



**Potentiel
technico-économique
d'économie d'énergie électrique
au Québec**

**Secteurs résidentiel, commercial
et institutionnel (CI) et agricole**

Mise à jour 2010

Rapport technique

Présenté à :

**Direction Efficacité énergétique
Hydro-Québec Distribution**
1, Complexe Desjardins
Tour est, 26^{ième} étage
Montréal (Québec)
H5B 1H7



Présenté par :

Technosim inc.

1084-B de l'Église
St-Jean-Chrysostome
Québec
G6Z 1N8

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Michel Parent'.

Michel Parent, ing.
Juin 2011

Sommaire exécutif	iii
1.0 Contexte	5
1.1 Facteurs d'influence	6
1.2 Sensibilité	8
1.3 Horizon	9
1.4 Mises en garde	9
1.5 Aperçu global du potentiel et évolution	9
2.0 Méthodologie	12
2.1 Concepts utilisés	13
2.2 Analyse économique	15
2.3 Sources d'information	19
3.0 Consommation de référence	21
4.0 Segmentation des marchés et mesures	22
4.1 Secteur résidentiel	22
4.1.1 Électroménagers et produits électroniques	22
4.1.2 Climatisation	24
4.1.3 Eau chaude sanitaire	24
4.1.4 Éclairage	25
4.1.5 Chauffage	25
4.1.6 Piscines	26
4.2 Secteur CI	27
4.3 Secteur agricole	29
4.3.1 Porc – maternité	29
4.3.2 Porc – engraissement	29
4.3.3 Poulet à griller	29
4.3.4 Production laitière	29
4.3.5 Œufs d'incubation	30
4.3.6 Veaux de lait	30
4.3.7 Secteur serricole	30
4.3.8 Secteur des pommes de terre	30
4.3.9 Secteur des fruits et légumes	31
4.3.10 Secteur du maïs-grain	31
5.0 Le potentiel technico-économique dans le secteur résidentiel	33
5.1 Le chauffage des locaux	35
5.2 Le chauffage de l'eau	41
5.3 Les électroménagers et produits électroniques	42

5.4 L'éclairage	44
5.5 Piscines et spas	45
5.6 La climatisation	46
6.0 Le potentiel technico-économique dans les secteurs commercial et institutionnel	47
6.2 Le chauffage des locaux	50
6.3 La force motrice et autres	59
6.3 L'éclairage	64
6.4 L'eau chaude	68
6.5 La climatisation	71
7.0 Le potentiel technico-économique dans le secteur agricole	73
7.1 La force motrice	74
7.2 Éclairage	79
7.3 Autres usages	81
7.4 Eau chaude sanitaire	81
7.5 Procédés	82
7.6 Chauffage des bâtiments et de l'air neuf	83
8.0 Impact en puissance du PTÉ	87
9.0 Conclusions	89
10.0 Bibliographie	94
Annexe A - Définitions et concepts généraux	100
Annexe B - Liste des mesures	103
Annexe C - Impact en puissance des mesures du PTÉ	114

Sommaire exécutif

Cette étude vise à réviser le potentiel technico-économique (PTÉ) d'économie d'énergie au Québec complété en 2005 pour les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel (CI) et agricole. Les résultats obtenus offrent un estimé des économies associées à l'implantation de technologies et de mesures d'économie d'énergie actuellement disponibles sur le marché mais en tenant compte d'un coût des mesures dans un marché mature et d'un coût évité du Distributeur.

La mise à jour du potentiel technico-économique d'économie d'énergie révèle une hausse comparativement à l'évaluation effectuée en 2005. Le potentiel total, pour les trois secteurs visés par l'étude, sur un horizon de 5 ans est maintenant évalué à 20,4 TWh alors qu'il était de 15,2 TWh dans l'analyse de 2005¹. Plusieurs raisons pourraient expliquer la hausse du potentiel technico-économique. D'une part, les coûts évités à partir de 2023 sont significativement plus élevés. D'autre part, l'ajout de plusieurs nouvelles mesures et l'évolution de la performance et des coûts de mesures évaluées précédemment sont d'autres facteurs expliquant la hausse observée.

Comme auparavant, le potentiel se retrouve principalement au niveau de l'usage « chauffage », où les mesures touchant l'amélioration de l'enveloppe thermique des bâtiments existants du secteur résidentiel dominant. Les mesures concernant le contrôle de la température intérieure et les thermostats constituent également une composante significative du potentiel. Toutefois, le potentiel de ces mesures est réduit comparativement à 2005 dû à la diffusion beaucoup plus importante des thermostats électroniques et, dans une moindre mesure, des thermostats programmables.

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

Il serait souhaitable de promouvoir la mise à jour de la réglementation sur l'économie d'énergie visant la nouvelle construction afin de profiter des économies naturelles qui en découleraient. Pour les bâtiments existants, une sensibilisation accrue des propriétaires au potentiel des améliorations à l'enveloppe thermique des bâtiments, au moment de rénovations majeures, apparaît également comme une avenue intéressante.

¹ Suite à l'augmentation des coûts évités du Distributeur en 2006, une mise à jour partielle du PTÉ de 2005 a été effectuée et déposée à la Régie dans le dossier R-3644-2007, HQD-14, Document 4, page 12, tableau 4.1. Le PTÉ révisé était alors de 18,0 TWh pour les trois secteurs visés.

Les mesures visant l'utilisation d'appareils de chauffage efficaces, dont la géothermie, les pompes à chaleur à haut rendement et les pompes à chaleur à climat froid, offrent désormais un potentiel significatif mais sont réservées à des segments de marché encore limités.

Le potentiel sur l'éclairage subira une transformation importante suite à l'introduction d'une réglementation sur le rendement des lampes incandescentes et des lampes fluorescentes de type T12. Le potentiel associé à leur remplacement est significativement réduit. Toutefois, les progrès enregistrés au niveau du rendement des DEL a permis à plusieurs mesures de se classer dans le potentiel. Le potentiel de ces appareils dépendra fortement de l'évolution à court terme des coûts et du rendement des lampes.

Enfin, le potentiel sur l'eau chaude sanitaire est en croissance importante, principalement dans le secteur résidentiel. L'introduction de nouvelles mesures, dont les chauffe-eau de type pompe à chaleur, explique la hausse de potentiel de cet usage. Tout comme pour les DEL, le potentiel associé à cette mesure sera fortement dépendant de l'évolution du coût de l'appareil dans un marché mature.

1.0 Contexte

Hydro-Québec désire procéder à une mise à jour du potentiel d'amélioration de l'économie d'énergie au Québec dans les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel¹ ainsi que dans le secteur agricole. Cette mise à jour doit être basée sur la dernière évaluation effectuée pour ces secteurs, par Technosim, pour le compte d'Hydro-Québec. Plusieurs facteurs ont évolué de manière importante depuis cette dernière évaluation du potentiel. Les coûts évités ont été fortement modifiés, de nouvelles mesures se sont ajoutées, d'autres sont devenues caduques ou le seront à court terme dû à la réglementation. Les coûts des mesures ont été révisés et les marchés de nombreuses autres mesures ont été fortement modifiés.

Le but de cette étude consiste donc à réviser l'ensemble du potentiel évalué en 2005 tant au niveau des hypothèses associées aux mesures que de l'ajout ou du retrait de mesures. Les résultats offriront un estimé des économies possibles sur la base des technologies et des mesures d'économie d'énergie actuellement disponibles sur le marché, mais 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.

Il est nécessaire de déterminer un critère de rendement économique lors de l'établissement d'un potentiel technico-économique d'économie d'énergie. 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, soit la rentabilité basée sur l'impact pour le distributeur ou l'impact sur le client. Ainsi, une mesure rentable pour le distributeur pourrait, potentiellement, ne pas être rentable pour le client. Une telle mesure aurait alors un coût unitaire d'implantation inférieur au coût marginal de fourniture auquel devrait faire face le distributeur. Dans ce cas, il pourrait être avantageux pour le distributeur de promouvoir la mesure afin de bénéficier de ces effets et, possiblement, de compenser le consommateur pour que le rendement économique de la mesure soit acceptable également pour celui-ci.

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 à leur prix moyen.

Aux fins d'établir le potentiel, la rentabilité est évaluée en comparant le coût de revient de l'énergie économisée par les diverses mesures au coût évité, par usage du distributeur d'énergie. Cette approche est décrite en détail à la section 2.1. Les coûts évités, déposés dans le dossier R-3740-2010, HQD-2, Document 4, ont été utilisés. Le taux d'actualisation réel utilisé pour l'évaluation de rentabilité des mesures est de 3.8 % et le taux nominal est de 5.9 %. Ces taux ont été fournis par Hydro-Québec.

¹ Excluant les réseaux autonomes.

La méthode de calcul du potentiel exige également d'évaluer l'impact qu'une mesure peut avoir sur les autres sources d'énergie en termes de coûts. Le tableau 2 fournit les prix moyen utilisés dans l'étude pour évaluer cet impact. Ces coûts ont été établis en consultation avec Hydro-Québec.

Tableau 1 : Prix moyen des autres sources d'énergie dans l'évaluation du PTÉ

Coûts de l'énergie pour les clients	\$/kWh éq.
Gaz	\$ 0.0338
Mazout	\$ 0.0557
Bois	\$ 0.0147

1 : 37600 MJ/m³

2 : 140000 MBTU/gal

3 : 7500 kWh/corde (48 pouces de profondeur)

1.1 Facteurs d'influence

Dans le cadre d'une évaluation de potentiel d'économie d'énergie, plusieurs facteurs doivent être considérés. Dans 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 inévitablement l'implantation de mesures d'économie d'énergie sur le marché. Par exemple, les règlements sur les appareils électroménagers imposent maintenant des normes minimales de rendement pour plusieurs appareils [1-5]¹. 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. Dans de tels cas, le potentiel s'obtient en comparant le meilleur appareil disponible sur le marché à la moyenne des appareils rencontrant les normes.
- programmes passés : la présence de programmes d'économie d'énergie passés ou présents réduit le potentiel en comparaison avec les estimés du dernier rapport. 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 chacune d'entre elles.

¹ Voir les références bibliographiques à la section 10.

- effets tendanciels : en l'absence de programmes, de normes et règlements, une certaine portion de la population adopte des mesures d'économie d'énergie. Les économies d'énergie ainsi réalisées ne sont pas, dans la mesure du possible, 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. Par exemple, plusieurs mesures touchant l'amélioration ou le remplacement des ampoules incandescentes sont disponibles. Le marché disponible pour chaque mesure en est ainsi réduit.
- effets techniques (croisés et cumulatifs) : les effets techniques ont été traités le plus rigoureusement possible dans le cadre de l'évaluation. 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. L'effet cumulatif quant à lui 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. L'annexe A présente un glossaire des différents effets techniques liés aux mesures d'économie d'énergie.

Il est très important de noter que l'impact des effets croisés sur la rentabilité d'une mesure pour le distributeur est traité pour toutes les sources d'énergie et non pas uniquement sur l'électricité comme en 2005 [26]. La section 2.1 présente la nouvelle méthodologie retenue à cet effet.

- autres effets : les effets provenant du relâchement des habitudes d'économie d'énergie des utilisateurs après l'adoption de mesures d'efficacité n'ont pas été considérés, à l'exception de quelques mesures, étant donné le peu d'information qui était disponible sur le sujet. Par contre, l'effet d'effritement qui consiste à l'abandon de mesures à la fin de leur cycle de vie a été considéré puisque les mesures sont ramenées dans le PTÉ. L'annexe A présente également les différents effets de marché liés aux mesures d'économie d'énergie.

Par ailleurs, le potentiel calculé établit en toute probabilité un maximum supérieur puisque celui-ci considère un taux de pénétration complet des mesures là où il est techniquement possible de le faire. La baisse de rendement qui est parfois observable sur certains équipements efficaces pendant leur durée de vie [15] et qui réduit leur impact énergétique n'est pas considérée.

1.2 Sensibilité

L'évaluation du potentiel d'économie d'énergie sur l'ensemble du Québec représente un exercice difficile et sujet à plusieurs hypothèses. Parmi celles-ci, certaines ont un impact important sur le potentiel obtenu et requièrent une attention toute particulière. 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 établis 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 habitations est un autre facteur ayant une influence marquée sur le potentiel mais qui est difficile à faire précisément.

Les effets cumulatifs des mesures les unes par rapport aux autres peuvent également réduire le potentiel mais représentent un paramètre particulièrement difficile à évaluer lorsque le nombre de mesures sur un même usage est important. L'approche adoptée dans l'analyse consiste à considérer l'implantation successive des mesures se retrouvant dans le potentiel selon un ordre croissant basé sur la rentabilité des mesures. Ainsi, une mesure sans coût, tel l'abaissement manuel de température, sera implantée en priorité mais réduira le gain des mesures subséquentes. Dans certains cas, une mesure pouvait éliminer entièrement une autre. Dans de tels cas, le marché est réparti entre les mesures selon le rapport coût/bénéfice pour le client. Cette approche a été principalement retenue dans le cas des diverses technologies de pompes à chaleur.

Le coût associé à chaque mesure représente le second intrant majeur du calcul de potentiel technico-économique. Ce coût comporte parfois un niveau d'incertitude important. Cette incertitude est assez faible pour la majorité des équipements communs mais devient plus grande pour les mesures touchant l'enveloppe du bâtiment ou des technologies émergentes. Dans ces cas, les conditions particulières d'implantation ont souvent une forte influence sur le coût de la mesure. Les coûts retenus dans l'analyse ne considèrent donc pas les surcoûts pouvant être rencontrés dans certains cas particuliers mais plutôt un coût moyen tel que présenté, par exemple, dans les répertoires d'évaluation de coût de construction.

Enfin, la présence de sources d'énergie auxiliaires, principalement le bois, a un impact important sur l'économie touchant la source principale de chauffage. La distribution et la proportion de cette source d'énergie d'appoint est un autre facteur d'incertitude lors de l'évaluation du potentiel.

Pour ce paramètre, les valeurs employées reposent sur l'information disponible auprès d'études d'Hydro-Québec à cet effet [8, 9].

1.3 Horizon

Le potentiel est évalué sur des horizons de 5 et 10 ans. La différence entre les deux horizons provient du nombre de mesures additionnelles pouvant être implantées lors de remplacements, de la nouvelle construction, de l'évolution du gain de la mesure dans le temps et des nouvelles applications (i.e. taux de croissance du parc existant) rattachées à l'équipement ou l'accessoire.

L'évaluation de renouvellement d'équipements et d'accessoires considère un taux de remplacement annuel basé sur une distribution normale du parc d'équipements ayant une durée de vie moyenne donnée et un écart type estimé en fonction de la durée de vie moyenne [22, 23]. Lors d'un tel remplacement naturel à la fin de la durée de vie d'un appareil, le surcoût est considéré puisque celui-ci doit être changé de toute façon. Les notions de surcoût et de coût total sont présentées à la section 2.1.

1.4 Mises en garde

Le potentiel évalué dans le cadre de cette mise à jour est basé principalement sur les études disponibles chez Hydro-Québec ainsi que sur des recherches auprès de divers autres organismes et intervenants dans le domaine de l'économie d'énergie. L'évaluation du potentiel n'inclut donc pas nécessairement l'ensemble de toutes les mesures d'économie d'énergie envisageables mais plutôt celles ayant déjà été envisagées et les plus répandues actuellement sur le marché.

L'impact énergétique unitaire des mesures d'économie d'énergie employé pour la majorité des mesures considérées provient d'évaluations analytiques et de simulations effectuées dans le cadre de l'analyse et non de mesurage. Les logiciels DOE 2 et Hot-2000 ont été utilisés pour les simulations.

Les mesures amenant une substitution d'une source d'énergie vers une autre ont été traitées uniquement lorsque la source d'énergie de substitution était de type renouvelable (solaire, géothermie, biomasse, pompe à chaleur). Aucune mesure de transfert vers le gaz naturel, le mazout, le bois et l'électricité n'a été considérée.

1.5 Aperçu global du potentiel et évolution

Le tableau 2 présente une synthèse du potentiel par secteur pour les horizons de 5 et 10 ans.

Tableau 2 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie par secteurs – Horizons 5 ans et 10 ans

Secteur	Horizon 5 ans GWh	Horizon 10 ans GWh
Résidentiel	8 431	9 139
CI	11 218	11 817
Agricole	795	910
TOTAL	20 444	21 866

Les tableaux 3 à 5 présentent, pour chacun des secteurs, le potentiel à l'horizon 5 ans détaillé par usage. Une comparaison avec le potentiel évalué en 2005 est également fournie dans ces tableaux.

Comme on peut le constater, le résultat d'ensemble démontre une hausse du potentiel comparativement à celui évalué en 2005. Cette augmentation provient d'une combinaison de plusieurs facteurs qui sont détaillés aux sections 5 à 7. Toutefois, les facteurs prépondérants sont la modification des coûts évités qui sont plus bas à court terme mais plus élevés à long terme, l'ajout de nouvelles mesures, l'impact associé à l'entrée en vigueur de nouvelles normes ou réglementations et la mise à jour de la méthode de calcul associée aux mesures au coût total.

Dans le secteur résidentiel, la plus forte hausse provient de l'ajout de mesures touchant l'eau chaude, dont le chauffe-eau de type pompe à chaleur. L'impact à la baisse le plus important dans ce segment de marché provient essentiellement de la réglementation prévue sur les appareils d'éclairage de type incandescent. Les usages chauffage et électroménagers/produits électroniques présentent un potentiel très similaire entre les évaluations de 2005 et 2010. Enfin, le potentiel pour l'usage piscine s'est accru, principalement dû à l'ajout de la mesure « moteurs de piscine à deux vitesses ».

Dans le secteur CI, la hausse globale du potentiel est encore plus marquée que dans le secteur résidentiel. Dans ce cas, la hausse provient principalement de l'ajout de nombreuses nouvelles mesures tant en chauffage que pour les autres usages. Le seul usage ayant subi une baisse est l'éclairage où la réglementation sur les lampes fluorescentes linéaires et les lampes incandescentes a un impact significatif à la baisse.

Enfin, le potentiel du secteur agricole est en hausse essentiellement dans l'usage de la force motrice attribuable à la modification des coûts évités et de la méthode de calcul des mesures au coût total.

Tableau 3 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie par usage – Secteur résidentiel – Horizon de 5 ans

	Évaluation 2005	Mise à jour 2010
	GWh	GWh
Chauffage	4 236	4 128
Eau chaude	567	2 223
Climatisation	48	20
Électroménagers, produits électroniques	707	847
Piscines	397	645
Éclairage	1 576	568
Total	7 531	8 431

Tableau 4 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie par usage – Secteur CI – Horizon de 5 ans

	Évaluation 2005	Mise à jour 2010
	GWh	GWh
Chauffage	3 130	5 271
Eau chaude	124	250
Climatisation	130	154
Force motrice et autres	1 256	3 273
Éclairage	2 402	2 270
Total	7 042	11 218

Tableau 5 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie par usage – Secteur agricole – Horizon de 5 ans

	Évaluation 2005	Mise à jour 2010
	GWh	GWh
Chauffage	31	47
Eau chaude	90	46
Procédés	61	47
Force motrice et autres	229	587
Éclairage	71	68
Total	482	795

2.0 Méthodologie

La méthodologie adoptée lors de cette mise à jour du potentiel est inspirée de celle de l'évaluation de 2005. L'approche retenue est de type micro-analytique qui consiste à définir pour chaque marché, ou segment de marché, un certain nombre d'applications types et à appliquer les mesures d'économie d'énergie sur celles-ci. Par la suite, les économies réalisées sont étendues à l'ensemble de la population que représente cette application type. Cette démarche fut privilégiée dans tous les cas où l'information requise pour un tel exercice était disponible et utilisable. L'avantage de cette approche est de permettre de quantifier facilement la rentabilité des mesures en termes de potentiel technique et technico-économique. Le calcul du coût unitaire de l'énergie économisée est facilité par la définition précise de clients ou d'applications types. Les gains totaux d'une mesure se calculent en étendant au segment de marché les gains évalués pour le client type.

Cette méthode est toutefois soumise à certaines contraintes pouvant en limiter l'utilisation. Afin de demeurer valide, l'approche micro-analytique requiert une définition judicieuse et suffisamment détaillée des applications types et une évaluation du segment de marché associé. Une telle segmentation exige une connaissance approfondie du marché, tant du point de vue statistique que technique. Pour des secteurs offrant une large diversité de clients et d'applications, le nombre de clients types requis peut devenir suffisamment important pour rendre inutilisable cette approche. Dans les secteurs résidentiel, CI et agricole l'approche micro-analytique peut être employée puisque ceux-ci présentent une homogénéité suffisante permettant de rendre la méthode applicable, d'autant plus que l'information disponible chez Hydro-Québec sur ces secteurs est détaillée.

Une première approche pour évaluer le potentiel serait de multiplier directement les économies de la mesure par le nombre d'unités sur le marché. Toutefois, certains facteurs réduisent souvent significativement le potentiel, par exemple :

- les rénovations déjà effectuées (adoption existante des mesures)
- les améliorations naturelles dues aux évolutions technologiques
- les améliorations imputables à la réglementation
- les améliorations imputables à d'autres programmes d'économie d'énergie
- l'adoption naturelle des mesures par un segment du marché (tendanciel)

Ces effets sont, dans la mesure du possible, intégrés à l'analyse du potentiel en réduisant le marché disponible pour une mesure.

Suite à la définition des segments de marché et des clients 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 peut reposer sur un recueil d'informations provenant de la littérature technique, des calculs analytiques, des évaluations d'experts, des simulations détaillées ou souvent une combinaison de ces méthodes. Dans tous les cas, les facteurs d'influence, tel que décrit précédemment, doivent être pris en compte lors des évaluations. Il est particulièrement important de considérer les effets croisés et, dans la mesure du possible, les effets cumulatifs et d'écrémage.

Le gain énergétique associé à certaines mesures est parfois plus difficile à établir. C'est notamment le cas pour la majorité des mesures reliées au comportement des utilisateurs. Ces mesures comportementales présentent habituellement un gain variable d'un individu à un autre qui peut même se traduire dans certains cas en hausse de consommation plutôt qu'en économie [10,13]. Certaines mesures comportementales sont traitées dans le calcul du potentiel d'économie d'énergie. Afin de permettre une évaluation réaliste des économies possibles reliées à ces mesures, des hypothèses prédéterminées concernant l'impact du comportement prévu ont été établies. De cette façon, il est possible d'obtenir une évaluation concrète du gain relié à un comportement souhaité. Chacun des usages traités dans l'étude comporte une ou plusieurs mesures de type comportemental. Il est important de souligner que les gains rattachés à ces mesures ont un caractère moins permanent que celui des mesures reliées à l'implantation d'appareils ou d'accessoires et sont sujettes à une durée de vie plus courte.

