimentation - BureauMUT22.doe	5%	368	296776	40 000 $	10 000 $	400 $	200 $	25 668 $
Petit université/CEGEP TAE	Optimisation de la température d'alimentation - CegepVAV16.doe	10%	190	58910	25 000 $	1 500 $	250 $	125 $	3 858 $
Petit université/CEGEP TAE	Optimisation de la température d'alimentation - CegepVAV399.doe	5%	190	372362	130 000 $	30 000 $	1 300 $	650 $	15 300 $
Hôpitaux	Optimisation de la température d'alimentation - Hopital10.doe	10%	10	145018	215 000 $	40 000 $	2 150 $	1 075 $	127 716 $
Grande université	Optimisation de la température d'alimentation - UnivVAV4.doe	10%	72	138834	240 000 $	40 000 $	2 400 $	1 200 $	36 220 $
Grande université	Optimisation de la température d'alimentation des systèmes DAV - UnivVAV16.doe	5%	72	57620	240 000 $	40 000 $	2 400 $	1 200 $	6 671 $

1- Titre de la mesure

C-43 : **Réduction du débit des robinets**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer des aérateurs de robinets afin de réduire le débit de ces derniers.

Contrairement à la majorité des mesures, cette mesure n'a pas fait l'objet d'une modélisation dans DOE2.1e. L'économie et la rentabilité sont évaluées pour un robinet type.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie de cette mesure est estimée à sept ans.

4- Marché applicable à la mesure

Le nombre de robinets d'éviers dans le parc commercial serait d'approximativement 2 000 000, de ce total, 788 280 seraient admissibles à la mesure.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Des économies nettes de 38 kWh par robinet ont été attribuées à cette mesure.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de cette mesure sont évalués à 5 $

Tableau C-43-1 : Données sur la mesure - Réduction du débit des robinets

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Tous	Réduction du débit des robinets de lavabo	75%	200000	38	5 $	5 $	0 $	0 $	1 $

1- Titre de la mesure

C-44 : **Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer des clapets de retenu étanches aux sélecteurs de douche qui consistent à interrompre entièrement le débit d'eau sur demande de l'usager lors de la douche.

Contrairement à la majorité des mesures, cette mesure n'a pas fait l'objet d'une modélisation dans DOE2.1e. L'économie et la rentabilité sont évaluées pour un hôtel type.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie de cette mesure est estimée à cinq ans.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-44-1 présente le marché possible pour la mesure et provient de la référence [15]. Uniquement le secteur hôtelier est considéré.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Des économies nettes de 7580 kWh par Hôtel ont été attribuées à cette mesure [15].

6- Coûts de la mesure

Les coûts de cette mesure sont évalués à 1080 $ [15]

Tableau C-44-1 : Données sur la mesure - Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Hôtels	Clapets de retenu étanches au sélecteur de douche	100%	192	7580	1 080 $	1 080 $	0 $	0 $	265 $

1- Titre de la mesure

C-45 : **Lampe sodium haute pression dans les stationnements**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à remplacer l'éclairage de type vapeur de mercure par des lampes de type sodium haute pression pour les stationnements.

Contrairement à la majorité des mesures, cette mesure n'a pas fait l'objet d'une modélisation dans DOE2.1e. L'économie et la rentabilité sont évaluées pour une lampe type.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie de la mesure est établie sur une base de 60 000 heures de durée de vie.

4- Marché applicable à la mesure

Le marché applicable à cette mesure est évalué à approximativement 30 000 lampes selon la référence [45].

La proportion du marché qui serait admissible à la mesure est évaluée à 25 % selon la référence [15].

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

L'économie d'énergie attribuable à cette mesure est établie à 38% de la consommation de la lampe à vapeur de mercure, le cas de base considéré est le remplacement d'une lampe de 500 W sur un temps de fonctionnement moyen de 4 394 heures.

6- Coûts de la mesure

Le coût attribuable à cette mesure est de 114 $ pour l'installation d'une lampe sodium haute pression avec ballast alors que le coût marginal est établi à 18 $ [44].

Tableau C-45-1 : Données sur la mesure - Lampe sodium dans les stationnements

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Tous	Lampe sodium dans stationnement	25%	30000	835	114 $	18 $	0 $	0 $	29 $

1- Titre de la mesure

C-47 : **Robinets de douche temporisés**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à installer des robinets de douche de type à bouton pressoir afin d'interrompre automatiquement le débit d'eau.

Contrairement à la majorité des mesures, cette mesure n'a pas fait l'objet d'une modélisation dans DOE2.1e. L'économie et la rentabilité sont évaluées pour une douche type.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie de la mesure est estimée à cinq ans.

4- Marché applicable à la mesure

Le marché applicable à cette mesure a été estimé à partir de la référence 105 qui donne le taux de diffusion des douches dans les immeubles commerciaux au Québec. Il y avait selon cette référence approximativement 166 000 douches alimentées par des chauffe-eau électriques. Une portion de 10% des douches ont été considérées admissibles à la mesure selon les données de la référence 33. Cette portion correspond aux douches qui sont utilisées de façon suffisamment importante pour justifier cette mesure.

Le secteur hospitalier, de l'hôtellerie et des grands immeubles à logements sont exclus du marché puisque des robinets de type temporisé ne seraient pas acceptables du point de vue de la clientèle.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie attribuables à cette mesure sont estimées à 800 kWh par douche où le robinet temporisé est installé [15].

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure sont estimés à 250 $ pour le matériel et l'installation, en plus d'un coût d'entretien de 40 $ par douche temporisée [15].