Enfin, en disposant des données de marché et des données techniques, il est possible de procéder à l'évaluation du potentiel technique d'économie d'énergie. Toutefois, afin de pouvoir évaluer le potentiel technico-économique ainsi que la rentabilité des mesures pour les clients types, des données sur les coûts d'achat et de maintien des mesures d'économie d'énergie, ainsi que sur la durée de vie des mesures, doivent être recueillies. À partir de ces données et du coût évité par usage de l'énergie, le potentiel technico-économique peut être évalué pour le distributeur.

Il est toutefois important de garder bien en vue les objectifs d'un exercice aussi global que la détermination du potentiel d'économie d'énergie pour l'ensemble des marchés visés par l'étude. Ce qui est recherché est un indicateur global du potentiel qui permet également d'identifier des mesures d'ensemble permettant de l'exploiter. Le projet ne vise donc pas à évaluer de manière fine et détaillée l'ensemble des mesures considérées mais plutôt leur impact moyen. L'analyse détaillée de mesures relève d'études ciblées, lorsque certaines mesures se révèlent plus prometteuses.

2.1 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.

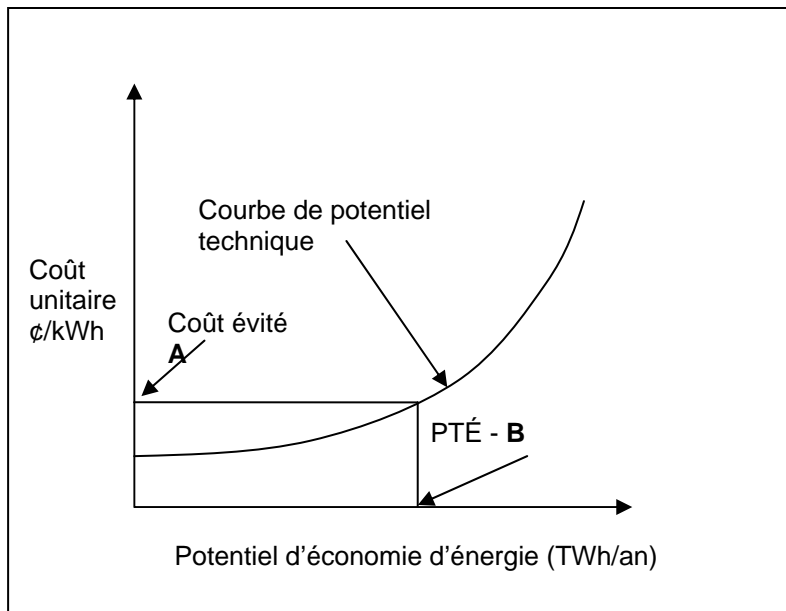
1- *Potentiel technique* :

On entend par *potentiel technique* d'économie d'énergie, la sommation de l'ensemble des économies réalisables par l'entremise de mesures d'économie d'énergie, sans considération de critères économiques. Ce potentiel considère l'implantation immédiate de toutes les mesures considérées partout où cela est techniquement possible.

Potentiel technico-économique :

À la différence 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. Le potentiel technico-économique peut être obtenu à partir d'une courbe de potentiel technique, tel qu'illustré à la figure 1. Cette courbe utilise la notion de coût unitaire de l'énergie économisée mais est également applicable à la nouvelle méthodologie d'évaluation décrite à la section 2.2, utilisée dans le cadre de cette mise à jour, qui est toutefois plus difficile à illustrer sous forme graphique.

Figure 1 : Détermination du potentiel technico-économique.



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.

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.

2.2 Analyse économique

L'approche micro-analytique retenue pour l'analyse du potentiel est essentiellement identique à celle utilisée en 2005. Toutefois, une modification a été apportée en 2010 quant à l'approche retenue pour l'analyse économique des mesures. En 2005, une mesure se retrouvait dans le potentiel technico-économique lorsque son coût unitaire était inférieur au coût évité du distributeur.

L'approche utilisée reposait alors sur l'évaluation des économies annuelles d'une mesure et de son coût de revient annuel actualisé (annuité¹). Le coût de revient de l'énergie économisée, appelé coût unitaire de l'énergie économisée, était alors obtenu en calculant le rapport entre le coût annuel d'une mesure d'économie d'énergie et l'économie d'énergie annuelle qui lui est attribuable, selon la formulation suivante :

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

où;

$$\begin{aligned} cuée &= \text{coût unitaire de l'énergie économisée} \\ EE_{source} &= \text{Énergie économisée annuellement pour} \\ &\quad \text{la source visée selon le distributeur, kWh} \end{aligned}$$

Deux types de coûts étaient utilisés lors du calcul de l'annuité attribuable à une mesure. Un premier coût correspondait au coût total requis pour implanter la mesure alors qu'un second coût ne représentait 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 différentiel d'une mesure ou le surcoût.

Une mesure se retrouvait donc dans le PTÉ lorsque :

$$cuee \leq \text{coût évité}$$

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

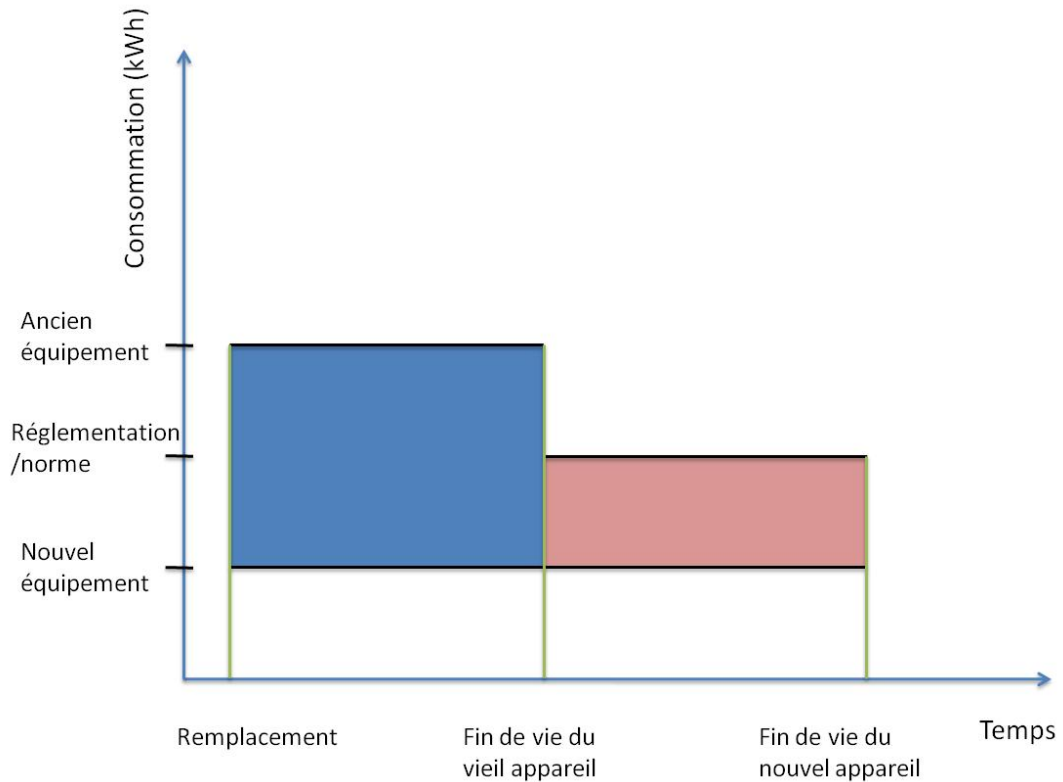
Le coût évité utilisé dans la comparaison était exprimé en annuité constante selon la durée de vie de la mesure visée. Le gain de la mesure était constant sur sa durée de vie et le coût de la mesure était également constant peu importe l'âge des équipements ou appareils remplacés.

Une nouvelle approche a été retenue en 2010. Elle permet de tenir compte de variations de gain possibles d'une mesure dans le temps ainsi que de la baisse du coût total d'une mesure lorsque l'appareil ou l'équipement remplacé avant sa fin de vie est plus âgé.

Il en découle donc que, contrairement aux évaluations précédentes qui considéraient fixes le coût total, la nouvelle approche traite le coût total comme étant décroissant au fur et à mesure qu'un équipement s'approche de sa fin de vie pour devenir égal au surcoût lorsque le remplacement naturel a lieu.

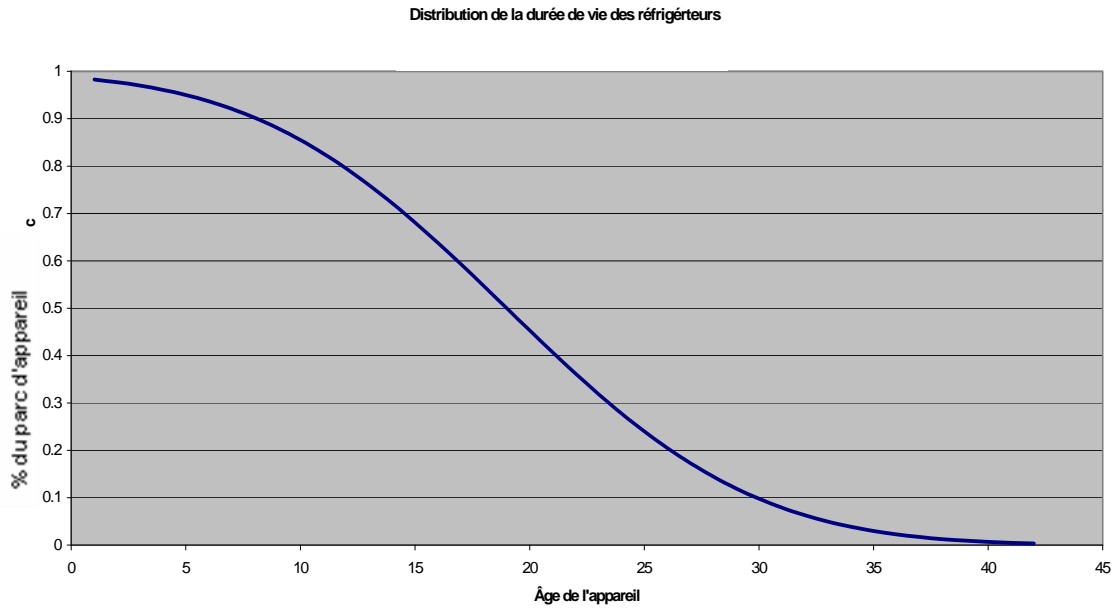
Une seconde modification effectuée dans la méthodologie de calcul permet de traiter les variations de gain d'une mesure selon l'âge des appareils et équipements et l'entrée en vigueur d'une réglementation. Cette approche permet entre autre de traiter le cas d'appareils, tels les réfrigérateurs, congélateurs et autres électroménagers, qui ont des consommations très différentes selon l'année de fabrication. La figure 2 illustre le traitement qu'il est possible d'effectuer avec cette approche. Le moment du remplacement d'un équipement existant avant sa fin de vie est pris en compte dans l'évaluation du gain de la mesure. De plus, si une réglementation est en vigueur au moment où l'équipement aurait été remplacé naturellement, le gain subséquent est réduit afin de traiter adéquatement de l'impact de cette norme ou réglementation.

Figure 2 : Évaluation du gain d'une mesure dans le temps



Pour tirer avantage de cette méthodologie, une distribution des appareils ou équipements selon leur âge doit normalement être considérée. Une revue de littérature sur la répartition des appareils et équipements a permis d'établir un modèle générique donnant une distribution statistique d'un parc d'appareils sur la base de la durée de vie moyenne d'un appareil et d'un estimé de l'écart type [22, 23]. Une distribution de type normal est alors appliquée au parc d'appareils à l'an 0 (i.e. 2010) d'évaluation du potentiel. La figure 3 présente un exemple pour un appareil type. La distribution du parc d'appareils est aussi mise à jour selon le taux de croissance prévu, pour chaque segment visé, afin d'obtenir une nouvelle distribution des appareils selon leur âge pour chaque année dans l'horizon d'évaluation du potentiel.

Figure 3 : Exemple de distribution du parc d'un type d'appareil selon l'âge



Le modèle permet de faire varier la consommation des appareils, au moment de leur entrée sur le marché, selon une relation linéaire en spécifiant la consommation du plus vieil appareil dans le parc actuel et la consommation des nouveaux appareils.

Cette méthode d'évaluation permet donc d'évaluer le potentiel de remplacement d'un parc d'équipements en considérant le coût et le gain propres à chaque type d'appareil selon son âge pour chacune des années couvertes par l'horizon du PTÉ.

Une autre conséquence de cette procédure est que l'évaluation de la rentabilité de la mesure doit être modifiée puisque le gain peut varier dans le temps. Il est alors requis d'appliquer le coût évité du distributeur qui coïncide au moment où le gain se produit. Il n'est donc plus requis d'utiliser les coûts évités exprimés en termes d'annuités constantes selon la durée de vie d'une mesure. La procédure applicable consiste plutôt à évaluer la valeur actualisée du gain d'une mesure selon les flux de gains et de coûts évités de l'année où le gain se produit. Le gain actualisé d'une mesure est alors obtenu selon l'équation suivante :

$$VA_{\text{gain mesure}} = \left[\left(\sum \dot{E}\dot{E}_{\text{avant la fin de vie de l'appareil existant}} \times \text{Coûts évités} \right) + \left(\sum \dot{E}\dot{E}_{\text{après la fin de vie de l'appareil existant}} \times \text{Coûts évités} \right) \right]_{\text{actualisé}}$$

Si dans l'horizon du PTÉ, un appareil ou équipement arrive à sa fin de vie utile, alors cet équipement est automatiquement considéré uniquement pour le remplacement en fin de vie.

Une mesure sera alors dans le potentiel lorsque la valeur actuelle du gain de la mesure ainsi calculée sera supérieure à la valeur actuelle du coût de la mesure :

$$VA_{Gain} \geq VA_{Coût}$$

La valeur actuelle du coût de la mesure est obtenue à partir de l'équation suivante :

$$VA_{Coût\text{mesure}} = \left[\left(\sum \text{Coût total} \text{ pour la durée restante de l'appareil existant} \right) + \left(\sum \text{Surcoût} \text{ pour la durée de vie restante de la mesure après la fin de vie de l'appareil existant} \right) \right] \text{actualisé}$$

Ce calcul de valeur actuelle du coût de la mesure permet de tenir compte de durées de vie inégales entre l'appareil existant et celui de remplacement. Il faut également noter que les coûts d'entretien sont également incorporés, lorsqu'applicables, au calcul de la valeur actuelle du coût de la mesure.

Enfin, une dernière modification a été apportée à la méthodologie de calcul comparativement à l'évaluation de 2005. Le traitement des effets croisés sur les autres sources d'énergie a été modifié. Par le passé, les effets croisés qui touchaient les sources d'énergie autre que l'électricité n'étaient aucunement considérés dans le calcul du PTÉ. Dans la nouvelle méthodologie, les effets croisés sur ces autres sources sont traduits en coûts annuels récurrents et incorporés dans l'évaluation de la valeur actuelle du coût de la mesure. Le tableau 1 présente les coûts d'énergie considérés dans ce calcul. Il en découle que les effets croisés qui entraînent une hausse de consommation d'une autre source d'énergie résultent en une hausse de la valeur actuelle du coût de la mesure et, potentiellement, une réduction de son PTÉ.

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 ce dernier dans un marché plus large, dû à des économies d'échelle [16, 19, 20].

2.3 Sources d'information

L'analyse micro-analytique requiert la définition de cas types et du marché associé à chaque cas type. L'information de base, ayant servi dans les trois

secteurs pour évaluer la taille de segments associés aux cas types, provient des sondages qu'Hydro-Québec effectue auprès de sa clientèle. En plus de ces sondages sur l'ensemble de la clientèle, d'autres études ou sondages qui visent spécifiquement des mesures ou des segments de marché étaient également disponibles. Plusieurs de ces études avaient déjà servi lors de l'analyse du potentiel de 2005.

De plus, une revue de la littérature a été effectuée pour toute mesure n'étant pas couverte par les données de marché ou les données techniques disponibles chez Hydro-Québec. Dans certains cas, des données québécoises étaient disponibles dans la littérature et pouvaient être appliquées directement dans l'analyse. Dans d'autres cas, uniquement des données canadiennes ou américaines étaient disponibles. Dans ces cas, une répartition selon le facteur d'influence le plus dominant, tel la population ou la superficie totale, était employée pour obtenir une projection pour le marché considéré dans l'analyse du PTÉ.

3.0 Consommation de référence

L'évaluation du potentiel permet d'établir, en termes absolus, les économies disponibles selon les critères économiques retenus. Il est également important d'établir la consommation totale à partir de laquelle ce potentiel est évalué. Cette consommation totale permet alors d'établir l'importance relative du PTÉ, permettant ainsi de le comparer à d'autres marchés similaires et de calibrer les modèles servant à établir le potentiel.

La consommation utilisée pour chaque secteur évalué dans l'analyse du potentiel est présentée au tableau 6. À titre d'information, la consommation qui avait servi lors de l'analyse de 2005 est également présentée dans ce tableau.

Tableau 6 : Consommation de référence des différents secteurs de l'étude

Secteur	Évaluation 2005 GWh	Mise à jour 2010 GWh
Résidentiel	57 956	61 057
CI	32 514	33 700
Agricole	1 592	1 743
Total	92 062	96 500

L'analyse du potentiel requiert également une prévision de croissance du marché. Cette prévision de croissance provient également de données obtenues d'Hydro-Québec.

4.0 Segmentation des marchés et mesures

La division des différents marchés en cas types représente la base de l'analyse du potentiel selon l'approche micro analytique. La sélection des cas types doit permettre de représenter adéquatement le marché et permettre l'évaluation des mesures considérées dans le potentiel. Un grand nombre de cas types permet de représenter très correctement les marchés mais impose d'obtenir une grande quantité d'informations pour définir les cas types et les marchés qui y sont associés. Il est donc requis de considérer la quantité et la qualité de l'information disponible lors de la définition des cas types qui représenteront le marché. Définir trop de cas types pour lesquels aucune information additionnelle n'est disponible n'ajoute aucune valeur à l'évaluation du potentiel.

4.1 Secteur résidentiel

La segmentation du secteur résidentiel est basée sur deux approches distinctes. Dans le cas des appareils électroniques, électroménagers, piscines, eau chaude et autres équipements, la définition des cas types est basée sur l'identification d'appareils et/ou équipements représentatifs. Pour les appareils ayant un effet croisé, les cas types sont subdivisés selon la source de chauffage du bâtiment et la présence ou non de climatisation. La seconde approche vise les mesures touchant le chauffage où les cas types sont basés sur la consommation en chauffage ou la qualité de l'enveloppe du bâtiment.

Ce type de segmentation basée en priorité sur des équipements et appareils types est retenu dans le secteur résidentiel puisqu'une grande quantité d'informations relative aux appareils et équipements est disponible. De plus, plusieurs mesures visent très spécifiquement des appareils ou équipements, peu importe le type de bâtiment dans lequel on les retrouve.

Les cas types retenus dans l'évaluation du potentiel résidentiel sont résumés ci-après.

4.1.1 *Électroménagers et produits électroniques*

La segmentation des électroménagers et de produits électroniques couvre tous les gros appareils et tous ceux pour lesquels des mesures avaient été identifiées. La majorité des mesures qui touchent ces appareils introduisent des effets croisés. Il est donc requis de subdiviser chaque segment selon la source de chauffage et la présence ou non de climatisation. La sous-segmentation considérée dans l'analyse est presque toujours la même, soit :

- 1- Chauffage électrique sans climatisation
- 2- Chauffage électrique avec climatisation
- 3- Chauffage au gaz sans climatisation

- 4- Chauffage au gaz avec climatisation
- 5- Chauffage au mazout sans climatisation
- 6- Chauffage au mazout avec climatisation
- 7- Chauffage bi-énergie sans climatisation
- 8- Chauffage bi-énergie avec climatisation
- 9- Chauffage au bois sans climatisation
- 10- Chauffage au bois avec climatisation

Tel qu'indiqué à la section 2.2, la source d'énergie de chauffage influence la valeur monétaire de l'effet croisé dans tous les cas autres que le chauffage électrique. Cet impact monétaire s'ajoute alors au coût récurrent de la mesure.

Réfrigérateurs / Congélateurs :

Deux catégories par appareils ont été retenues sur la base de la taille et du type, soit un 18 pi³ de type 3 et un de 21 pi³ de type 5 pour les réfrigérateurs et un 18 pi³ de type coffre et un de 15 pi³ de type 9 pour les congélateurs. Ces appareils dominent largement le marché selon les données disponibles [17, 30]. Les cas types sont répartis dans les 10 sous-segments selon les sources d'énergie de chauffage et la présence ou non de climatisation.

Sécheuse :

Un seul appareil a été retenu pour cette catégorie, soit une sécheuse individuelle de capacité de 200 L. Il est à noter qu'aucun effet croisé n'est applicable à la sécheuse dont les rejets thermiques sont en vaste majorité rejetés à l'extérieur du bâtiment.

Cuisinière :

Deux cas types ont été retenus pour représenter les cuisinières, soit une cuisinière de type conventionnel et une cuisinière de type auto-nettoyant. Les deux cas types sont de type résistif et non à induction. Ces deux cas types sont répartis dans les 10 sous-segments selon les sources d'énergie de chauffage et la présence ou non de climatisation

Laveuse :

Un seul cas type a été considéré, soit un appareil individuel de capacité de 76.5 L. Une sous-segmentation a été effectuée selon le profil d'utilisation, soit trois sous segments selon le profil de température d'eau de lavage (froid, tiède, chaud).

Lave-vaisselle :

Un seul cas type a été considéré, soit un lave-vaisselle de catégorie individuelle.

Téléviseurs :

La segmentation des téléviseurs est basée sur trois appareils, soit un écran plasma de 50 po, un ACL de 42 po et un CRT de 27 po. Les cas types sont répartis dans les 10 sous-segments selon les sources d'énergie de chauffage et la présence ou non de climatisation

Vidéo/DVD, système audio, décodeur, ordinateur et imprimante :

Dans chaque cas, un appareil type a été retenu. Les cas types sont répartis dans les 10 sous-segments selon les sources d'énergie de chauffage et la présence ou non de climatisation.

4.1.2 Climatisation

Les mesures qui visent la climatisation touchent d'abord les appareils. Ces derniers sont divisés selon six types, soit :

- Unité de fenêtre,
- Climatiseur central,
- Climatiseur mobile,
- Pompe à chaleur,
- Unité bi-bloc mural,
- Unité bi-bloc mural pompe à chaleur.

4.1.3 Eau chaude sanitaire

Les mesures sur l'eau chaude sont segmentées selon le type d'appareil et également selon l'importance de la demande en eau chaude.

Au niveau de mesures sur les appareils, la segmentation repose sur deux types d'appareils, soit un chauffe-eau individuel de 40 Gal et un chauffe-eau individuel de 60 Gal. Les cas types sont répartis dans les 10 sous-segments selon les sources d'énergie de chauffage et la présence ou non de climatisation.

Les mesures qui visent la réduction de la demande en eau chaude sont segmentées selon la taille des ménages qui est considérée comme le principal facteur d'influence de la consommation d'eau chaude. Six segments sont utilisés, soit des ménages variant de 1 à 6 personnes.

4.1.4 Éclairage

La segmentation pour l'éclairage intérieur est basé sur une première répartition selon le type de lampes. Trois cas représentatifs sont utilisés, soit les incandescents standards pour 55% du marché, les fluorescents compacts pour 15% du marché et les lampes halogènes pour 30% du marché.

Par la suite, le marché des incandescents est divisé en trois segments selon la puissance de la lampe. Les cas types retenus sont de 40 W, 60 W et 100 W. Pour le fluorescent compact, les cas types sont de 10 W, 15 W et 25 W. Chaque type de lampe est subdivisé en sept sous-segments de nombre d'heures quotidien d'utilisation, soit :

- 0.5 heure par jour
- 1.5 heures par jour
- 2.5 heures par jour
- 3.5 heures par jour
- 4.5 heures par jour
- 5.5 heures par jour
- 8.0 heures par jour

Tous les cas types d'éclairage intérieur sont répartis dans les 10 sous-segments selon les sources d'énergie de chauffage et la présence ou non de climatisation.

4.1.5 Chauffage

La segmentation retenue pour les mesures qui touchent le chauffage des bâtiments varie selon le type de mesure. Pour les mesures d'enveloppe, la segmentation est basée sur le niveau d'isolation actuel des murs alors que pour les mesures qui visent les appareils de chauffage, la segmentation repose sur la consommation de chauffage de l'habitation.

Ce type de segmentation a été retenu car le gain des mesures d'enveloppe est principalement lié au niveau d'isolation des murs alors que les gains des appareils, tel les pompes à chaleur, sont fortement liés à la consommation de référence, peu importe le type et la qualité d'enveloppe qui conduisent à cette consommation.

Isolation des murs :

La segmentation se divise en quatre catégories selon les niveaux d'isolation actuels des murs. Les catégories sont basées sur la valeur d'isolation totale, soit RSI 0.9, RSI 1.5, RSI 2.6 et RSI 3.7. Ces quatre segments ont été par la

suite subdivisés selon le type de bâtiment, soit l'unifamilial, les duplex, les triplex et les bâtiments de quatre logements et plus.

Niveau d'isolation des toits :

La segmentation pour les toits se divise en cinq catégories selon les niveaux d'isolation actuels. Les catégories sont basées sur la valeur d'isolation totale, soit RSI 1.5, RSI 2.6, RSI 3.7, RSI 4.4 et RSI 5.3. Ces cinq segments ont été par la suite subdivisés selon le type de toit et, selon le type de bâtiment, soit l'unifamilial, les duplex, les triplex et les bâtiments de quatre logements et plus. Deux types de toit sont considérés, soit ceux à combles accessibles et ceux sans combles accessibles.

Mesures sur l'infiltration

La segmentation se base sur le niveau actuel d'infiltration dans les bâtiments. Un nombre total de 29 segments sont considérés. Ces segments ont été par la suite subdivisés selon le type de bâtiment, soit l'unifamilial, les duplex, les triplex et les bâtiments de quatre logements et plus.

Mesures visant les pompes à chaleur

Un nombre total de 7 segments selon la consommation de chauffage sont considérés. Ces segments ont été subdivisés en 22 sous-segments selon le type de système de chauffage et la source d'énergie d'appoint.

4.1.6 Piscines

Deux types de segmentation ont été retenus pour le traitement des mesures sur les piscines. Une première segmentation vise les moteurs des piscines et se base sur la taille des moteurs. Cette segmentation comporte 5 tailles de moteur. La segmentation se subdivise par la suite selon la présence ou non d'une minuterie et la présence ou non d'un système de chauffage de l'eau. Ce dernier élément permet de traiter les effets croisés des mesures sur les moteurs.

La seconde segmentation vise les mesures sur le chauffage des piscines. Cette segmentation repose sur la définition des trois piscines types, soit deux hors-terre de 24 m² et 42 m² ainsi que d'une piscine creusée. La segmentation se subdivise en deux catégories selon la source de chauffage, soit l'électricité et les pompes à chaleur.

4.2 Secteur CI

La méthode de segmentation du secteur CI diffère sensiblement de celle adoptée dans le secteur résidentiel qui est avant tout basée sur la définition d'équipements ou d'appareils types. Dans le secteur CI, la segmentation repose en vaste majorité sur la définition de bâtiments types selon la vocation principale du bâtiment. Les équipements et appareils sont alors intégrés à la définition des bâtiments types. Cette approche est retenue dans le secteur CI puisque l'information disponible est fortement axée sur la vocation des bâtiments. On peut également noter que cette approche pour le secteur CI est employée dans d'autres études du même secteur [24, 25].

Les segments de marché considérés sont en majorité ceux qui étaient utilisés dans l'analyse du potentiel de 2005 [84]. Toutefois, certains bâtiments ont été redéfinis afin de capturer plus précisément les particularités propres à de petits bâtiments. Ainsi, les bâtiments types suivants ont été redéfinis dans la cadre de la mise à jour :

- 1- Bâtiment de type « Petit hébergement »
- 2- Bâtiment de type « Petit bâtiment d'enseignement privé »
- 3- Bâtiment de type « Petit restaurant »
- 4- Bâtiment de type « Petit restaurant avec service aux tables»
- 5- Bâtiment de type « Petit restauration rapide»
- 6- Bâtiment de type « Bar »

Les données sommaires pour chaque bâtiment type, en termes de nombre de bâtiments, sont présentées au tableau 7.

Tableau 7 : Données sommaires sur les bâtiments types du secteur CI.

Vocation	Marché
<i>Hôtellerie et restauration</i>	
Grand hôtel	363
Hôtel/motel	2 291
Petit hébergement	2 782
Restaurant familial	928
Restauration rapide	758
Petit restaurant	17 594
Bar	12 526
<i>Bureaux et services</i>	
Petits bureaux/services	49 183
Moyens bureaux	2,335
Grands bureaux	900
<i>Commerces de détail</i>	
Centre commercial	394
Supermarché	2 782
Vente de produits alimentaires	6 783
Vente au détail – gros	1 581
Vente au détail – petit	69 306
<i>Loisirs</i>	
Activités de loisirs intérieurs avec piscine	347
Activités de loisirs intérieurs	1 260
Activités de loisirs extérieurs	13 769
<i>Arénas</i>	
<i>Services à l'automobiliste</i>	
Station services	12 953
Vente de véhicules	3 515
<i>Entreposage</i>	
Standard	31 663
Réfrigéré	222
<i>Institutionnel</i>	
Petit lieu de culte	1 690
Grand lieu de culte	1 980
Petits hôpitaux/soins longue durée	591
Grands hôpitaux	406
École primaire	2 468
Petite école privée	1 373
École secondaire	1 373
Polyvalente	120
Petit CEGEP/Université	584
Grand CEGEP/Université	268

4.3 Secteur agricole

L'approche de segmentation du secteur agricole est très similaire à celle du CI et repose sur la définition d'exploitations agricoles types. Comme pour le CI, cette approche a été retenue puisque l'information disponible sur ce marché repose essentiellement sur ce type de répartition.

4.3.1 Porc – maternité

Ce segment couvre approximativement 1 500 exploitations pour la maternité et 2 200 pour l'engraissement. Dans la pratique, il arrive qu'une exploitation combine à la fois la maternité et l'engraissement (naisseur-finisser). Toutefois, pour ces exploitations combinées, les bâtiments servant pour la pouponnière, la gestation et la mise-bas sont intégrés au marché du client type « porc – maternité » alors que les bâtiments d'engraissement sont attribués au segment de marché « porc – engraissement ».

4.3.2 Porc – engraissement

Ce segment couvre approximativement 2 200 exploitations. Dans la pratique, il arrive qu'une exploitation combine à la fois la maternité et l'engraissement (naisseur-finisser). Toutefois, pour ces exploitations combinées, les bâtiments servant pour la pouponnière, la gestation et la mise-bas sont intégrés au marché du client type « porc – maternité » alors que les bâtiments d'engraissement sont attribués au segment de marché « porc – engraissement ».

4.3.3 Poulet à griller

Ce segment couvre approximativement 850 exploitations. Les exploitations de ce segment sont généralement non-TAE, mais on y retrouve également des clients avec deux sources de chauffage bi-énergie. Dans ces cas, l'électricité servait uniquement comme appoint par temps très froid (-15 °C et moins). Le facteur d'utilisation de l'équipement électrique était donc généralement faible.

4.3.4 Production laitière

Ce segment est le plus important du secteur agricole et couvre approximativement 9 200 exploitations. Étant donné la taille du segment, la diversité des exploitations est également plus importante. Toutefois, du point de vue de la consommation d'électricité, plusieurs points communs peuvent être relevés entre ces diverses tailles d'exploitation.

La ferme laitière moyenne possède 48 vaches en lactation qui sont abritées dans une étable non-chauffée et souvent à stabulation entravée. Toutefois, il y a également des fermes ayant quelques centaines de vaches avec des salles de traite très modernes.

4.3.5 Œufs d'incubation

Ce segment est le plus petit secteur de l'étude et ne couvre qu'approximativement 66 exploitations.

Tout comme pour le secteur du poulet à griller, ces bâtiments sont toujours chauffés et ne peuvent être ventilés naturellement. Ici aussi, les oiseaux sont très sensibles à la photo-période et les producteurs éliminent autant que possible toutes ouvertures du bâtiment qui laisseraient pénétrer la lumière naturelle. L'éclairage artificiel est utilisé de manière à produire les périodes optimales d'éclairage pour les oiseaux. Une exploitation a un ou des bâtiments pour les poules pondeuses et un bâtiment dédié à l'élevage des poules pondeuses. Les bâtiments où se trouvent les poules pondeuses sont dotés d'une antichambre servant au nettoyage et à l'entreposage des œufs. Cette dernière section représente environ 25% de la superficie totale d'un poulailler.

4.3.6 Veaux de lait

Ce segment est relativement petit et ne couvre qu'approximativement 292 exploitations.

Tout comme pour le secteur de la volaille, ces bâtiments sont toujours chauffés et ne peuvent être ventilés naturellement.

4.3.7 Secteur serricole

Le secteur serricole couvre approximativement 864 exploitations cultivant 215 ha. De ce nombre, environ 500 exploitations font de la culture maraîchère sur 86 ha alors que le reste est dédié à l'horticulture. Toutefois, des 500 exploitations maraîchères, seulement 200 en feraient leur activité principale. Le secteur maraîcher se divise en deux grandes catégories, soit les grandes entreprises au nombre de 5 (1 à 3 ha) et un grand nombre de petites entreprises (i.e. 2 500 m²).

4.3.8 Secteur des pommes de terre

Le secteur des pommes de terre couvre approximativement 650 exploitations. La consommation d'électricité de ce secteur provient de la ventilation des entrepôts et dans certains cas de la réfrigération d'entrepôts.

4.3.9 Secteur des fruits et légumes

Le secteur des fruits et légumes couvre approximativement 3 500 exploitations qui produisent environ 600 000 tonnes de produits annuellement. Les coûts d'énergie du secteur, excluant le carburant, ne sont pas très importants relativement aux coûts totaux d'exploitation, soit de 3% à 6%.

4.3.10 Secteur du maïs-grain

Le secteur du maïs-grain couvre approximativement 7 900 exploitations. L'utilisation de l'électricité dans ce type d'exploitation est normalement très limitée. L'usage principal de l'électricité touche la ventilation servant au séchage du grain (ex. 24 po.), la ventilation des silos à grain (ex. axial de 18 po.) et les quelques moteurs associés aux séchoirs (vis sans fin). L'énergie associée au processus de séchage n'est normalement pas électrique mais au propane ou à une autre source combustible. Le seul autre usage de l'électricité sert à l'éclairage extérieur.

Le tableau 8 présente une description sommaire des différents clients types utilisés dans l'analyse du potentiel du secteur agricole.

Tableau 8 : Clients types sélectionnés pour l'analyse du potentiel du secteur agricole

Segment	Taille	Consommation électrique unitaire moyenne
Production laitière	8 500 pi2, 48 vaches 900 L/j	8.2 kWh/pi2
Porc Maternité	11 740 pi2, 270 truies 1 000 porcelets/cycle	11.5 kWh/pi2
Porc - Engraissement	15 080 pi2 (2 bâtiments), 2 000 places	4.6 kWh/pi2
Œufs d'incubation	39 360 pi2 (3 bâtiments), 10 400 pondeuses, 5 200 poules à l'élevage	10.0 kWh/pi2
Poulets à griller	43 200 pi2 (2 bâtiments), 26 000 poulets/cycle	3.4 kWh/pi2
Veau de lait	13 058 pi2 (2 bâtiments), 422 cages	8.2 kWh/pi2
Petites serres	650 m2, saisonnier	4.0 kWh/pi2
Moyenne serres	2 500 m2, saisonnier	6.0 kWh/pi2
Grandes serres	10 000 m2, annuelle	10.0 kWh/pi2
Pommes de terre	80 ha, entrepôts réfrigérés et secs	250 kWh/ha
Fruits & Légumes	250 ha, entrepôts réfrigérés et secs	0.12 kWh/lb
Maïs grain	300 ha, séchage au propane	130 kWh/ha

5.0 Le potentiel technico-économique dans le secteur résidentiel

Le tableau 9 présente le sommaire du potentiel technico-économique d'économie d'énergie obtenu pour le secteur résidentiel. Les figures 4 à 6 présentent quant à elles les courbes du potentiel technico-économique selon le coût unitaire des mesures.

Tableau 9 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie – Secteur résidentiel (GWh) – Horizon 5 ans

Usage	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Chauffage	277	1212	2639	4128
Eau chaude	222	1158	843	2223
Climatisation	6	14	0	20
Électroménagers, produits électroniques	74	414	359	847
Piscines	40	393	212	645
Éclairage	25	503	40	568
Total	644	3694	4093	8431

Comme par le passé, le potentiel résidentiel se retrouve d'abord en chauffage. La part occupée par l'électricité pour cet usage explique cette situation. Cette part de marché est d'ailleurs en hausse comparativement à la dernière évaluation du potentiel. Globalement, le potentiel résidentiel est en hausse. Cette hausse est particulièrement importante pour l'usage d'eau chaude alors que l'éclairage a subi une baisse importante principalement dû à la réglementation sur les lampes de type incandescent. Le potentiel sur le chauffage est légèrement à la baisse, malgré la hausse du chauffage électrique. La baisse provient en bonne partie du taux d'implantation de certaines mesures, entre autre les thermostats électroniques.

Les sections suivantes décrivent les grandes lignes du potentiel sur chacun des usages.

Figure 4 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie au secteur résidentiel - Usage chauffage

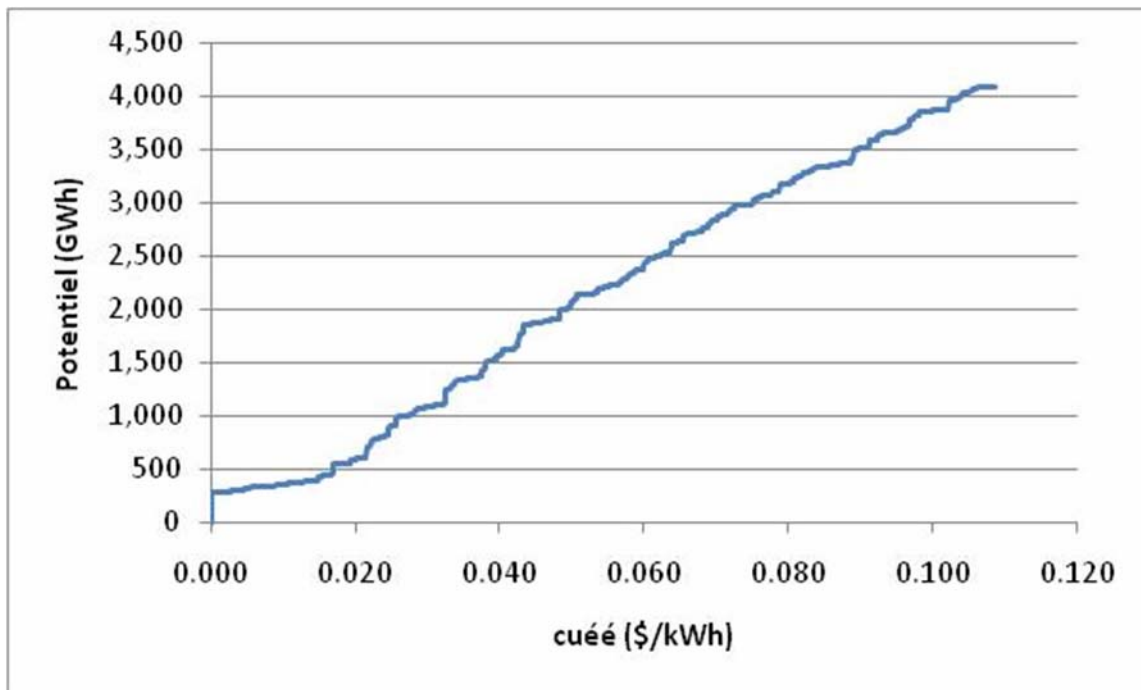


Figure 5 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie au secteur résidentiel - Usage eau chaude

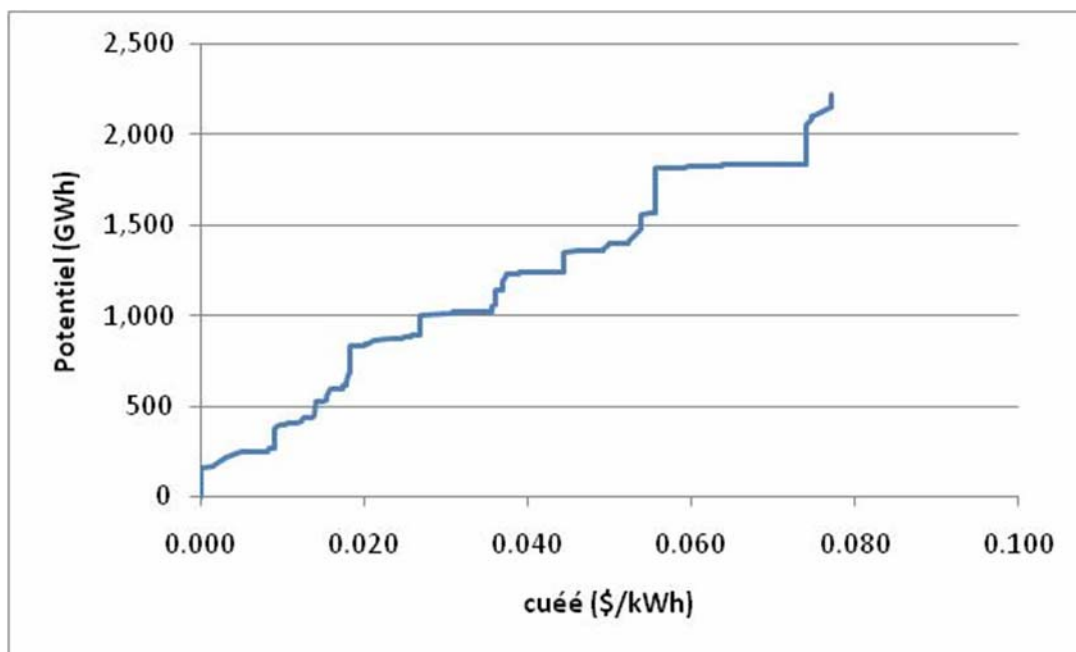
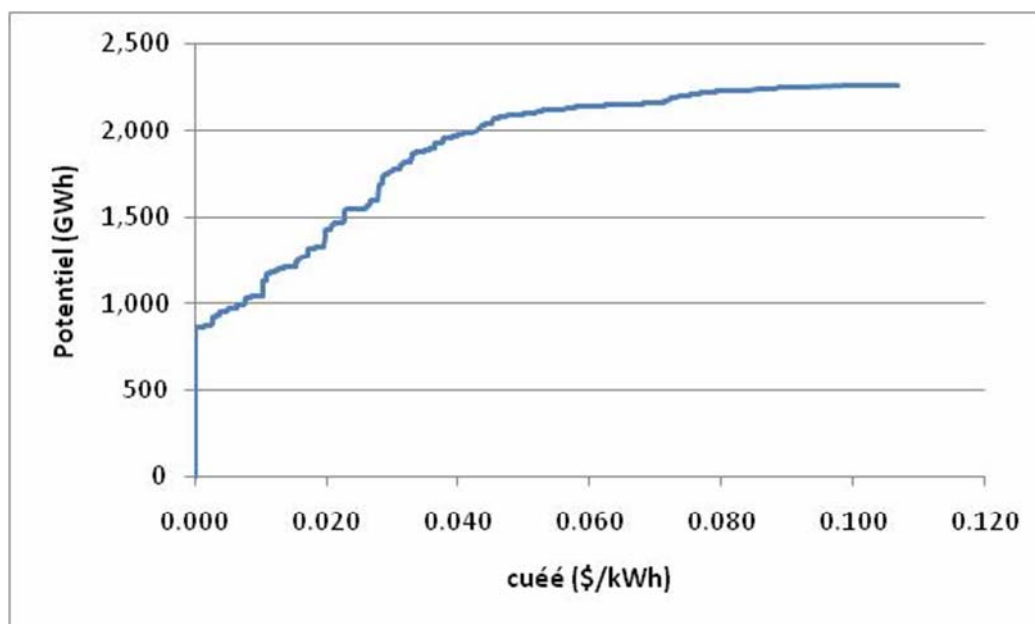


Figure 6 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie au secteur résidentiel – Autres usages



5.1 Le chauffage des locaux

Le potentiel associé au chauffage des bâtiments représente le poste le plus important du PTÉ résidentiel. Cette constatation est la même que celle des études précédentes du potentiel mais le profil des mesures qui constituent ce PTÉ a significativement évolué depuis 2005.