Tableau C-47-1 : Données sur la mesure - Robinets de douche temporisés

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
excluant Hôtels et Hôpitaux	robinets de douche temporisés	100%	16600	800	250 $	250 $	40 $	40 $	56 $

1- Titre de la mesure

C-48 : **Indicateurs de sortie de type LED**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à remplacer les indicateurs de sortie munis de 2 ampoules incandescentes de 15 W par des indicateurs à LED.

Contrairement à la majorité des mesures, cette mesure n'a pas fait l'objet d'une modélisation dans DOE2.1e. L'économie et la rentabilité sont évaluées pour un indicateur type dans des bâtiments TAE et non-TAE.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie de la mesure est basée sur une durée de vie de 100 000 heures.

4- Marché applicable à la mesure

Le marché applicable à la mesure a été obtenu de la référence 133 qui établi à 800 000 le nombre d'indicateurs de sortie de ce type.

Comme des effets croisés s'appliquent à cette mesure, une segmentation entre bâtiment TAE et non TAE est utilisée, voir tableau C-48-1.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont calculée sur une base de réduction de puissance de 25 W par indicateur. Un fonctionnement continu est utilisé.

6- Coûts de la mesure

Les coûts de la mesure ont été évalués à 30 $ [44].

Tableau C-48-1 : Données sur la mesure - Indicateurs de sortie de type LED

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
TAE	Indicateurs de sortie	50%	33240	155	30 $	30 $	0 $	0 $	5 $
non-TAE	Indicateurs de sortie	50%	46752	240	30 $	30 $	0 $	0 $	8 $

1- Titre de la mesure

C-52 : **Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure**

2- Description de la mesure

Cette mesure consiste à ajouter un système de contrôle sur la chaudière permettant de contrôler la température du circuit d'eau intérieur en fonction de la température extérieure. Cette mesure permet d'optimiser la consommation d'énergie des systèmes de chauffage à eau.

3- Durée de vie de la mesure

La durée de vie est de dix ans.

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-52-1 présente le marché possible pour la mesure.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie ont été estimées en modifiant la chaudière définie dans le fichier d'entrée de DOE2-1e. Celle-ci est segmentée en deux chaudières de plus petite taille. Ceci permet à DOE d'améliorer le rendement à charge partielle des chaudières. Les gains obtenus pour les bâtiments types sont présentés au tableau C-51-1.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est estimé à 5000 $ par installation à l'exception de l'hôpital qui exige deux systèmes dû à sa taille.

Tableau C-52-1 : Données sur la mesure - Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Grands bureaux TAE - 2 conduits	Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - BureauGDD5.doe	50%	55	148798	5 000 $	5 000 $	0 $	0 $	6 012 $
Grands bureaux non-TAE - 2 conduits	Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - BureauGDDG5.doe	50%	0	50791	5 000 $	5 000 $	0 $	0 $	13 529 $
Petit université/CEGEP TAE	Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - CegepVAV9.doe	50%	190	2608	5 000 $	5 000 $	0 $	0 $	241 $
Hôpitaux	Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure - Hopital3.doe	25%	10	6917	10 000 $	10 000 $	0 $	0 $	24 726 $

1- Titre de la mesure

C-58 : **Optimisation des gains solaires passifs (fenêtres en verre double sans film réfléchissant)**

2- Description

Cette mesure sert à évaluer le potentiel relié à l'augmentation des gains solaires passifs des bâtiments munis de fenêtres sans films réfléchissants. La mesure consiste à installer des fenêtres avec un coefficient d'ombrage plus élevé afin d'accroître les gains solaires.

Toutefois, afin d'éviter des conditions de surchauffe en été, la conception de la fenestration doit être revue afin de fournir un ombrage adéquat durant l'été. L'implantation de cette mesure dans des bâtiments existants peut être problématique puisque les systèmes de climatisation ne sont pas nécessairement conçus pour une charge solaire additionnelle et les éléments d'ombrage ne sont pas toujours présents.

Le potentiel évalué permet plutôt de démontrer les gains possibles du solaire passif dans les nouvelles constructions.

3- Durée de vie de la mesure

10 ans

4- Marché applicable à la mesure

Le tableau C-57-1 présente le marché possible pour la mesure. Puisqu'un seul bâtiment était doté de fenêtres teintées dans sa configuration de base, la mesure n'a été évaluée que sur cette vocation.

5- Économie d'énergie attribuable à la mesure

Les économies d'énergie sont obtenues en augmentant le coefficient d'ombrage de 0.15 à 0.6 le fichier d'entrée de DOE2-1e.

6- Coûts de la mesure

Le coût total de la mesure est estimé à 215 $/m2 de fenêtre plus 1 $/CFM pour adapter le système de climatisation et un coût nul au marginal (i.e. lors d'une nouvelle construction) [7].

Tableau C-57-1 : Données sur la mesure - Réduction de l'infiltration aux portes de garages

Secteur	Mesure	Marché possible	Marché total #	Gain de la mesure KWh/an	Coût total $	Coût marginal $	Entretien total $/an	Entretien marginal $/an	Économie client $/an
Moyens bureaux TAE - UT vol. cst	Optimisation des gains solaires passifs (fenêtres en verre double sans film réfléchissant) - BureauMUT7.doe	10%	368	168904	204 596 $	0 $	0 $	0 $	7 455 $
Moyens bureaux non-TAE - UT vol. cst	Optimisation des gains solaires passifs (fenêtres en verre double sans film réfléchissant) - BureauMUTG7.doe	10%	368	121952	204 596 $	0 $	0 $	0 $	5 912 $