Le tableau 10 présente les résultats détaillés du potentiel pour l'ensemble des familles de mesures analysées. Les mesures visant un paramètre particulier, tel l'isolation, ont été regroupées en un seul poste selon la composante visée. Une description plus détaillée de chaque mesure se retrouve à l'annexe A.

Le portrait du potentiel sur le chauffage démontre que les mesures visant l'enveloppe thermique des bâtiments dominent tant pour le parc existant que la nouvelle construction. Cette constatation est la même que celle effectuée lors de l'analyse de 2005. Le potentiel des mesures visant l'enveloppe thermique s'est même accru depuis 2005 dû à la hausse des coûts évités à long terme pour le distributeur. Comme la majorité des mesures sur l'enveloppe ont une durée de vie souvent de 20 ans et plus, ces mesures vont alors bénéficier des coûts évités plus élevés applicables à partir de 2023. On doit également noter que les mesures sur la nouvelle construction ont été regroupées afin d'obtenir des cotes Energuides globales pour le bâtiment. Trois niveaux ont été analysés dans le cadre du potentiel, soit ERS 80, 82 et

85. Les mesures considérées dans ces ensembles visent en vaste majorité le chauffage, soit par l'entremise de mesures d'enveloppe ou d'utilisation de systèmes de chauffage de type pompe à chaleur. Il est important de noter que la majorité des mesures sur l'enveloppe ne sont rentables qu'avec le surcoût ou avec le coût total pour un équipement existant qui approche de sa fin de vie, donc principalement lors de rénovations majeures. Seules les mesures d'isolation des entretoits avec combles entrent dans le potentiel à leur coût total. D'autre part, une durée de vie de 30 ans est utilisée pour l'isolation des murs [11]. Cette durée de vie peut amener une surestimation du nombre de propriétaires qui peuvent bénéficier de la mesure au surcoût.

Le potentiel associé aux différentes technologies de pompe à chaleur est également plus important qu'en 2005, particulièrement dans le cas des pompes à chaleur géothermiques. La modification de la structure des coûts évités est le facteur dominant dans la hausse du potentiel de la géothermie, étant donnée la durée de vie considérée pour l'ensemble puits/pompe à chaleur.

Tableau 10 : Détail du PTÉ résidentiel par mesure – Usage chauffage

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Amélioration de l'isolation des murs	0	292	613	905
Amélioration de l'isolation des toits	0	198	659	858
Baisse de la température des pièces	50	303	365	718
Thermostat électronique	0	87	308	395
Amélioration de l'isolation des murs du sous-sol	0	47	233	280
Pompe à chaleur géothermique	28	32	154	213
Réduction de l'infiltration	0	92	72	164
Nouvelle construction - ERS 80	110	0	0	110
Remplacement des portes	0	16	81	97
Pompe à chaleur à haut rendement	5	25	50	80
Nouvelle construction - ERS 82	66	0	0	66
Fenêtres ES	0	49	11	60
Clapet de sècheuse anti-retour	3	15	33	50
Remplacement ventilateur par récupérateur de chaleur	0	13	0	34
Installer des contre-fenêtres/pellicules de plastique	0	0	29	29
Pompe à chaleur à climat froid	2	8	13	22
VRC efficace (E-Star Tier 2) vs VRC standard	0	16	3	20
Isolation des vides sanitaires chauffés	0	2	13	16
Nouvelle construction - ERS 85	11	0	0	11
Arrêt du ventilateur de fournaise	0	10	0	10
Pompe à chaleur bi-bloc	2	6	0	8
Utilisation de rideaux thermiques	1	0	0	2
Écran radiatif	0	0	1	1
Total	277	1,212	2,639	4,128

Isolation des murs

Les mesures touchant à l'enveloppe thermique des habitations représentent un poste important d'économie d'énergie dans le PTÉ. De plus, contrairement aux mesures d'abaissement de température, les gains attribuables à ces mesures sont plus robustes car ils sont plus largement indépendants des comportements des ménages et donc non sujets à l'effet d'effritement. En contrepartie, cette mesure n'est habituellement rentable, pour le distributeur et particulièrement pour le propriétaire, que lorsque des travaux majeurs sur l'enveloppe sont déjà requis. Il en découle que

l'exploitation de ce potentiel est plus complexe. Il est nécessaire d'intervenir au bon moment, soit lors de ces travaux, car l'exploitation du potentiel n'est plus rentable par la suite.

Les coûts et la complexité associés à la ré-isolation des murs rendent l'exploitation de ce potentiel beaucoup plus difficile. La mesure n'est alors rentable qu'au coût marginal ou à une faible fraction du coût total, qui ne survient qu'au bout de la vie utile de 30 ans (durée de vie utilisée pour la mesure). Le niveau visé d'isolation des murs dans l'analyse est de RSI 2.5 à RSI 5.1 selon le niveau existant d'isolation et la méthode d'isolation (soit par injection dans les cavités ou ajout par l'extérieur).

Dans le cas des bâtiments construits après 1983, le potentiel est faible car son analyse considère que le niveau exigé par la réglementation est effectivement implanté.

L'accroissement du niveau d'isolation des murs pour la nouvelle construction se retrouve dans les mesures globales qui visent la nouvelle construction sur la base de cotes Energide.

Isolation des toits

Dans le cas des toits sans combles accessibles, la mesure n'est rentable qu'avec le surcoût ou avec le coût total lorsque l'équipement existant s'approche de sa fin de vie utile de 30 ans (durée de vie utilisée pour la mesure). Près de 50% du potentiel se retrouve dans cette catégorie de toits. Une mise en garde quant à son importance relative doit toutefois être effectuée. En effet, cette mesure est souvent sujette à d'importantes contraintes pratiques d'implantation qui peuvent en réduire grandement le potentiel réalisable. Ces contraintes touchent particulièrement l'accessibilité à l'entretoit, le besoins de ventilation minimum à conserver et les coûts possibles additionnels pour la réfection de la toiture, de son drainage et des parapets.

Dans le cas des toits avec combles, la durée de vie de la mesure permet à celle-ci de bénéficier des coûts évités plus élevés à partir de 2023. Il en résulte que les toits ayant des niveaux d'isolation de RSI 3.7 et RSI 4.4 se retrouvent dans le potentiel. Les contraintes techniques d'implantation de cette mesure sont beaucoup moins importantes que dans le cas des toits sans combles.

Baisse de la température des pièces

Les mesures concernant les habitudes de vie, soit la réduction de la température intérieure et l'abaissement de température la nuit, se voient attribuer de forts potentiels sur la base de leur adoption généralisée, soit à un coût d'implantation nul (abaissement manuel), soit à l'aide de thermostats programmables.

L'abaissement de la température en période inoccupée ainsi que la nuit économise invariablement de l'énergie. Toutefois, afin de ne pas créer de problèmes de confort aux occupants, la mesure d'abaissement doit faire l'objet d'une remise au point de consigne rigoureuse. Par exemple, des abaissements trop importants amènent de longues périodes de rétablissement de la température, principalement au niveau de la structure du bâtiment (murs, planchers), ce qui se traduit par des situations d'inconfort pour les occupants.

Les mesures évaluées dans le PTÉ se divisent en deux groupes. Un abaissement important de 5 °C est associé à des thermostats programmables permettant de rétablir la température avant l'arrivée ou le réveil des occupants. Un abaissement de 2 °C est associé à une mesure manuelle exigeant l'intervention des occupants.

L'analyse considère une adoption complète de l'une ou l'autre de ces mesures par tous les ménages dans tous les segments de marché.

Thermostats électroniques

La mesure concernant les thermostats électroniques a vu son potentiel significativement réduit par rapport à 2005. La baisse de ce potentiel est entièrement attribuable au taux d'adoption observé dans le marché pour ces appareils. Le potentiel tient compte de l'impact significatif qu'a eu le programme d'Hydro-Québec sur les thermostats électroniques. La modification des coûts évités n'a pas eu d'influence sur la mesure puisque celle-ci était déjà entièrement dans le PTÉ à son coût total.

Géothermie

Les systèmes géothermiques offrent un potentiel significatif comparativement à l'analyse de 2005. Cette hausse est entièrement attribuable à la modification des coûts évités. Tant les gains que les coûts de cette mesure sont demeurés similaires. Les coûts élevés d'implantation de la mesure résultent en un potentiel qui se concentre sur des marchés très précis. Ainsi, le potentiel associé à cette mesure ne se retrouve que dans les

résidences dotées d'un système à air chaud ou ayant une consommation en chauffage importante, soit de plus de 21 500 kWh.

La mesure est également en compétition avec deux autres technologies de pompes à chaleur, soit les pompes à chaleur à climat froid et les pompes à chaleur à haut rendement. Ces deux technologies présentent également un PTÉ principalement dans le segment des résidences ayant un système à air chaud.

Le marché a été réparti entre ces trois technologies sur la base du rapport coût/bénéfice de chacune dans chaque segment de marché.

Infiltration

Pour être vraiment efficaces, les mesures touchant l'infiltration, quel que soit le secteur considéré, doivent être appliquées dans un ensemble. Ainsi, toutes les mesures individuelles ayant trait à l'infiltration ont été réunies en une seule avec des économies et des coûts d'ensemble qui sont mieux documentés. De plus, toutes les interventions visant à réduire l'infiltration ne doivent être appliquées qu'aux résidences dont le taux d'infiltration est trop élevé.

La majorité des habitations au Québec ont des taux d'infiltration en deçà du seuil considéré comme minimum dans cette étude (6 CAH @ 50 Pa). Pour toutes les résidences ayant un taux inférieur à ce minimum, l'installation de ventilation mécanique, tel un ventilateur de salle de bain ou un ventilateur récupérateur de chaleur, doit être prévue. Cette ventilation mécanique assurera une qualité d'air adéquate mais réduira ou annulera les économies d'énergie des mesures de calfeutrage.

Fenêtres

Le potentiel associé à l'amélioration à la fenestration s'apparente à celui pour les autres mesures d'enveloppe puisqu'il n'est rentable qu'au coût marginal de la mesure. Le cas de référence utilisé est le verre double standard mais une petite proportion de verre simple est également considérée dans le secteur multilocatif. Le niveau de performance visé correspond au critère de performance Energy Star ®.

Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)

Cette mesure consiste à remplacer les échangeurs d'air et échangeurs de chaleur existants par des ventilateurs récupérateurs de chaleur de plus haute performance.

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 de chaleur à rendement supérieur, tel ceux étiquetés Energy Star ® de niveau Tier 2. L'évaluation du PTÉ présuppose un fonctionnement intermittent du VRC sur une base de 33% du temps.

5.2 Le chauffage de l'eau

Le potentiel sur l'eau chaude sanitaire s'est fortement accru comparativement à la mise à jour de 2005. Le tableau 11 présente les mesures qui composent ce potentiel.

Tableau 11 : Détail du PTÉ résidentiel par mesure - Usage eau chaude

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Chauffe-eau PAC monobloc	43	289	449	781
Récupérateur de chaleur des eaux grises	141	616	0	757
Aérateur à très faible débit 0.5 gpm	17	73	249	339
Lavage à l'eau froide	8	120	0	128
Pomme de douche à débit réduit 1.5 gpm	8	27	92	127
Chauffe-eau PAC sur air évacué	3	21	28	52
Couverture de chauffe-eau	2	12	26	41
Total	222	1,158	843	2,224

La hausse du potentiel provient avant tout de l'ajout de nouvelles mesures, principalement celle visant l'utilisation de chauffe-eau de type pompe à chaleur. Comme la majorité des mesures ont des durées de vie de 20 ans ou moins, la modification des coûts évités n'a pas eu un impact aussi important que dans le cas du chauffage.

Chauffe-eau PAC monobloc

Cette mesure consiste à remplacer les chauffe-eau électriques conventionnels par des modèles de type pompe à chaleur. Une réglementation à cet effet est en considération aux États-Unis. Il est important de noter que cette mesure ne produit aucun gain en période de chauffage car l'appareil utilise alors l'air intérieur de la résidence comme source de chaleur. En été, le chauffe-eau climatise l'espace où il se trouve. Malgré cette contrainte importante, la mesure offre un potentiel important principalement dû au surcoût considéré, soit seulement 300\$ par rapport à un chauffe-eau standard. Ce surcoût provient de la prévision effectuée par US-DOE dans le cadre de l'analyse de la réglementation potentielle sur cet appareil. Ce surcoût est estimé pour un marché mature car un tel appareil sur le marché actuel est de 1 000 \$ à 2 000 \$ plus dispendieux qu'un appareil standard.

Récupérateur de chaleur des eaux grises

Cette mesure consiste à installer un échangeur de chaleur sur les drains principaux du bâtiment pour préchauffer l'eau d'alimentation des chauffe-eau. Des produits de ce type sont disponibles sur le marché. L'échange de chaleur se fait lorsqu'il y a simultanément un rejet d'eau chaude et une utilisation d'eau chaude. Le récupérateur n'est donc d'aucune utilité dans le cas de remplissage ou de courtes demandes en eau chaude. L'efficacité considérée pour le récupérateur de chaleur est de 52% dans le meilleur des cas et est applicable à la portion d'eau chaude dédiée aux douches, soit environ 50% de la consommation d'eau chaude.

Aérateurs et pommes de douche à faible débit

Ces deux mesures s'ajoutent au potentiel sur l'eau chaude comparativement à l'analyse de 2005. Elles visent à remplacer les appareils actuels qui rencontrent les standards du marché, soit 2.2 gpm pour les lavabos et 3.5 gpm pour les pommes de douche, par des appareils allant au-delà de ces standards. Ces mesures sont fréquemment appliquées dans les bâtiments qui visent la certification LEED. Leur mise en place est simple et soumise à très peu de contraintes techniques. Toutefois, l'acceptation des deux mesures par les occupants représente un facteur qui peut réduire fortement le potentiel réalisable de la mesure.

5.3 Les électroménagers et produits électroniques

Les électroménagers et les produits électroniques ont vu leur potentiel s'accroître de 16% depuis 2005, et ce malgré l'adoption plus importante des

appareils de type Energy Star ® dans le marché. Les mesures qui constituent ce potentiel sont présentées au tableau 12.

Une des caractéristiques du secteur des électroménagers provient du grand nombre de produits couverts par le règlement sur l'économie d'énergie fédéral [2]. Comme pour tous les produits faisant l'objet d'une réglementation, le potentiel à long terme d'une mesure se base sur le rendement moyen des appareils réglementés et non pas sur le rendement des appareils en place. Cette méthode permet d'escompter les économies naturelles qui se réaliseront inévitablement lors du changement des appareils. La présence de cette réglementation explique en grande partie l'absence de plusieurs mesures visant le remplacement des gros électroménagers par des produits de type Energy Star ®.

La hausse observée du potentiel provient avant tout du potentiel plus important associé au retrait des seconds réfrigérateurs. Cette hausse est attribuable à l'utilisation de l'ensemble du marché des seconds appareils dans le cadre de l'évaluation actuelle alors qu'une limite de 27% avait été retenue en 2005. Une portion plus faible de la hausse de potentiel provient de l'ajout de mesures visant les appareils électroniques de différents types. La majorité de ces mesures visent la réduction de la consommation en mode veille des appareils.

Tableau 12 : Détail du PTÉ résidentiel par mesure – Usages électroménagers et produits électroniques

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Élimination et recyclage des seconds réfrigérateurs	19	73	297	384
Téléviseur Energy Star	12	115	0	127
Utilisation accrue de la corde à linge	16	56	0	72
Décodeur HD Energy Star Tier 2	6	51	4	60
Élimination et recyclage des seconds congélateurs	3	7	35	45
Lave-vaisselle - cycle de séchage	0	36	0	36
Arrêt du décodeur en période d'inutilisation	3	16	0	19
Système audio - cinéma maison Energy Star	2	16	0	18
Toilette à bas volume (6 L)	4	10	4	18
Refroidisseur d'eau Energy Star	2	8	6	16
Déshumidificateur efficace	1	11	1	13
Lave-vaisselle Energy Star	2	6	2	10
Congélateur Energy Star	1	2	6	10
Ventilateur de plafond Energy Star	1	5	2	8
Minuterie reliée au chauffe-moteur	0	2	4	6
Réfrigérateur Energy Star	0	0	2	2
Imprimante Energy Star (Inkjet)	0	1	0	1
Ordinateur Energy Star	1	0	0	1
Laveuse Energy Star	0	0	0	0
Total	74	414	364	847

5.4 L'éclairage

Le potentiel relié à l'éclairage est en forte baisse comparativement à l'évaluation de 2005. Cette baisse est majoritairement attribuable à la réglementation fédérale visant les lampes de type incandescent à partir de 2012. L'évaluation du potentiel se base sur l'adoption de lampes incandescentes efficaces pour 53% du marché actuel des incandescents, alors que 47% adopteront le fluorescent compact. Le second facteur expliquant la réduction de potentiel de cet usage est le taux d'adoption actuel des fluorescents compacts qui est significativement plus élevé que

lors de l'analyse de 2005. Comme pour les thermostats électroniques, l'impact des programmes d'Hydro-Québec sur l'adoption des fluorescents compacts a été considéré.

L'ajout de nouvelles mesures, spécifiquement l'utilisation de DEL, ne suffit pas à compenser l'impact de la réglementation. La mesure visant l'utilisation de DEL considère d'abord l'adoption de fluorescents compacts, qui servent alors de cas de base dans le calcul du gain de la mesure. La performance des DEL, considérée dans l'analyse, est basée sur une projection de 135 Lumen/Watt. Ce dernier est bien supérieur au niveau de performance actuellement disponible mais correspond à celui que l'on prévoit atteindre dans l'horizon de l'évaluation. Le potentiel associé aux DEL en remplacement des fluorescents compacts et des halogènes ne sera donc disponible que lorsque la technologie aura atteint cette performance. Le gain actuel du DEL en remplacement du fluorescent compact n'est pas suffisant pour que la mesure se classe dans le PTÉ.

Tableau 13 : Détail du PTÉ résidentiel – Usage éclairage

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Fluorescent compact	11	181	7	199
Fluorescent - éclairage extérieur	2	175	0	178
Éclairage des fêtes DEL	5	46	17	68
DEL au lieu de fluorescent compact	3	47	0	50
DEL au lieu d'halogène	2	39	0	41
Lampes torchères - fluorescent compact	2	8	16	26
Réduction des heures d'utilisation - éclairage intérieur	0	6	0	6
Total	25	503	40	568

5.5 Piscines et spas

Le tableau 14 présente les mesures qui constituent le potentiel pour les piscines. Les mesures visant les spas, bien que considérées dans l'évaluation, ont un PTÉ nul. Le potentiel concernant les piscines s'est accru comparativement à 2005 malgré le taux d'adoption en hausse de la minuterie pour filtre de piscine. Le potentiel associé à cette mesure, qui dominait largement cet usage auparavant, est maintenant fortement réduit. Toutefois, une nouvelle mesure vient entièrement compenser cette réduction, soit l'adoption de moteurs à deux vitesses.

Tableau 14 : Détail du PTÉ résidentiel – Usage des piscines

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Moteur à deux vitesses	19	196	175	390
Toile solaire pour piscine chauffée	13	146	0	160
Chauffe-piscine PAC	6	30	36	71
Minuterie pour filtre de piscine	1	20	0	21
Chauffe-piscine solaire	0	1	2	3
Total	40	393	212	645

Cette nouvelle mesure consiste à remplacer les moteurs/pompes existants par des modèles à deux vitesses. La mesure entre dans le PTÉ malgré la présence de minuterie dans un grand nombre d'installation existante. Le coût de la mesure est significativement plus important que celui de la minuterie et présente donc un obstacle quant au potentiel réalisable de cette mesure.

5.6 La climatisation

Seule la mesure consistant à arrêter le climatiseur pendant les absences se retrouve dans le potentiel de la climatisation résidentielle. Cette situation s'explique en partie par l'accroissement du rendement des équipements ainsi que par la réglementation sur le rendement minimal de ceux-ci [2]. Comme pour les électroménagers, la réglementation semble jouer un rôle prépondérant dans le gain d'efficacité associé à cet usage.

Tableau 15 : Détail du PTÉ résidentiel par mesures – Usage climatisation

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Arrêt du climatiseur durant les absences	6	14	0	20

6.0 Le potentiel technico-économique dans les secteurs commercial et institutionnel

Le tableau 16 présente le sommaire de la mise à jour du potentiel technico-économique obtenu pour le secteur CI. Les figures 9 à 13 présentent quant à elles les courbes du potentiel technico-économique selon le coût unitaire des mesures.

Tableau 16 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie – Secteurs CI – Horizon 5 ans

Usage	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Chauffage	816	1 189	3 266	5 271
Eau chaude	33	86	131	250
Climatisation	34	51	69	154
Force motrice et autres	412	726	2 135	3 273
Éclairage	171	1 262	837	2 270
Total	1 466	3 314	6 438	11 218

Comme pour le potentiel résidentiel, le potentiel CI est en hausse comparativement à l'évaluation de 2005. Cette hausse est particulièrement importante pour l'usage force motrice et autres, alors que l'éclairage a subi une légère baisse dû à la réglementation sur les lampes de type incandescent et de type T12. Une des principales raisons qui explique la hausse pour l'usage force motrice et autres est l'inclusion de la mesure visant les transformateurs à sec à haut rendement et de la mesure sur le recommissioning.

Les sections suivantes présentent les grandes lignes du potentiel pour chacun des usages.

Figure 9 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie aux secteurs CI – Usage chauffage

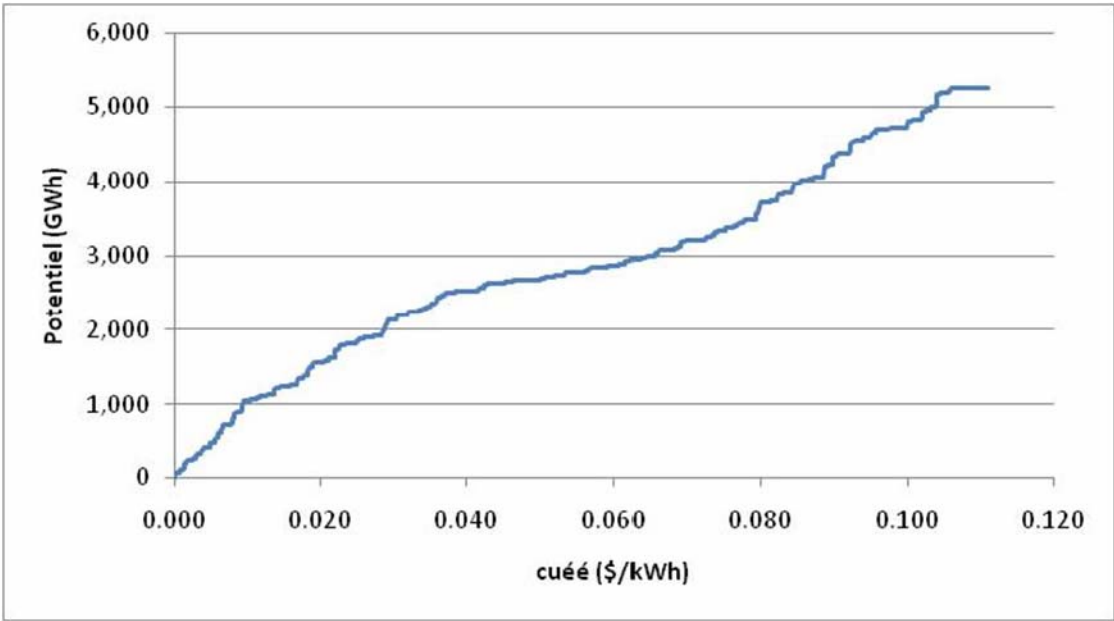


Figure 10 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie aux secteurs CI - Usage eau chaude

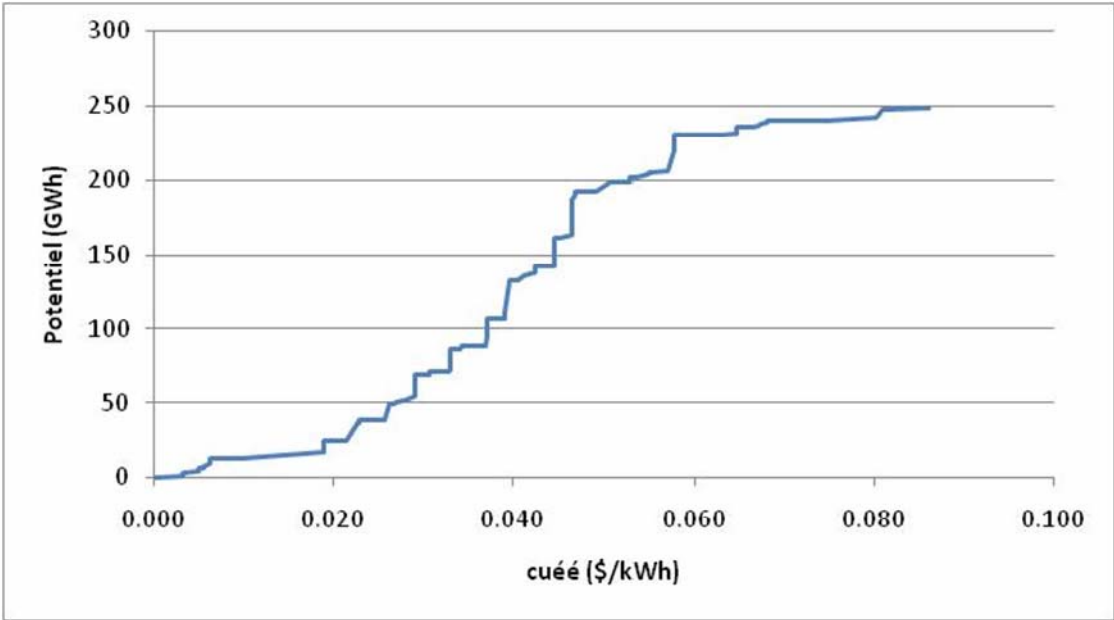


Figure 11 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie aux secteurs CI
– Usage éclairage

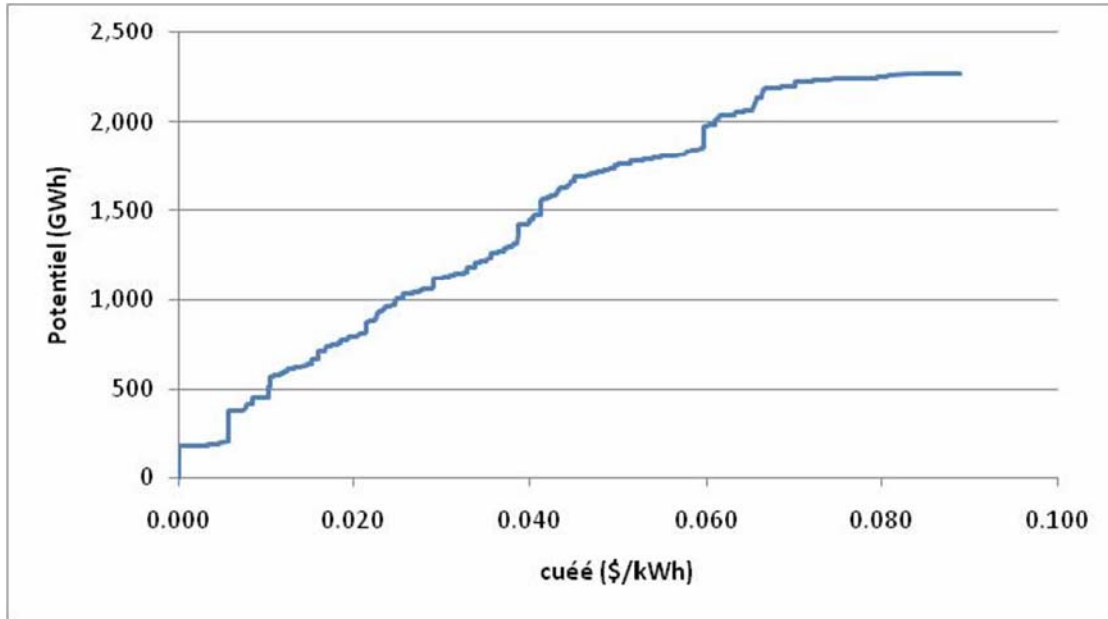


Figure 12 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie aux secteur CI –
Usage force motrice et autres

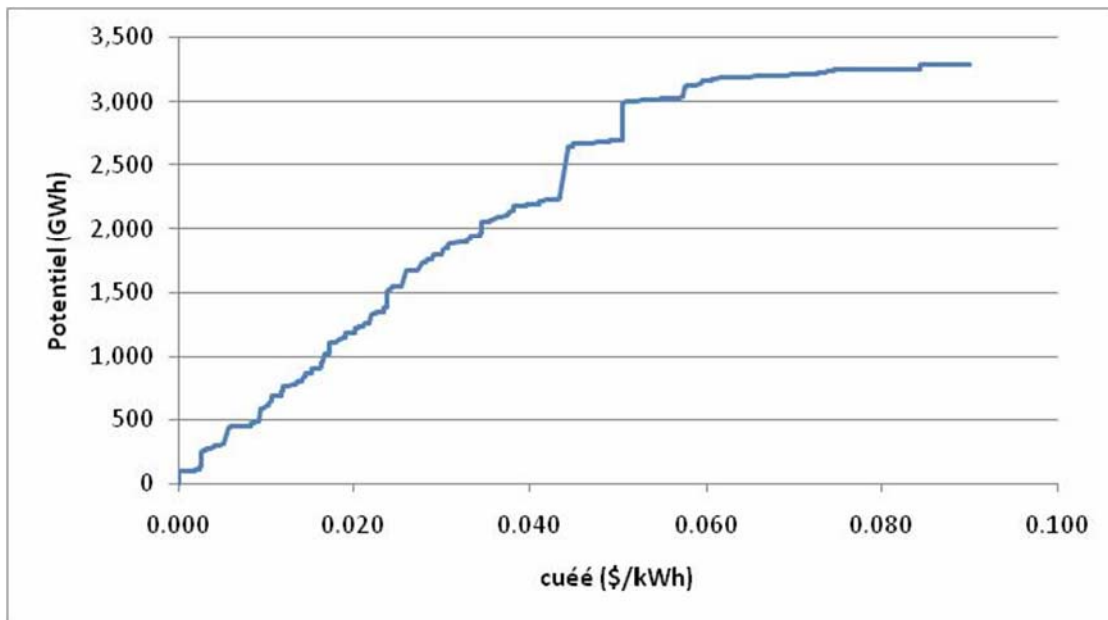
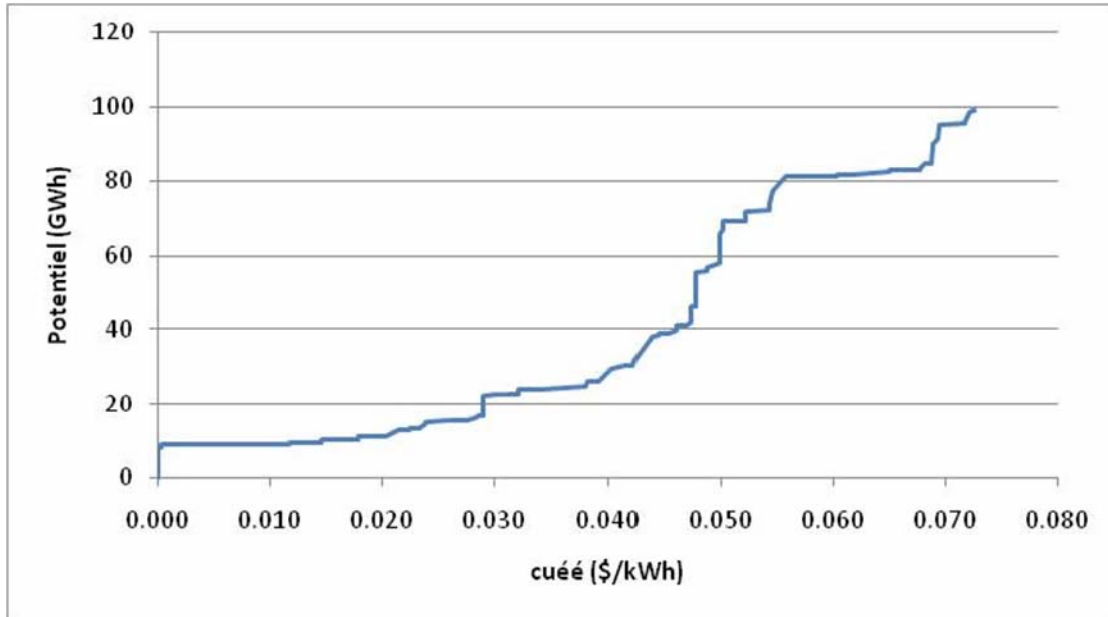


Figure 13 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie aux secteurs CI – Usage climatisation



6.2 Le chauffage des locaux

Bien que la consommation des secteurs commercial et institutionnel ne soit pas dominée par le chauffage, contrairement au marché résidentiel, cet usage demeure le plus important au niveau du potentiel. En général, les bâtiments commerciaux et institutionnels au Québec ont une consommation de chauffage supérieure à celles des autres usages, toutes sources d'énergie confondues, à l'exception de quelques vocations où l'éclairage domine.

Les mesures composant le potentiel pour le chauffage sont présentées en ordre décroissant au tableau 24.

Le potentiel associé à cet usage s'est accru de manière significative depuis 2005. D'une part, cette hausse est attribuable à la géothermie dont le potentiel a presque doublé car la durée de vie de la mesure lui permet de bénéficier des coûts évités plus élevés à partir de 2023. D'autre part, deux nouvelles mesures visant la conception intégrée des nouveaux bâtiments, similaire à ce qui est exigé pour des bâtiments de type LEED, ont été introduites. Ces mesures remplacent celles qui étaient auparavant appliquées individuellement dans l'analyse du potentiel sur la nouvelle construction. Comme pour la géothermie, la durée de vie de ces mesures leur permet de

bénéficier de coûts évités plus élevés. Enfin, quelques nouvelles mesures, comme le recommissioning et la biomasse, n'étaient pas traitées en 2005 et viennent maintenant hausser le potentiel.

Tout comme en 2005, les mesures associées à l'optimisation du contrôle des équipements de CVC et à l'utilisation accrue d'appareils de récupération de chaleur, soit sur l'air évacué ou sur les équipements de réfrigération, sont toujours celles à fort potentiel.

Les principales mesures qui composent le potentiel sur le chauffage sont décrites dans les sections qui suivent.

Tableau 17 : PTÉ des secteurs CI par mesure – Usage chauffage

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Pompe à chaleur géothermique	14	205	827	1,046
CMNÉB +40%	589	0	0	589
Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation	0	107	437	544
Contrôle de l'air neuf selon la demande	0	190	270	460
Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée	51	115	282	448
Récupération de la chaleur de désurchauffe de réfrigération	12	95	179	286
Récupération de chaleur sur l'air évacué (VRC)	0	70	153	223
Hotte de cuisine à vitesse variable	0	36	147	183
Contrôle de l'apport d'air neuf en période d'inoccupation	16	36	121	173
Recommissioning	0	0	158	158
Amélioration de l'isolation des murs	4	20	125	149
Amélioration de l'isolation des toits	0	31	103	134
Biomasse	6	24	83	112
Installation de vestibules	0	7	83	90
Réduction de la température des vestibules	14	19	54	86
Optimisation de la température d'alimentation	0	25	51	76
CMNÉB +25%	67	0	0	67
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières	8	44	0	52
Transformation en système DAV	0	5	40	44
Réduction de l'infiltration aux portes de garage	7	35	0	42
Thermostats précis	5	18	18	42
Mur solaire	0	9	30	39
Fenêtre faible émissivité/argon	0	28	11	39
Optimisation du contrôle des hottes	6	13	19	38
Optimisation du contrôle de l'humidité	3	16	19	37
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure	1	10	26	37
Réduction de l'infiltration du bâtiment	2	4	10	16
Fenêtre en verre double sans film réfléchissant	0	10	4	14

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Amélioration à la fenestration - double/low-e argon	0	7	4	12
Isolation des fondations	6	1	3	10
Pompe à chaleur à climat froid	3	4	2	9
Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction	1	3	4	8
Réduction de la température des escaliers de service	0	1	2	3
Abaissement permanent de la température	1	1	0	3
Vanne de courant sur les serpentins électriques	0	0	1	1
Total	816	1,189	3,266	5,271

Géothermie

Les systèmes géothermiques offrent un potentiel significatif, mais leur coût parfois élevé faisait en sorte que la mesure se retrouvait souvent hors du PTÉ dans les analyses précédentes. Avec la nouvelle structure de coûts évités, le potentiel est maintenant très important. La mesure analysée repose sur un système à boucle fermée verticale combinée à un système de pompe à chaleur sur boucle d'eau du côté du bâtiment. La PRI pour le client est de près de 5 ans dans le meilleur cas évalué dans l'analyse. Pour la majorité des vocations, la rentabilité de cette mesure pour le client est de 10 ans et plus. Le coût initial et la PRI de la mesure constituent les deux principaux obstacles à la réalisation de ce potentiel. Il faut également souligner que le marché considéré suppose peu de contraintes techniques, comme par exemple la disponibilité du terrain pour les puits. Cette contrainte technique pourrait également réduire le potentiel réalisable de la mesure.

Étant donné le coût de cette mesure, celle-ci est appliquée après l'application de la majorité des autres mesures d'économie d'énergie. Dans le cas des nouvelles constructions, la mesure se retrouve parfois incorporée dans les mesures globales, lorsque le bâtiment ne peut atteindre la cible énergétique retenue dans une approche de type performance.

CMNÉB +40%, CMNÉB +25%

Deux nouvelles mesures qui visent la nouvelle construction ont été introduites dans l'analyse du potentiel. Ces deux mesures reposent sur une approche de type performance, tel qu'utilisé dans des normes comme le CMNÉB ou ASHRAE 90.1. Cette méthode de performance n'impose pas un

ensemble préétabli de mesures mais plutôt une cible d'efficacité qui peut être atteinte de différentes manières selon le choix des concepteurs.

Dans le cadre de l'analyse du potentiel, deux cibles ont été retenues, soit 25% et 40%. La cible de 25% correspond approximativement à la performance actuelle requise pour qu'un bâtiment rencontre l'exigence minimale LEED. Comme les mesures ciblant 25% et 40% visent le même marché, un effet d'écrémage est appliqué de la façon suivante : puisque la mesure ciblant 40% passait le critère de rentabilité du PTÉ, la majorité du marché a été attribuée à cette mesure. Dans certains cas, un bâtiment ne pouvait atteindre la cible de 40% sans l'implantation de la géothermie. Dans ces cas, la géothermie a été incorporée à la mesure CMNÉB +40% et n'était alors pas évaluée pour les nouveaux bâtiments du segment visé.

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 [21], à savoir :

- 1- Les occupants sont souvent locataires des espaces et n'ont pas la supervision des systèmes mécaniques.
- 2- Les propriétaires locataires ont peu d'incitatifs à optimiser le fonctionnement de leurs équipements puisque ces coûts sont souvent absorbés par les locataires.
- 3- Les propriétaires de petits bâtiments n'ont souvent 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 soit 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 doit 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 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 (avant l'implantation de la mesure), le bénéfice de la mesure est grandement réduit.

Quant au point 2, une étude sur la gestion des systèmes mécaniques [6] indique que la pérennité 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 CO₂

L'optimisation de la quantité d'air neuf admis par sonde de CO₂ représente une mesure ayant un potentiel important. Cette mesure consiste à contrôler la position des volets d'air neuf à l'aide d'un appareil mesurant le taux de CO₂ 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, tels que les commerces de détail, les cinémas, les théâtres, etc.

Certaines contraintes sont applicables à cette mesure. Les sondes de CO₂ 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 déjà fermer ses 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 [7] 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).

Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée

Cette mesure peut aussi se classer dans la catégorie de l'optimisation du contrôle des systèmes mécaniques. L'abaissement de la température en période inoccupée économise invariablement de l'énergie. Toutefois, ces économies d'énergie ne se traduisent pas nécessairement en économies monétaires pour les clients (chauffage électrique) étant donné l'appel de puissance additionnel. La mesure d'abaissement a pour effet de réduire la consommation, mais d'accroître l'appel de puissance lors du rétablissement de la température et ce, souvent de manière importante. Dans son évaluation par simulation, l'abaissement de température a été réajusté en fonction de la température extérieure afin de réduire cette hausse de l'appel de puissance. Malgré cela, dans plusieurs cas, la mesure s'est soldée par une hausse des coûts au niveau de la facture du client.

Il serait parfois possible d'implanter cette mesure concurremment avec l'installation d'un contrôleur de charge. Cet équipement permet de suivre l'appel de puissance d'un bâtiment et de limiter cet appel à une valeur prédéterminée. Cela présuppose toutefois que le contrôleur de charge peut délester d'autres charges électriques du bâtiment ou encore étaler la demande de chauffage, ce qui n'est pas nécessairement applicable partout.

Enfin, la mesure d'abaissement doit faire l'objet d'une remise au point de consigne rigoureuse afin d'éviter d'avoir des conditions d'inconfort dans le bâtiment. Par exemple, des abaissements trop importants amènent de longues périodes de rétablissement de la température, principalement au niveau de la structure du bâtiment (murs, planchers), ce qui se traduit par des situations d'inconfort pour les occupants.

Implantation de la mesure :

Cette mesure s'implante normalement par l'intermédiaire d'un système de gestion de l'énergie (SGE). Elle s'implante assez rarement de manière manuelle dans le marché commercial.

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 récupérateurs 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 CO₂. Les périodes de remboursement pour le client sont souvent supérieures à 5 ans en considérant le surcoût de la mesure. De plus, la mesure requiert 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 dans le cas des VRE.

Récupération de la chaleur des systèmes de réfrigération

Cette mesure consiste à récupérer la chaleur des condenseurs des systèmes de réfrigération. Elle est donc applicable à un segment restreint du marché (soit à la vente au détail de produits alimentaires, aux arénas et aux entrepôts réfrigérés).

La mesure comporte deux volets :

Le premier volet consiste à récupérer uniquement une petite fraction de la chaleur : cette mesure est alors fréquemment appelée désurchauffeur. La mesure s'implante relativement facilement dans les systèmes existants. La

chaleur récupérée sert soit pour le chauffage de l'eau domestique, soit pour le chauffage de l'air.

Le deuxième volet consiste à récupérer la majorité de la chaleur des condenseurs, souvent plus de 80%. Cette mesure est beaucoup plus difficile d'implantation dans les systèmes existants et est normalement implantée lors d'une rénovation majeure du système de réfrigération ou dans une nouvelle construction.

La mesure de la récupération de la chaleur de condensation des condenseurs requiert une conception qui n'est pas couramment utilisée dans l'industrie. La désurchauffe est beaucoup plus répandue sur le marché [12]. Enfin, ces mesures ont été retenues tant pour les arénas, les grands supermarchés que les petits commerces alimentaires.

L'application de cette mesure dans les supermarchés et les arénas est éprouvée, mais une démonstration de sa faisabilité pour les plus petits commerces demeure à faire.

Isolation du toit

Le potentiel associé à l'amélioration de 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. Toutefois, cette mesure d'isolation est rentable uniquement sur la base de son surcoût, soit lors de la construction ou d'une rénovation majeure de la toiture.

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 une PRI variant généralement de 5 à 10 ans. La rentabilité de cette mesure pour le client peut varier grandement selon la situation particulière de chaque bâtiment. La portion du parc admissible à cette mesure est moins bien connue que pour le marché résidentiel (c'est à dire l'état actuel du parc).

Recommissioning

Le recommissioning consiste à analyser l'opération d'un bâtiment afin d'en établir les requis opérationnels actuels et d'optimiser le fonctionnement de l'ensemble des systèmes afin de rencontrer ces exigences opérationnelles de la manière la plus efficace possible. Le recommissioning ne vise pas l'implantation de mesures qui requièrent un investissement ou une modification importante à des systèmes et équipements. La mesure ne

recoupe donc pas d'autres mesures du potentiel qui visent l'amélioration de l'efficacité des appareils par l'ajout ou le remplacement d'équipements. Il faut également souligner que le recommissioning ne consiste pas en une mesure d'entretien. Il repose sur une approche structurée, similaire à celle proposée par Ressources Naturelles Canada, en quatre phases. La mesure vise en priorité les plus grands bâtiments où la complexité des systèmes accroît le potentiel de l'intervention.

Installation de vestibules

L'installation de vestibules, lorsqu'elle est faite correctement (par exemple avec un parcours suffisamment long pour que les portes ne soient pas ouvertes en même temps), permet de réduire l'infiltration qui se produit lors des ouvertures de portes. La réglementation actuelle, datant de 1985, [14] n'oblige pas l'installation de vestibules dans les bâtiments de moins de 150 m² et certains bâtiments plus grands construits avant cette date ne possèdent pas de vestibules. La rentabilité (PRI) de cette mesure pour les clients est assez longue s'élevant à une moyenne d'environ 10 ans.

Le manque d'espace nécessaire pour l'installation d'un vestibule peut également réduire le marché applicable à cette mesure.

Optimisation du contrôle des hottes

Cette mesure consiste à réduire le temps de fonctionnement des hottes de cuisines ou de laboratoires. Elle 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.

6.3 La force motrice et autres

Plusieurs modifications à l'analyse du potentiel ont eu un impact significatif sur le potentiel associé à l'usage « Force motrice et autres ». L'ajout de plusieurs mesures a contribué à accroître significativement ce potentiel. Les trois principaux ajouts sont les transformateurs à sec à haut rendement, le recommissioning et la mesure de performance CMNÉB +40%. Pour ces deux dernières mesures, la méthodologie d'attribution du potentiel a également un impact. En effet, bien que ces deux mesures touchent plusieurs usages autres que la force motrice (par exemple le chauffage,

l'éclairage et la climatisation), leur potentiel a été entièrement assigné à l'usage « Force motrice et autres » dans le cas des bâtiments non-TAE.

Les mesures composant le potentiel pour l'usage force motrice et autres sont présentées en ordre décroissant au tableau 18.

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'équipements.

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 domaine demandent donc une approche beaucoup plus personnalisée afin d'identifier spécifiquement la manière d'implanter une mesure générique, comme par exemple l'amélioration de l'efficacité du système de ventilation.

Tableau 18 : PTÉ des secteurs CI par mesure – Usage force motrice et autres

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Transformateur à sec à haut rendement	42	131	720	893
Recommissioning	0	0	391	391
Entraînement à vitesse variable pour les pompes	2	118	228	348
Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation	0	42	304	346
CMNÉB +40%	244	0	0	244
Amélioration de l'efficacité du système de pompage	7	73	115	197
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation	25	36	126	187
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs	12	48	73	133
Comptoirs à haute efficacité	21	47	16	84
Transformateurs d'ordinateur à haut rendement	6	77	0	83
Compresseurs à haut rendement	0	40	28	68
Moteurs ECM - comptoirs réfrigérés	0	20	46	66
Réfrigérateurs commerciaux	2	34	18	54
CMNÉB +25%	36	0	0	36
Entretien des systèmes de ventilation	0	26	1	27
Plafond à basse émissivité	2	4	14	20
Contrôle - Machines distributrices	1	6	12	19
Contrôle de l'air neuf selon la demande	0	3	11	14
Contrôle du chauffage anti-condensation	0	4	9	13
Circuits de saumure à 4 passes	1	1	10	12
Équipements de bureaux efficaces	3	7	0	10
Récupération de chaleur pour autres usage	5	1	3	9
Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson	3	4	2	9
Arrêt des pompes de saumure la nuit	0	1	6	7
Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction	0	1	2	3
Réduction de la pression de refoulement des compresseurs	0	2	0	2
Déshumidificateur avec récupération	0	0	0	1
Total	412	726	2,135	3,273

Transformateurs à sec à haut rendement

Depuis 1995, les transformateurs à sec sont visés par le Règlement sur l'efficacité énergétique du Canada. Toutefois, une portion importante du marché québécois est effectivement occupée par des appareils qui ne sont pas conformes à la norme fédérale car ils ne font pas l'objet d'exportations interprovinciales. La proportion de ce marché estimée à partir de contacts effectués auprès des entreprises du secteur est de 80%.

Les économies d'énergie ont été calculées en comparant le maintien du statu quo avec l'application de la réglementation fédérale pour l'ensemble des transformateurs produits au Québec. La procédure d'évaluation est similaire à celle adoptée par l'OEE pour ces mêmes produits. L'évaluation est basée sur l'analyse des appels de puissance horaires de six bâtiments types pour trois tailles types de transformateurs. Pour chaque taille, un bâtiment chauffé à l'électricité et un autre au combustible sont considérés. Cette différenciation a été incluse dans l'analyse pour tenir compte des facteurs d'utilisation différents qui sont rencontrés dans le cas d'un bâtiment à chauffage électrique ou d'un bâtiment à chauffage au gaz ou au mazout.

La mise en place d'une réglementation est une option intéressante pour les nouveaux appareils.

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 à trois voies par des vannes à deux voies modulantes.

Cette mesure offre un potentiel intéressant dans les plus gros bâtiments, particulièrement dans le marché institutionnel. Les hôpitaux, les grands bureaux et les écoles sont les principales vocations où la mesure est applicable.

Amélioration de l'efficacité du système de pompage

Cette mesure consiste à implanter un système de pompage plus efficace. Elle doit normalement être évaluée au cas par cas étant donné les variations possibles entre les différents systèmes de pompage et les contraintes particulières à chaque bâtiment, par exemple 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 (gallonnage et perte de pression), l'amélioration du rendement des moteurs et l'augmentation des différentiels de température sur les réseaux d'eau chaude et glacée.

Amélioration de l'efficacité du système de ventilation

Cette mesure est similaire à celle des systèmes de pompage et consiste à implanter un système de ventilation plus efficace. Elle doit également être évaluée au cas par cas étant donné les variations possibles entre les différents systèmes et les contraintes particulières à 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 le remplacement des 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 difficilement applicable sur certains équipements, tels que les unités de toit pour lesquelles les options d'améliorations ne sont pas nécessairement disponibles.

Comptoirs réfrigérés à haute efficacité

Les supermarchés et les magasins de vente de produits alimentaires sont responsables en bonne partie de la consommation d'énergie associée à la réfrigération de comptoirs. Des comptoirs réfrigérés à haute efficacité réduisent cette consommation en offrant plusieurs améliorations dont :

- Éclairage intérieur des comptoirs réfrigérés plus efficace
- Moteurs des évaporateurs à haut rendement
- Contrôle du chauffage anti-condensation plus précis
- Contrôle des cycles de dégivrage plus précis
- Pertes d'enveloppe réduites
- Échange d'air plus faible avec la pièce

L'utilisation de comptoirs réfrigérés à haute efficacité aura un double effet, soit la réduction de la consommation pour la réfrigération et pour le chauffage du magasin, en réduisant les échanges thermiques avec la pièce.

La principale contrainte reliée à cette mesure se situe au niveau de l'identification de l'efficacité réelle des différents comptoirs réfrigérés. Une norme CSA d'efficacité énergétique des comptoirs réfrigérés existe mais elle n'est pas d'application obligatoire et est peu appliquée. Il est donc difficile de connaître objectivement l'efficacité des comptoirs offerts sur le marché.

Pour que la mesure soit exploitable, cette norme de mesure de performance devrait être appliquée afin de pouvoir connaître plus précisément la performance des comptoirs réfrigérés disponibles.

6.3 L'éclairage

L'éclairage représente l'usage le plus important en terme de consommation d'électricité pour les secteurs commercial et institutionnel. Il n'est donc pas surprenant que le potentiel de cet usage soit important. Le potentiel de l'éclairage vient au deuxième rang derrière celui du chauffage. La simplicité d'implantation de beaucoup de mesures d'éclairage comparativement à celles sur le chauffage explique en bonne partie pourquoi le potentiel associé à cet usage vient au second rang. Les mesures qui composent ce potentiel sont présentées au tableau 19.

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 de la conception du système d'éclairage, évaluée pour la nouvelle construction,
- les mesures touchant la réduction des heures d'éclairage.

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

- le remplacement des fluorescents T12 par des T8 ou des T5⁵,
- 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 ou des DEL,

⁵ 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 élevé.

- le remplacement des lampes halogènes par des DEL.

Les programmes passés et la réglementation fédérale sur les produits d'éclairage ont eu un impact significatif sur l'adoption de lampes plus efficaces, faisant en sorte que les lampes fluorescentes T12 et les lampes incandescentes standard ne seront plus disponibles à court terme.

Le potentiel des lampes fluorescentes dans le marché existant n'est cependant pas entièrement éliminé par la réglementation. Dans beaucoup de cas, la mise en place de lampes T8 en remplacement des lampes T12 a permis un rehaussement des niveaux d'éclairage. Ce type de rehaussement ouvre la porte à des mesures visant l'utilisation des lampes T8 à plus faible puissance dans le cas des conversions déjà effectuées ou encore d'ensemble de conversion T8 à plus basse puissance dans les conversions à venir.

La disponibilité de lampes de type DEL permet également de dégager de nouveaux potentiels dans des applications spécifiques, dont l'éclairage d'enseigne et l'éclairage public. L'utilisation de DEL pour l'éclairage général, en remplacement de lampes T8 ou T5, n'est toutefois pas dans le potentiel.

Il faut souligner également qu'une partie importante du potentiel sur l'éclairage dans le nouvelle construction se retrouve dans les mesures CMNÉB qui sont comptabilisées dans les usages « Chauffage » et « Force motrice et autres ».

Tableau 19 : PTÉ des secteurs CI par mesure - Usage éclairage

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Remplacement des fluorescents 32W par des lampes à puissance réduite	0	445	79	524
Remplacement des fluorescents 34 W T12 par des super T8	0	98	135	233
Remplacement des fluorescents compacts par des DEL	30	159	0	189
Éclairage public de type DEL	10	165	6	181
Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts	0	0	162	162
Lettrage d'enseigne de type DEL	27	120	9	158
Remplacement des fluorescents T8 par des super T8	0	76	78	155
Réduction du temps d'éclairage	60	42	45	146
Détecteurs d'occupation	15	57	74	145
Indicateurs de sortie	0	0	86	86
Contrôle de l'éclairage des comptoirs	11	17	21	49
Lampe sodium dans stationnement	0	5	43	47
Lampe aux halogénures dans stationnement	0	5	33	38
Optimisation des niveaux d'éclairement - réduction du nombre de lampes	0	15	17	32
Fluorescent compact pour l'éclairage extérieur	6	23	0	29
Sonde d'éclairage naturel	3	10	12	24
Réduction de la densité de puissance d'éclairage des entrepôts réfrigérés	2	3	18	23
Halogénure à démarrage assisté	1	5	6	12
T5 au lieu de HM	1	6	1	9
Optimisation du temps d'éclairage (mesure douce, contrôle manuel)	4	2	0	6
Induction au lieu du mercure	0	1	4	6
Remplacement des HM par du T5 au-dessus de la glace	0	1	5	6
Utilisation de DEL de type MR-16	0	5	0	5
Induction au lieu de l'halogénure	0	1	3	4
Remplacement des lampes PAR38 par des DEL	0	1	0	1
Remplacement des lampes incandescentes PAR38 par du Ceramic Metal Halides	0	1	0	1
Total	171	1,262	837	2,270

Remplacement des fluorescents 32W par des lampes à puissance réduite

Cette mesure vise le remplacement des lampes T8 de 32 W dans le marché existant par des lampes de 28 W ou de 25 W. Ces deux types de lampes amènent une réduction du niveau d'éclairage. Cette réduction est souvent acceptable car les niveaux observés après une conversion de T12 par du T8 sont habituellement plus élevés que ce qui est requis. Cette mesure est à faible coût mais exige que les ballasts en place soient compatibles avec les lampes à puissance réduite. Cette mesure est très facile à implanter et n'exige qu'une vérification au niveau du type de ballast et une mesure des niveaux d'éclairage.

Cette mesure n'est pas considérée dans le secteur de la nouvelle construction où le niveau d'éclairage et la sélection de l'ensemble lampe/ballast est optimisé au niveau de la conception. La mesure est alors intégrée aux ensembles CMNÉB +25% et CMNÉB +40%.

Remplacement des fluorescents 34W T12 par des super T8

Cette mesure vise le remplacement des lampes de type T12 de 34 W, qui sont toujours présentes dans le marché existant, par des lampes ou un ensemble lampes/ballast T8 à faible puissance, soit 48 W pour un luminaire de 2 lampes de 4 pieds. Cette mesure vise à éviter un remplacement un pour un des appareils T12 par des T8 de 32 W. Ce type de remplacement entraîne souvent un accroissement de niveau d'éclairage et ne permet pas d'aller chercher le potentiel total disponible lors du remplacement des T12 par des T8.

Remplacement des lampes fluorescentes compactes par des DEL

Les lampes de type DEL constituent une portion significative du potentiel sur l'éclairage. La mesure la plus importante vise le remplacement de lampes fluorescentes compactes par des DEL. Cette mesure est similaire à celle considérée dans le secteur résidentiel.

Ainsi, la mesure visant l'utilisation de DEL considère d'abord l'adoption de fluorescents compacts, qui servent alors de cas de base dans le calcul du gain de la mesure. La performance des DEL, considérée dans l'analyse, est basée sur une projection de 135 Lumen/Watt. Cette performance est de beaucoup supérieure à ce qui est actuellement disponible mais est prévue dans l'horizon de l'évaluation. Le potentiel associé aux DEL en remplacement des fluorescents compacts et des halogènes ne sera donc disponible que lorsque la technologie aura atteint cette performance. Le gain actuel du DEL en remplacement du fluorescent compact n'est pas suffisant pour que la mesure se classe dans le PTÉ.

Éclairage public de type DEL

Cette nouvelle mesure vise le remplacement des lampes au sodium haute pression par des DEL pour l'éclairage public. La performance brute des DEL, en terme de lumen par watt, ne permettrait toutefois pas à la mesure d'être considérée car le sodium haute pression a une performance supérieure. Toutefois, la revue de littérature et l'identification de cas réels [27] d'implantation permettent à la mesure de démontrer un gain dû au rendu de couleur supérieur du DEL et à la considération des lumens scotopiques au lieu des lumens photopiques dans l'évaluation du gain [28]. Le coût de la mesure a également été réduit comparativement au coût actuel afin de considérer un marché mature pour cette technologie.

Réduction du temps d'éclairage

La mesure de réduction du temps d'éclairage se divise en deux groupes selon la taille du bâtiment. Pour les petits bâtiments, elle est de type manuel et est implantée par un programme de sensibilisation des occupants. Pour les bâtiments de plus grande taille, la mesure vise la mise en place d'un système de contrôle centralisé de l'éclairage.

Détecteurs d'occupation

Cette seconde mesure sur la réduction du temps d'éclairage vise la mise en place de détecteurs d'occupation tant dans les petits bâtiments que les grands bâtiments. Le gain de la mesure est modulé selon le type d'espace. Cette mesure est relativement simple d'installation mais est sujette à un effritement significatif. Le fonctionnement des détecteurs est un élément très important au niveau de la persistance du gain. Il est fréquent de rencontrer des détecteurs qui sont désactivés dû à leur fonctionnement inadéquat, tel une fermeture inopportune des luminaires.

6.4 L'eau chaude

L'eau chaude représente moins de 5 % de la consommation d'électricité des secteurs commercial et institutionnel. Le potentiel de cet usage est relativement faible et est présenté au tableau 20.

Les secteurs commercial et institutionnel sont caractérisés, 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 représente une consommation d'énergie significative, comme 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 d'eau chaude plus importante, mais la segmentation utilisée dans l'analyse ne permet pas de cibler des sous-vocations 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 des secteurs commercial et institutionnel.

Tableau 20 : PTÉ des secteurs CI par mesure– Usage eau chaude

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique	25	63	95	182
Réduction du débit des robinets	3	15	10	28
Récupération de chaleur des eaux grises	3	4	8	15
Isolation du système d'ECD	0	2	9	11
Pomme de douche à très faible débit	1	2	6	10
Récupération de la chaleur de désurchauffe de réfrigération	0	0	2	3
Total	33	86	131	249

Pompe à chaleur pour l'ECD

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

En pratique, ce type de système peut s'installer lorsqu'un système de pompe(s) à chaleur géothermique(s) ou une pompe à chaleur sur boucle d'eau est présente dans le bâtiment. Une autre option vise l'installation de chauffe-eau pompe à chaleur de type résidentiel. En pratique, la première option restreint le nombre d'applications qui seront admissibles à la mesure alors que la seconde est limitée aux bâtiments de petite taille ou ayant une faible consommation d'eau chaude.

Réduction du débit des robinets de lavabo

Cette mesure vise la mise en place de robinets ayant un débit de 0.5 gpm comparativement à la norme de 2.5 gpm. La mesure est facile d'implantation et se rencontre très fréquemment dans les bâtiment de type LEED.

Isolation du système d'ECD

Les systèmes de production et de distribution d'eau chaude domestique dans les secteurs 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, soit 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 marché 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 sont assez importants, tant pour les systèmes centraux que distribués.

6.5 La climatisation

La climatisation ne constitue pas un poste très significatif dans le bilan énergétique de la très grande majorité des bâtiments CI au Québec. Cet usage ne représente souvent que de 5 % à 15 % de la consommation d'énergie d'un bâtiment, excluant les centres informatiques. Il arrive fréquemment que les propriétaires et occupants surestiment la consommation attribuable à cet usage. Cette perception est souvent liée aux coûts importants liés aux équipements de climatisation et les problèmes de confort fréquents associés à la climatisation.

Il n'est donc pas étonnant que le potentiel de cet usage soit relativement faible. Les résultats détaillés du PTÉ y étant associé sont présentés au tableau 21. Ces résultats offrent cependant une image partielle du potentiel sur la climatisation. En effet, comme il a été indiqué au début de la section 6, 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 tels cas, invariablement, l'usage pour lequel l'économie est la plus grande est le chauffage ou l'usage force motrice et autres. Ainsi, les mesures d'arrêt de la ventilation, fermeture des volets d'air neuf et utilisation de sondes de CO₂ 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 associée à la mesure doit être attribuée à un seul usage.

Les résultats au tableau 21 indiquent donc le potentiel pour des mesures touchant exclusivement les équipements de climatisation. La majorité des autres mesures de contrôle ont été traitées au niveau de l'usage chauffage.

Tableau 21 : PTÉ des secteurs CI par mesure – Usage climatisation

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Refroidissement à haut rendement	11	19	17	46
Refroidissement gratuit à eau	20	4	19	43
Contrôle de l'air neuf selon la demande	0	15	16	31
Tour d'eau efficace	1	8	2	11
Refroidissement gratuit à air	0	0	11	11
Amélioration de l'isolation des toits	0	2	3	5
Climatiseur haut rendement	1	2	0	3
Isolation des fondations	1	0	0	2
Ajout d'un module économiseur sur unité de toit	0	0	1	1
Amélioration de l'isolation des murs	0	0	1	1
Unité de toit à haute efficacité	0	0	0	1
Optimisation de la température d'alimentation	0	0	0	0
Total	34	51	69	155

7.0 Le potentiel technico-économique dans le secteur agricole

Le tableau 22 présente le sommaire de la mise à jour du potentiel technico-économique obtenu pour le secteur Agricole. La figure 14 présente quant à elle la courbe du potentiel technico-économique selon le coût unitaire des mesures.

Tableau 22 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie – Secteur Agricole – Horizon 5 ans

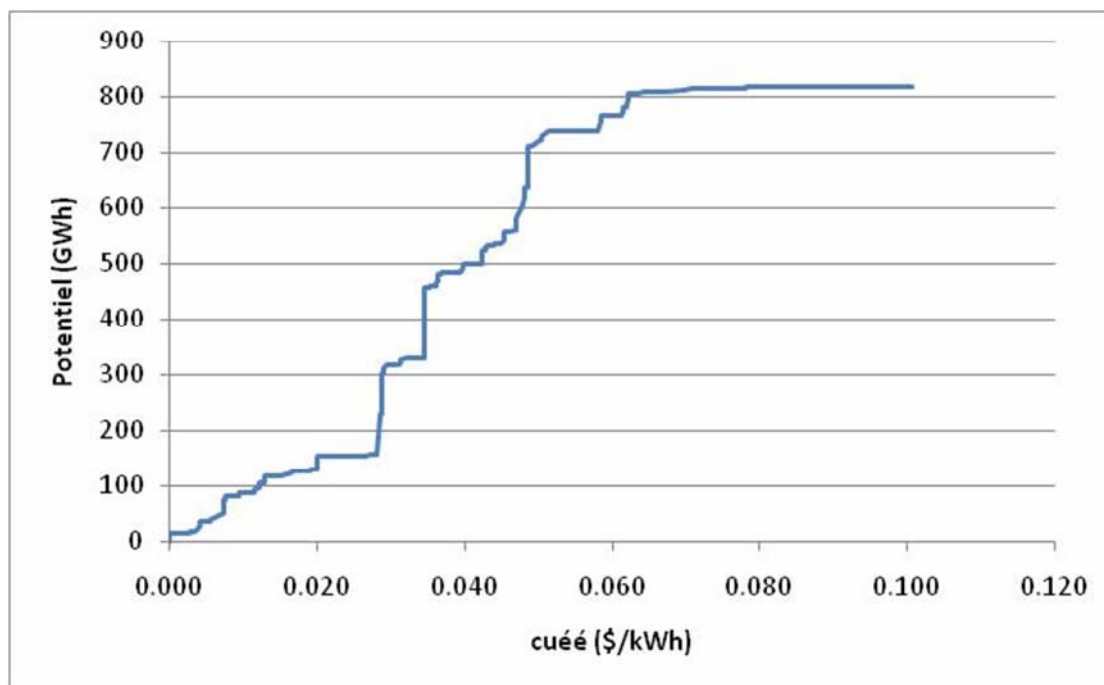
Usage	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Chauffage	6	14	26	47
Eau chaude	5	12	29	46
Procédés	6	15	26	47
Force motrice et autres	70	164	353	587
Éclairage	7	42	1	68
Total	99	262	457	795

La mise à jour du potentiel agricole repose avant tout sur les quelques études disponibles depuis la mise à jour de 2005 chez Hydro-Québec [31-43], la revue de la littérature sur l'évolution du marché [29] ainsi que les modifications aux coûts évités et à la méthodologie de calcul du potentiel, telles que décrites à la section 2. Les segments de marché et les mesures considérées sont demeurés sensiblement les mêmes qu'en 2005.

Comme pour les autres secteurs, le potentiel agricole est en hausse comparativement à l'évaluation de 2005. Cette hausse est attribuable à l'usage force motrice et autres. Elle s'explique par l'inclusion dans le potentiel de la mesure visant la ventilation naturelle des bâtiments. Cette mesure a une durée de vie établie à 30 ans, ce qui lui permet de bénéficier des coûts évités plus élevés à partir de 2023. Les autres usages, à l'exception du chauffage, ont subi des baisses. La principale raison qui explique la hausse pour l'usage Force motrice et autres est l'inclusion dans le potentiel de la mesure visant la ventilation naturelle des bâtiments. Cette mesure a une durée de vie établie à 30 ans ce qui lui permet alors de bénéficier des coûts évités plus élevés à partir de 2023. Quant aux baisses observées, elles proviennent de deux sources : en matière d'éclairage, la réglementation touchant les fluorescents T12 et les incandescents a eu un impact significatif et, pour l'ensemble des autres usages, les baisses sont principalement attribuables aux augmentations des taux d'adoption actuel des mesures comparativement à 2005.

Les sections suivantes décrivent les grandes lignes du potentiel pour chacun des usages.

Figure 14 : Potentiel technico-économique d'économie d'énergie au secteur agricole



7.1 La force motrice

Au niveau de la force motrice, deux catégories distinctes de moteurs doivent être considérées :

- 1- les moteurs de 1 hp et plus,
- 2- les moteurs fractionnaires de moins de 1 hp.

Cette distinction est importante tant du point de vue du potentiel d'économie d'énergie que du type d'application considérée.

Tout d'abord, les moteurs de moins de 1 hp sont les plus nombreux dans les exploitations agricoles et servent généralement à la ventilation des bâtiments. Ces moteurs sont dans bien des cas utilisés de manière

continue⁶. De leur côté, les moteurs de plus de 1 hp ne servent que rarement à la ventilation⁷ mais plutôt pour le pompage et les entraînements divers. Ces moteurs sont généralement utilisés pour de courtes périodes de temps et uniquement sur demande selon les besoins du procédé.

Il est important de distinguer ces classes de moteur car le rendement des moteurs de 1 hp et plus est généralement supérieur à celui des moteurs fractionnaires, en condition d'opération.

1- Les moteurs fractionnaires pour la ventilation

Le potentiel d'économie d'énergie sur la force motrice dans le secteur agricole se retrouve presque exclusivement dans cette catégorie de moteurs.

La ventilation des bâtiments agricole est généralement assurée par un grand nombre de petits ventilateurs de 14 po. à 24 po. de diamètre dotés de moteurs de moins de 1 hp (souvent 1/3 hp et 1/2 hp), sauf sans le cas de la ventilation tunnel récemment popularisée dans le secteur laitier. Dans la majorité des cas, ces moteurs ont des contrôleurs à vitesse variable pour assurer une ventilation minimale en hiver. La majorité de ces ventilateurs ne servent qu'en été et sont à vitesse constante à un ou deux paliers (i.e. 1 ou 2 vitesses). Bien que des statistiques détaillées ne soient pas disponibles, il semble que la majorité de ces ventilateurs soient dotés de moteurs de type PSC (permanent split capacitor). La vitesse variable provient souvent de contrôles de type électronique (SCR, Tiracs). Bien que la présence de vitesse variable soit très efficace pour réduire les coûts de chauffage de l'air neuf, une telle combinaison de moteur et contrôleur produit un système de ventilation très inefficace du point de vue électrique, soit un rendement combiné de 15% à 45%. De plus, dans bien des cas, le rendement combiné des moteurs/ventilateurs est bas comparativement à celui des meilleurs produits offerts sur le marché, bien que des statistiques précises sur ce sujet ne soient pas disponibles. L'utilisation d'entraînement à fréquence variable (EFV) ou encore de moteurs ECM (electronically commutated motor) combinée aux meilleurs moteurs/ventilateurs sur le marché permettrait d'accroître ces rendements à un niveau variant de 65% à 72%. Il est donc possible d'estimer que la consommation associée à la force motrice de ventilation des petits moteurs puisse être réduite d'environ 50%. Cette mesure a été intégrée à l'analyse du potentiel de deux manières. Tout d'abord, une mesure sur l'implantation d'EFV a été évaluée suivie d'une mesure sur l'adoption des meilleures combinaisons moteurs/ventilateurs. Par la suite,

⁶ Une fraction des moteurs servent à l'année longue alors que d'autres sont utilisés en été et durant les mi-saisons.

⁷ Exception faite de la ventilation tunnel dans le secteur laitier.

l'utilisation de moteurs ECM a été évaluée malgré l'absence de produits spécifiques de ce types testés dans un environnement agricole (aucun ECM de type « farm duty » n'a été identifié). Le potentiel associé à ces mesures représente donc ce qui serait possible d'atteindre si la technologie était adaptée à ce secteur. Enfin, sur la base des coûts actuels des moteurs ECM, malgré le potentiel élevé de la technologie, la période de recouvrement simple de l'investissement pour le client est estimée à plus de 3 ans.

L'utilisation de moteur de type premium uniquement présente un potentiel beaucoup moins important car l'accroissement de rendement est relativement faible (ex. 5 %) et la mesure ne touche pas le rendement combiné du moteur, du ventilateur et du variateur de vitesse. Cette mesure n'entre donc pas dans le potentiel technico-économique et a une rentabilité estimée à plus de 5 ans du point de vue du client.

2- Les moteurs de 1 hp et plus

Contrairement aux petits moteurs, les moteurs de 1 hp et plus sont normalement utilisés à vitesse constante dans le secteur agricole et ont des rendements nominaux de base de l'ordre de 80 %. Les moteurs de type « premium » offrent un rendement de 2 % à 5 % supérieur selon la taille des moteurs. De plus, les moteurs tri-phasés, souvent de plus de 10 hp, ont des rendements nominaux de base de près de 90 %. L'utilisation de moteurs à haut rendement n'offre donc qu'une amélioration assez marginale de la consommation d'énergie étant donnée l'utilisation souvent restreinte de ce type de moteur. En grande majorité, les moteurs de grande taille sont utilisés sur demande uniquement pour une tâche spécifique de durée restreinte, comme la moulage ou le pompage (pré-fausse).

3- Élimination de la ventilation mécanique

Une grande partie du potentiel sur la force motrice touche également l'élimination de la ventilation mécanique dans les exploitations laitières et porcines. Cette seule mesure représente la majorité du potentiel relié à cet usage. La mesure a été évaluée selon un scénario de taux de pénétration maximum très important, soit 50%. L'acceptabilité de cette mesure à grande échelle n'est toutefois pas démontrée. Dans le secteur laitier, par exemple, une des tendances actuelles est d'utiliser la ventilation tunnel qui fait appel à des ventilateurs de grande dimension en bout d'étable. L'adoption de la ventilation naturelle n'apparaît pas automatique et est associée à plus de contraintes de design et d'opération. Un concept hybride de ventilation naturelle et mécanique semble permettre de contourner les contraintes techniques

et les limites de la ventilation naturelle. Les gains énergétiques associés à cette configuration seront évidemment réduits et cette dernière n'a pas été évaluée dans le cadre de l'étude. Enfin, il est important de noter que l'utilisation de la ventilation tunnel permet de réduire la consommation d'énergie, grâce au rendement supérieur des plus gros moteurs/ventilateurs, tout en fournissant un débit égal à de la ventilation effectuée à l'aide de nombreux ventilateurs de petites tailles.

Le tableau 23 présente le détail du potentiel de la force motrice servant à la ventilation des bâtiments alors que le tableau 24 présente le potentiel pour les autres applications de la force motrice.

Plusieurs mesures peuvent conduire à une amélioration des conditions ambiantes sans que l'on puisse leur attribuer une économie d'énergie systématique. La mesure sur le rezonage de la ventilation est un exemple. Cette mesure qui consiste à s'assurer que tous les espaces d'un bâtiment soient adéquatement ventilés peut amener des économies lorsque le zonage permet l'élimination de ventilateurs excédentaires. Toutefois, il est également possible que la mesure permette de corriger des problèmes de sous ventilation par l'ajout de ventilation ou uniquement par une reconfiguration de l'équipement existant sans impact sur la consommation d'énergie. La ventilation de plafond peut également servir à accroître le confort des animaux ou à déstratifier les bâtiments en hauteur. Toutefois, aucune étude n'a été identifiée qui démontrait les économies d'énergie qui en découleraient. Enfin, les résultats de l'étude DELPHI ont indiqué que la mesure sur le contrôle des entrées de ventilation était déjà pratiquement toujours implantée et que celle sur le contrôle de la ventilation était déjà grandement implantée (i.e. contrôle de la ventilation par sonde de température et vitesse variable).

Tableau 23 : PTÉ du secteur agricole par mesure – Usage force motrice pour la ventilation

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Ventilation naturelle au lieu de mécanique	30	23	207	260
Utilisation de moteurs ECM – ventilation	20	70	81	171
Utilisation de moteurs premium – ventilation	11	38	42	91
Optimisation du contrôle de la ventilation	7	25	19	52
Optimisation de la taille des moteurs et ventilateurs	1	2	1	4
Entretien des entraînements	1	2	0	3
Asservissement de la ventilation aux paramètres d'ambiance	0	0	2	2
Total	69	160	353	582

Tableau 24 : PTÉ du secteur agricole par mesure – Usage force motrice pour les autres usages

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
M5 Utilisation de moteurs à haut rendement	1	2	1	4
M2 Dimensionnement des moteurs	0	1	0	1
M3 Entretien des courroies	0	0	0	0
M4 Contrôle du fonctionnement des systèmes d'air comprimé	0	0	0	0
Total	1	3	1	5

Les résultats du recueil d'information indiquent que la mesure sur le contrôle des pompes de chauffage ne comporterait pas de potentiel d'économie. Quant à la mesure sur la vitesse variable ou la gestion du fonctionnement, la nature des applications concernées élimine pratiquement tout son potentiel. Enfin, bien qu'un potentiel soit attribué à la mesure d'optimisation de la taille des moteurs, les commentaires recueillis révèlent que peu d'exploitants seraient prêts à réviser la taille de leurs moteurs, étant donné leur importance critique dans la chaîne de production et les risques associés au sous-dimensionnement. La mesure sur les moteurs à haut rendement n'est rentable que pour les moteurs ayant plusieurs centaines d'heures d'utilisation annuellement.

Bien que la mesure concernant les moteurs de type written pole n'apparaisse pas dans la liste des mesures, cette dernière a été évaluée pour les moteurs de plus de 1 hp. Toutefois, les résultats indiquent que le coût de la mesure est de loin supérieur au coût évité correspondant, de sorte qu'elle ne peut être admise dans le potentiel technico-économique. Ce résultat n'est pas surprenant car l'objectif premier du moteur written pole n'est pas le remplacement des moteurs tri-phasés mais plutôt l'accroissement de la taille des moteurs monophasés.

7.2 Éclairage

Les économies au niveau de l'éclairage peuvent provenir d'une de trois grandes familles de mesures :

- 1- amélioration au rendement des luminaires
- 2- réduction du nombre d'heures d'utilisation
- 3- amélioration de la conception du système

Dans le cas des exploitations agricoles, les conclusions suivantes peuvent être tirées :

- 1- Les niveaux de densité de puissance d'éclairage sont faibles, habituellement bien en deçà de 1 W/pi^2 ⁸. Cela réduit considérablement le potentiel d'économie d'énergie pouvant provenir de l'amélioration de la conception du système.
- 2- L'éclairage est habituellement contrôlé manuellement et uniquement selon les besoins, notamment ceux des animaux dans certaines fermes (ex. volaille). Les économies provenant d'une réduction des heures d'éclairage ou de l'installation de systèmes informatiques de gestion de l'éclairage sont donc minimales et souvent nulles. Un potentiel a néanmoins été attribué à cette mesure selon l'hypothèse qu'une optimisation demeure plausible.
- 3- Les luminaires utilisés sont de types variés, soit des ampoules incandescentes, des tubes fluorescents, des fluorescents compacts et des lampes à hautes décharges énergétiques (HID). Le remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts ou des DEL et des tubes T12 par des T8 efficace représente les principales mesures ayant un potentiel significatif au niveau de l'éclairage dans le secteur agricole.

⁸ Dans le secteur commercial, la densité de puissance est habituellement de 2 W/pi^2 et dans le commerce au détail de 3 à 5 W/pi^2 .

L'utilisation de fluorescents compacts est de loin la mesure ayant le potentiel technique le plus important. Toutefois, les impacts possibles de cette mesure sur le plan zootechnique doivent être vérifiés avant toute implantation (spectre lumineux, évolution du spectre dans le temps) ainsi que la durabilité des luminaires dans un contexte agricole. Ainsi, le bris de fluorescents compacts avant la fin de leur durée de vie utile peut réduire très rapidement la rentabilité de la mesure pour le client. Le potentiel sur cette mesure doit donc être considéré avec beaucoup de précaution. La mesure sur les DEL est implantée après celle sur les fluorescents compacts et l'effet cumulatif réduit considérablement le potentiel de cette dernière.

Le tableau 25 présente le détail du potentiel par mesure.

Tableau 25 : PTÉ du secteur agricole par mesure – Usage éclairage

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Optimisation du temps d'éclairage	2	14	0	16
Remplacement des incandescents par des FC	5	34	0	39
Installation de ballasts et de lampes fluo à haute efficacité	1	3	0	4
Installation d'éclairage au sodium haute pression (extérieure)	1	7	1	8
Remplacement des FC par des DEL	0	0	<1	<1
Total	9	58	1	68

En ce qui a trait à l'éclairage extérieur, cette consommation représente souvent 1% ou moins de la consommation électrique d'une exploitation agricole. Le type d'éclairage dédié aux bâtiments de ferme est à haute intensité, telle les sentinelles au mercure, les lampes aux halogénures métalliques (metalarc) et les lampes au sodium haute pression. Ces dernières représentent l'option la plus efficace. Dans la majorité des secteurs commerciaux et industriels, les lampes au mercure, les moins efficaces de toutes, ne sont plus utilisées. Il semble toutefois que ce type de lampe se rencontre encore dans le secteur agricole. Ceci permet donc d'identifier un faible potentiel de remplacement par du sodium haute pression. Dans certains cas, le rendu de couleur (jaune) du sodium haute pression n'est pas acceptable pour les exploitants. Dans ces cas, les lampes aux halogénures métalliques représentent la meilleure option du point de vue de l'économie d'énergie. La mesure sur

l'optimisation des heures d'utilisation de l'éclairage extérieur semble implantée en vaste majorité selon le recueil d'information.

7.3 Autres usages

Les autres usages de l'électricité dans le secteur agricole offrent également un potentiel d'économie d'énergie souvent assez limité, ces usages étant principalement :

- eau chaude sanitaire
- équipements de procédés
- chauffage des bâtiments et de l'air neuf

7.4 Eau chaude sanitaire

Le potentiel relié à l'eau chaude sanitaire est relativement faible dans presque tous les secteurs sauf le laitier où un potentiel théorique significatif existe. La majorité de l'eau chaude produite provient d'équipements de type résidentiel, soit des chauffe-eau électriques de 40 et 60 gallons. Dans le cas d'exploitation de plus grande taille, l'eau chaude est produite par du propane avec des petits équipements commerciaux.

Le tableau 26 présente le détail du potentiel par mesure.

Tableau 26 : PTÉ du secteur agricole par mesure – Usage eau chaude

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Récupération de chaleur du lait à l'aide d'échangeurs	5	12	27	44
Isolation des réservoirs d'eau chaude	0	0	1	1
Isolation de la tuyauterie d'eau chaude sanitaire	0	0	1	1
Total	5	12	29	46

La mesure de récupération de chaleur du lait est également à l'intérieur du potentiel technico-économique bien que sa PRI varie de 6 à 13 ans. Il est à noter que cette mesure serait surtout applicable

dans les plus grandes exploitations qui sont également celles où les probabilités d'avoir un chauffe-eau au gaz ou au propane sont plus importantes. L'utilisation de l'eau chaude dans le secteur laitier est surtout dédiée au lavage du système de traite et la ferme type de 51 vaches utilise approximativement 100 gal. d'eau chaude par jour à cette fin. La consommation totale sur une année est donc estimée à 8 000 kWh soit approximativement 600 \$/an. Les mesures doivent donc être relativement peu dispendieuses pour offrir une PRI acceptable pour le client.

7.5 Procédés

Tout équipement servant principalement à des fins de production, et non au conditionnement général des bâtiments, est inclus dans cette catégorie. On y retrouve entre autre :

- la réfrigération de produits (ex. lait, œufs, légumes),
- le chauffage localisé d'animaux (infra-rouge des pouponnières),
- le séchage,
- le drainage,
- l'irrigation.

De tous les procédés relevés, celui offrant le plus grand potentiel technique est le chauffage infra-rouge dans le secteur porcin. Ce type d'équipement fonctionne annuellement sur une grande période de temps et présente une intensité énergétique importante (ex. 175 W par cage). Le remplacement, lorsque possible, par des tapis chauffants dont la puissance n'est que de 120 W pour 2 cages apporte une réduction importante de la consommation d'électricité. Une autre option pour cet équipement serait l'utilisation de lampes infra-rouge de type halogène. Toutefois, la pratique démontre que les lampes incandescentes de 175 W sont remplacées par des halogènes également de 175 W. Ce remplacement ne produit aucune économie d'énergie. Afin de bénéficier du rendement supérieur de l'halogène, les lampes de 175 W devraient être remplacées par des lampes de seulement 125 W. Finalement, le contrôle de l'intensité des lampes selon l'âge des porcelets pourrait être optimisé par l'utilisation d'un système de gestion informatisé (ou manuellement) à l'aide de gradateur. Toutefois, comme aucune information sur de telles applications n'a été identifiée, cette mesure n'a pas fait l'objet d'une évaluation formelle.

Le tableau 27 présente le détail du potentiel par mesure.

Tableau 27 : PTÉ du secteur agricole par mesure – Usage procédés

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Tapis chauffant pour maternité	6	15	25	46
Optimisation des pompes à vide (EFV)	0	0	1	1
Total	6	15	26	47

Il est à noter que l'acceptabilité de la mesure des tapis chauffants est variable. Certains agriculteurs considèrent que des effets zootechniques négatifs découlent de l'usage des tapis alors que dans d'autres cas des impacts positifs sont perçus. Le taux de pénétration de la mesure pourrait donc être fortement affecté si des impacts négatifs réels ou perçus sont associés à la technologie. Enfin, les coûts de nettoyage des tapis n'ont pas été inclus dans l'évaluation de la mesure.

Le pré-refroidissement du lait ne s'est pas révélé dans le PTÉ selon les données recueillies sur les coûts d'implantation. La même constatation s'applique aux équipements de réfrigération à haut rendement et à la récupération de chaleur de réfrigération. Dans ce cas, il faut également noter que plusieurs condenseurs se retrouvent dans des pièces chauffées et que la récupération est automatique. Dans d'autres cas, principalement les fruits et légumes, les besoins en chauffage ne sont souvent pas coïncidents avec les rejets de chaleur de réfrigération.

Enfin, un potentiel significatif sur l'optimisation du contrôle des pompes à vide existe, étant associé surtout à un contrôle adéquat, souvent par entraînement à fréquence variable, de ces équipements.

7.6 Chauffage des bâtiments et de l'air neuf

Le secteur agricole dans son ensemble utilise peu l'électricité pour le chauffage des bâtiments et de l'air neuf. Dans ces cas, les visites indiquaient que l'électricité était utilisée uniquement comme source d'appoint lors des périodes les plus froides. Certains bâtiments peuvent être TAE (tout à l'électricité), tel un cas identifié lors des visites dans le secteur serricole, mais ces bâtiments ne semblent représenter qu'une proportion assez faible du marché et leur impact sur le potentiel du secteur est donc faible.

Dans la majorité des cas observés, le chauffage est de source combustible, souvent le propane mais également le mazout, le gaz naturel, l'huile usée et parfois la biomasse (i.e. bois, résidus).

Les sources d'économie d'énergie dans le secteur agricole pour le chauffage des bâtiments et de l'air neuf ont malgré tout fait l'objet d'analyses préliminaires lors des visites de ferme ainsi que lors de l'établissement des modèles analytiques des clients types. De manière qualitative, les constatations suivantes peuvent être faites sur les mesures touchant le chauffage dans le secteur agricole :

- Les mesures touchant à l'enveloppe thermique des bâtiments offre un potentiel très faible. Les visites de ferme effectuées indiquent que les niveaux d'isolation actuels sont relativement élevés (ex. R-20 dans la nouvelle construction selon les propriétaires). L'isolation des bâtiments existants semble avoir souvent été améliorée à des niveaux suffisants. De plus, les températures intérieures maintenues dans un grand nombre de bâtiment ne justifient pas économiquement d'accroître le niveau d'isolation au-delà des valeurs utilisées dans la pratique courante.
- Le seul segment où l'isolation de certaines sections de l'enveloppe thermique peut se révéler rentable est celui des serres. Dans ce cas, l'isolation des sections verticales en partie ou en entier, selon les impacts des travaux sur l'éclairage naturel, est une mesure entraînant des économies appréciables selon les propriétaires consultés. De plus, l'utilisation d'une nouvelle technologie d'isolation à l'aide d'une mousse injectée la nuit dans la paroi double des serres en polypropylène résulterait en des économies importantes sur le chauffage des serres. Une telle technologie pourrait alors permettre à des électrotechnologies associées au chauffage du bâtiment d'être plus rentables (i.e. en réduisant la puissance requise des équipements de chauffage).
- Les mesures sur la fenestration ne sont pratiquement pas applicables puisque les bâtiments agricoles ne possèdent que très peu de fenestration.
- Les mesures touchant l'infiltration, telles la pose de coupe-bise, le calfeutrage, l'installation de clapets sur les évacuations, etc., semblent difficilement applicables dans les bâtiments agricoles considérant qu'une intervention sur l'ensemble du bâtiment est requise pour obtenir un impact significatif dans la majorité des cas. De plus, la présence de ventilation mécanique impose souvent le niveau d'infiltration ou d'exfiltration dans le bâtiment. Ici encore, le secteur serricole se distingue et représente un segment où des interventions ciblées sur l'infiltration pourraient être rentables.
- L'efficacité des appareils à combustion est souvent une mesure importante pour les sources fossiles. Toutefois, plusieurs équipements de chauffage dans le secteur agricole sont à combustion directe (i.e. les gaz de combustion sont rejetés dans le bâtiment). De cette façon, le rendement de combustion a un impact beaucoup plus faible sur la consommation d'énergie. Un

désavantage de ce type d'équipements provient de l'humidité qu'ils rejettent dans le bâtiment et qui peut causer des besoins de ventilation supplémentaires (i.e. donc de réduire le rendement effectif de l'appareil).

- Le chauffage de l'air neuf offre habituellement un potentiel significatif d'économie d'énergie. Les mesures conventionnelles consistent à optimiser les heures d'opération, contrôler le niveau d'air neuf en fonction de la demande et utiliser un récupérateur de chaleur. Dans le secteur agricole, l'opération des ventilateurs est habituellement reliée à un thermostat entre-barré avec le chauffage. En période de chauffage, la ventilation est alors réduite à son niveau minimal. Les mesures sur la réduction des heures d'opération et de contrôle en fonction des paramètres d'ambiance sont donc largement répandues. Quant à la récupération de chaleur, celle-ci pourrait avoir un impact important mais est sujette à de nombreuses contraintes pratiques, dont :
 - L'emplacement des prises d'air neuf, lesquelles doivent être situées près des évacuations;
 - L'encrassement fréquent des systèmes de récupération, les bâtiments de ferme présentant des conditions propices à ce phénomène;
 - Le besoin d'entretien accru des récupérateurs, dû à l'encrassement, afin d'en conserver le rendement;
 - Le fait que les récupérateurs ne soient pas applicables aux systèmes de ventilation naturelle.
- Le secteur des serres présente ici encore une situation différente de la règle générale. Ces bâtiments utilisent souvent l'apport d'air neuf pour contrôler le taux d'humidité en plus de la température, ce qui se traduit pas une consommation de chauffage accrue. La récupération de chaleur sur l'air neuf peut alors être plus avantageuse d'autant plus que les problèmes liés à l'encrassement ne sont pas aussi importants pour cette mesure. Un tel système a été relevé lors de la revue de la littérature.

Enfin, il faut souligner que les gains internes attribuables aux animaux sont très importants dans plusieurs types d'exploitation, ce qui réduit les gains des mesures touchant le chauffage. Toutefois, ces gains de chaleur amènent également des besoins en déshumidification accrue qui contrebalancent en partie la réduction des charges de chauffage. Par exemple, une maternité type a environ 1 porcelet de 10 kg pour chaque pi^2 de superficie. Ce porcelet aura un dégagement de chaleur de 70 W. Pour une maternité type de 1000 porcelets, le gain interne sera de 70 kW, dont environ 60% à 70% en chaleur sensible et 30% à 40% en chaleur latente (humidité). Le calcul des gains unitaires des mesures touchant l'enveloppe

et la ventilation doit donc intégrer ces importants gains internes. Le handbook de l'ASHRAE (Fundamentals) fournit des valeurs typiques de gains internes pour différents types de production. Les valeurs varient d'approximativement 2 W/kg pour les gros animaux à plus de 12 W/kg pour les plus petits animaux (ex. poulets).

Il est à noter qu'un potentiel important a été évalué pour la géothermie bien que cette technologie soit à un stade de démonstration dans certains secteurs, dont les serres, et qu'elle n'ait pas définitivement démontré sa performance à long terme ou son applicabilité. Il faut aussi souligner que la géothermie n'est dans le PTÉ que si elle couvre la majorité des charges de chauffage du bâtiment et seulement selon son surcoût.

Tableau 28 : PTÉ du secteur agricole par mesure – Usage chauffage

Mesure	Nouveaux marchés GWh	Existant Remplacement en fin de vie GWh	Existant Remplacement en cours de vie GWh	Total GWh
Chauffage solaire de l'air neuf	0	0	0	1
Isolation du mur du fondation	0	0	1	1
Écrans thermiques (rétention de la chaleur près des cultures)	1	2	4	6
Géothermie	4	9	17	29
Récupération de chaleur de la ventilation des bâtiments	1	3	4	8
Isolation des murs extérieurs	0	0	1	1
Total	6	14	26	47

8.0 Impact en puissance du PTÉ

Une évaluation de l'impact en puissance des mesures qui composent le PTÉ a également été effectuée. Cette évaluation permet d'estimer l'impact de l'implantation complète du PTÉ sur la demande en pointe du réseau d'Hydro-Québec. Dans le cadre de l'analyse, la pointe est considérée comme survenant entre 16 :00 et 19 :00 à la mi-janvier.

Dans cette analyse, les mesures d'économies d'énergie sont modélisées à l'aide de simulations horaires tout en utilisant des horaires d'utilisation diversifiées servant à reproduire la diversité d'utilisation des appareils et équipements dans le parc. Cette procédure est appliquée tant dans le secteur résidentiel que dans le secteur commercial et institutionnel. Les résultats de l'analyse se traduisent en profils horaire d'appel de puissance pour les différents cas types utilisés à partir desquels il est possible d'obtenir l'impact pour une plage horaire déterminée, soit celle de la pointe du réseau. Cette analyse permet de tenir compte des effets croisés, des effets cumulatifs, de l'impact de la masse thermique et des conditions météorologiques.

Les résultats globaux de l'analyse sont présentés au tableau 29 pour le secteur résidentiel et au tableau 30 pour le secteur CI.

Tableau 29 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur résidentiel

Usage	Nouveaux	Existant	Existant	Total
	marchés	Remplacement	Remplacement	
	MW	en fin de vie	en cours de vie	MW
		MW	MW	
Chauffage	134	352	767	1253
Eau chaude	18	109	43	170
Climatisation	0	0	0	0
Électroménagers, produits électroniques	6	31	35	72
Piscines	0	0	0	0
Éclairage	6	127	11	144
Total	164	619	856	1640

Le tableau 29 démontre que la forte majorité de l'impact en puissance se retrouve au niveau de l'usage du chauffage. Cette constatation est entièrement attendue puisque les effets croisés limitent fortement l'impact en puissance des mesures sur les électroménagers, les produits électroniques et l'éclairage. Pour ces derniers cas, l'impact en puissance est principalement associé au parc des bâtiments non-TAE qui est beaucoup plus restreint. L'impact en puissance pour chacune des mesures se retrouvant dans le PTÉ est fourni en détail à l'annexe C.

Tableau 30 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – Secteur CI

Usage	Existant		Total MW	
	Nouveaux marchés MW	Remplacement en fin de vie MW		Remplacement en cours de vie MW
Chauffage	282	494	1199	1975
Eau chaude	5	16	20	41
Climatisation	7	3	7	17
Force motrice et autres	63	81	213	356
Éclairage	17	178	132	326
Total	374	772	1571	2716

Les résultats pour le secteur CI sont similaires à ceux du résidentiel avec l'impact en puissance des mesures de chauffage qui dominent largement. Toutefois, la portion attribuable à l'éclairage est plus importante, ce qui est attribuable à la plus faible proportion de bâtiments TAE dans ce secteur ainsi qu'aux effets croisés moins importants dans plusieurs types de bâtiments TAE.

L'analyse de l'impact en puissance du PTÉ agricole n'a pas été effectuée sur une base aussi détaillée que celle effectuée pour le résidentiel et le CI. Un estimé global de 130 MW a été évalué sur une base macro-analytique.

9.0 Conclusions

Une mise à jour du potentiel d'économie d'énergie pour les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel et agricole a été effectuée. Cette mise à jour a permis de considérer les nouveaux coûts évités d'Hydro-Québec, l'ajout de nouvelles mesures et la modification des hypothèses associées à plusieurs autres mesures. De plus, la mise à jour a également servi à raffiner la méthode d'évaluation du potentiel.

Dans le secteur résidentiel, le potentiel se retrouve principalement au niveau de l'usage « chauffage » puisque cet usage demeure dominant en terme de consommation pour ce secteur. Toutefois, le potentiel lié aux thermostats électroniques a été fortement réduit dû au taux d'adoption de cette mesure. Le potentiel se retrouve alors lié aux améliorations à l'enveloppe thermique des bâtiments qui contribuent à réduire la charge de chauffage du parc existant. Ce potentiel est important mais demeure beaucoup plus difficile à exploiter que celui des thermostats électroniques étant donné la complexité d'implantation des mesures et leurs coûts largement supérieurs. L'expérience d'Hydro-Québec tend à démontrer que les objectifs d'économie d'énergie liés aux mesures sur l'enveloppe sont beaucoup plus difficiles à atteindre car les coûts d'implantations et de suivi sont souvent plus grands que ceux escomptés [18]. L'exploitation de ce potentiel dans le marché existant repose donc en grande partie sur l'opportunité d'implanter la mesure au moment de travaux de rénovation majeure entrepris par les ménages.

D'autres mesures affichant un potentiel important sont plus précaires que les mesures d'enveloppes. Les réductions de température (jour et jour/nuit) présentent un grand potentiel mais celui-ci est fortement lié aux comportements des consommateurs et des effets d'effritement sont à prévoir.

Les mesures d'économie sur l'enveloppe visent la réduction de la charge de chauffage. D'autres mesures du potentiel en chauffage visent l'optimisation des systèmes de CVC, particulièrement les divers types de pompes à chaleur. Le potentiel de la géothermie, des pompes à chaleur à haut rendement et à climat froid est plus important qu'en 2005. Toutefois, ce potentiel demeure restreint à un segment de marché très précis, soit les habitations déjà dotés de systèmes de distribution centraux. Ces mesures ne sont généralement pas présentes dans le potentiel de l'important segment des résidences à plinthes électriques.

Les mesures globales d'amélioration énergétique sur la nouvelle construction, basées sur l'atteinte de performances minimales de ERS 80, 82 et 85, offrent un potentiel intéressant à long terme puisque les mesures sont toujours représentées à leur surcoût. De plus, ce potentiel persiste sur la durée de vie de l'habitation. L'avantage de l'approche de performance est d'offrir plusieurs options aux concepteurs des bâtiments afin d'atteindre la cible énergétique établie. L'évaluation

démontre que l'atteinte d'une performance au-delà de la cible estimée prévue pour la nouvelle réglementation, soit ERS 78, entre dans le potentiel.

Le potentiel associé à l'eau chaude sanitaire est fortement en hausse comparativement à l'évaluation de 2005. La principale mesure responsable de cette hausse est le chauffe-eau pompe à chaleur. Le potentiel de cet équipement est toutefois dépendant d'une réduction importante de coût, tel que prévu dans le cadre de l'étude réglementaire effectuée par US DOE. À court terme, ce potentiel n'est toutefois pas exploitable selon le coût utilisé dans l'analyse. Par ailleurs, le potentiel important associé à la récupération de chaleur des eaux grises est basé sur les coûts actuels de cette technologie.

Le potentiel associé à l'éclairage, aux électroménagers et aux produits électroniques a globalement été légèrement réduit comparativement à l'évaluation de 2005. L'impact de la réglementation sur l'éclairage et l'adoption de plus en plus répandue de produit qualifiés Energy Star® explique cette situation. L'utilisation de DEL pour l'éclairage intérieur entre pour la première fois dans le potentiel mais uniquement dû à l'utilisation d'un rendement prévu à moyen terme de 135 lm/Watt. À court terme, le potentiel demeure associé principalement à l'utilisation accrue de fluorescents compacts. Pour les électroménagers et produits électroniques, la réduction de l'utilisation des seconds appareils pour les congélateurs et réfrigérateurs demeure une mesure importante alors que l'adoption accrue de produits Energy Star®, spécifiquement pour les téléviseurs, présente un potentiel intéressant.

Dans le secteur commercial et institutionnel, la majorité des mesures du potentiel se retrouvent également en chauffage. La part la plus importante est associée à l'optimisation de l'opération des systèmes, tel le contrôle du temps de fonctionnement des équipements. La 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 mesures d'économies d'énergie ayant le coût unitaire le plus faible se retrouvent au niveau du contrôle de la ventilation et de l'air neuf. L'optimisation du volume d'air neuf admis dans un bâtiment, par l'utilisation d'une sonde de CO₂ par exemple, offre un potentiel particulièrement intéressant lorsque le niveau d'occupation est variable. À ces mesures de contrôle s'ajoute celle du recommissioning qui vise également l'opération des bâtiments, sans investissement majeur en équipements.

Du point de vue des équipements, la principale mesure d'économie d'énergie vise l'implantation de système géothermique. Le potentiel associé à cette mesure est très important mais n'incorpore toutefois pas de contraintes techniques quant à la

disponibilité du terrain requis pour la mise en place des puits. Cette contrainte pourrait réduire considérablement le potentiel réalisable associé à cette mesure. Une autre mesure de type équipement ayant un fort potentiel vise l'installation de récupérateurs de chaleur sur l'air évacué des bâtiments. La réglementation actuelle [14] 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 du système de chauffage 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 souvent plus difficile.

Les mesures globale d'amélioration énergétique sur la nouvelle construction offrent également un fort potentiel. Tout comme au secteur résidentiel, ces mesures sont basées sur une approche de type performance qui laisse aux concepteurs le loisir de sélectionner la manière selon laquelle la performance énergétique sera atteinte. Cette approche est largement rencontrée dans le secteur des bâtiments commerciaux, comme par exemple dans les conceptions LEED®. Pour la nouvelle construction, comme les mesures sont toujours évaluées avec le surcoût, leur implantation est toujours plus avantageuse et permet ainsi de maximiser le potentiel.

L'éclairage

Le portrait du potentiel sur l'éclairage dans le secteur CI a fortement évolué depuis 2005. La réglementation sur les lampes fluorescentes linéaires et les lampes incandescentes a un impact important. Ces mesures sont toutefois remplacées par l'utilisation de systèmes d'éclairage encore plus efficace, dont les ensembles lampes/ballast de type T8 à plus faible puissance pour l'éclairage général et l'utilisation de DEL dans diverses autres applications. Dans le premier cas, le potentiel est exploitable dès maintenant. Dans le cas des DEL, une réduction de coût pour un marché mature et une hausse du rendement des lampes sont considérées. Il en découle que le potentiel des DEL ne sera présent que lorsque ces conditions seront rencontrées.

La force motrice

Le potentiel de cet usage est en forte hausse dû à l'ajout d'une mesure visant les transformateurs à sec à haut rendement. Une part significative de ces appareils offrent un potentiel intéressant car leur rendement est inférieur aux exigences de la réglementation canadienne. Toutefois, la durée de vie très longue des appareils rend plus difficile l'exploitation de ce potentiel dans le marché existant étant donné la rentabilité réduite du point de vue du client. Par ailleurs, les mesures sur le recommissioning des bâtiments non-TAE et celles sur la nouvelle construction des bâtiments non-TAE se retrouvent également associées à cet usage. Dans ces deux

cas, il est à noter que les économies d'énergie touchent en réalité plusieurs usages, dont l'éclairage, la climatisation et l'eau chaude.

Enfin, la mise à jour du potentiel technico-économique du secteur agricole a surtout permis de mettre à jour les coûts évités, les données de marchés et les taux d'adoption des mesures. La liste des mesures évaluées et leurs hypothèses énergétiques sont demeurés similaires à ceux de l'évaluation de 2005. Le portrait du potentiel est également demeuré similaire mais on peut noter une hausse surtout attribuable à la modification du profil des coûts évités qui a permis à la mesure sur la ventilation naturelle de se qualifier dans le potentiel dans un plus grand nombre de cas. On doit également noter que le secteur agricole se rapproche dans bien des aspects au secteur industriel lorsque la question d'économie d'énergie est considérée. Les exploitations agricoles sont souvent plus assujetties aux critères décisionnels industriels que résidentiels ou commerciaux :

- Les économies d'énergie sont d'abord évaluées en fonction de leur impact sur le procédé. Une mesure potentiellement néfaste sur l'élevage ou pour laquelle l'impact n'a pas encore été démontré, sera difficilement retenue.
- Les coûts énergétiques sont souvent faibles par rapport aux coûts totaux d'exploitation de la ferme, sauf dans certains segments. Les mesures d'économie d'énergie doivent donc être compétitives par rapport à d'autres types d'amélioration à l'exploitation lorsque des investissements sont requis.
- Des changements et/ou agrandissement à l'exploitation impose certaines contraintes sur la taille et le type d'équipements adoptés dans les exploitations.

La réticence à l'adoption de mesures d'efficacité énergétique peut donc être très élevée si un risque pour la production peut être perçu. Dans ce contexte, tout échec d'une implantation de mesure dans un cas particulier peut facilement avoir comme conséquence de rendre d'autres applications de la même mesure quasi-impossible dans un segment donné. Il faut donc que l'implantation d'une mesure innovatrice soit étroitement suivie et implantée de façon minutieuse afin d'éviter de créer des précédents négatifs pour la mesure.

De plus, les économies d'énergie électrique sont souvent faibles en comparaison des économies possibles sur d'autres sources d'énergie tel le carburant des équipements de ferme et le combustible pour le chauffage de l'air neuf, des bâtiments et, parfois, de l'eau chaude. Une approche d'efficacité énergétique ciblée uniquement sur l'électricité a beaucoup moins de chance d'être reçue favorablement comparativement à une approche globale ou l'électricité ne serait qu'un des postes d'économie d'énergie proposées.

Enfin, il est important de garder à l'esprit que les bâtiments sur lesquels les mesures sont appliquées abritent des animaux et que ceux-ci imposent des contraintes particulières à leur implantation. Par exemple, les modifications à l'éclairage doivent prendre en considération l'impact du spectre lumineux sur certains types d'élevage, tel la volaille. Dans bien des cas, une mesure d'efficacité énergétique pourra se traduire par une réduction de l'intensité énergétique de l'exploitation (ex. en terme de kWh/animal) mais non une réduction de la consommation totale de la ferme car le taux de production peut souvent s'accroître suite à l'implantation de certaines mesures

10.0 Bibliographie

1. Règlement sur l'efficacité énergétique d'appareils fonctionnant à l'électricité ou aux hydrocarbures, E-1.2., r.1., Gouvernement du Québec.
2. Guide to Canada's Energy Efficiency Regulations, <http://oee.nrcan.gc.ca/regulations/guide.cfm?attr=0>
3. Règlement du Canada sur l'efficacité énergétique pour les lampes fluorescentes et les lampes à incandescence, Ressources naturelles Canada
4. ÉnerGuide , 5 brochures, Ressources naturelles Canada, 2010
5. Partie II - Exigences techniques visant les matériels consommateurs d'énergie , Règlement sur l'efficacité énergétique, Document internet, [http :// reglement.nrcan.gc. ca/part02f.htm](http://reglement.nrcan.gc.ca/part02f.htm), novembre 1998.
6. Évaluation du potentiel technico-économique de la télégestion dédiée à la clientèle d'affaires, Rapport technique, Technosim, mars 1998.
7. Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality - an American National Standard, ASHRAE 62, American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers inc.
8. Le Marché du Chauffage et le Potentiel du Bois Comme Source d'Énergie d'appoint, Opinion Impact, décembre 1997.
9. Estimation de l'Importance du Bois dans le Chauffage Résidentiel et Mesure de l'Efficacité de cette Source d'Énergie, Victor Tremblay 133, août 1997.
10. Validation et documentation du gain unitaire des différentes mesures d'économie - Marché résidentiel, Volume 1 et 2, Industrie Information, CRIQ, juillet 1992.
11. Simulation d'améliorations énergétiques à l'enveloppe thermique de résidences typiques unifamiliales et multifamiliales, Rapport technique, CRIQ, Ingénierie des bois, novembre 1992.
12. 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
13. Evaluation of DSM Programs in the Residential Markets, Volume 1, 62 Report No. 7922-R8, July 1994.
14. Règlement sur l'économie d'énergie dans les nouveaux bâtiments ", E-1.1, r.1., Gouvernement du Québec
15. Demand - Side Management - Technical Potential for New Brunswick Power , Xenergy Inc., Burlington, Mass., July 1990.
16. ACT Stockton Residential Site EEM Impact Analysis , Eley Associates, 1996
17. 2007 Survey of Household Energy Use - Detailed Statistical Report , Ressources naturelles Canada, Office de l'efficacité énergétique, 2000
18. Rapport PAQUET, Dumont, É., Millette, J., LTEE, J-0708-01-101-063
19. Mémoire et preuve écrite - Plan global en efficacité énergétique de la SCGM , Regroupement des organismes environnementaux en énergie, 24 août 2000

20. Advanced Customer Technology Test for Maximum Energy Efficiency (ACT2) Project : The Final Report , Brohard, G.J. et al., Pacific Gas and Electric Company
21. « 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
22. Vintage Stock Modelling of Domestic Appliances: Dealing With Uncertainties, Christopher Riedy, Institute for Sustainable Futures, University of Technology, Sydney, NSW, Australia, Paper presented at 3rd International Conference on Energy Efficiency of Domestic Appliances and Lighting, Turin, Italy, 1-3 October 2003.
23. Appliance Stock Modelling: Modelling approach, Kevin Lane, This document is a background paper for Lower Carbon Futures, April 2000
24. U.S. Building-Sector Energy Efficiency Potential, Rich Brown, Sam Borgeson, Jon Koomey, Peter Biermayer, ENVIRONMENTAL ENERGY TECHNOLOGIES DIVISION, Ernest Orlando Lawrence Berkeley National Laboratory, LBNL-1096E, September 2008
25. BC Hydro Conservation Potential Review 2002 Commercial Sector Report, Submitted to: BC Hydro, Prepared by: Marbek Resource Consultants, June 2003
26. Potentiel technico-économique (PTÉ) d'économies d'énergie au marché résidentiel, mise à jour 2004, 16 juin 2005
27. Nova Scotia Street Lighting, Light Savers, Toronto Atmospheric Fund, www.lightsavers.ca
28. Mesopic Street Lighting Demonstration and Evaluation, Final Report, Groton Utilities, January 2008
29. Statistiques principales des secteurs agricoles, Québec, 2004-2007, www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/md/filieres/
30. Étude sur les habitudes et comportements des clients résidentiels envers l'efficacité énergétique, Édition 2010, Saine Marketing, Hydro-Québec, Septembre 2010
31. Des tapis chauffants pour le confort des porcelets, Hydro-Québec, 2004G767F2M, 2004
32. Énergies alternatives durables en milieu agricole, UPA/Hydro-Québec/CDAQ Mars 2008
33. Audit énergétique sommaire en aviculture, CRAAQ
34. Audit énergétique sommaire en production laitière, CRAAQ
35. Audit énergétique sommaire en production porcine, CRAAQ
36. L'efficacité énergétique dans le secteur des grandes cultures, UPA/Hydro-Québec/CDAQ, 2008
37. Documentation des innovations technologiques visant l'efficacité énergétique et l'utilisation de sources d'énergie alternatives durables en agriculture, Rapport no. 2, AGÉCO, Décembre 2006
38. L'efficacité énergétique dans le secteur laitier, Mars 2008
39. L'efficacité énergétique dans le secteur porcin, Mars 2008

40. L'efficacité énergétique dans le secteur serricole, Mars 2008
41. Étude auprès des producteurs laitiers du Québec, Hydro-Québec, 20 septembre 2006
42. Profil de consommation d'énergie à la ferme dans six des principaux secteurs de production agricole au Québec, rapport no 1, AGÉCO, Décembre 2006
43. Dispositifs économiseurs d'énergie pour machines de réfrigération de denrées non périssables Unité Conception Efficacité énergétique, 11 décembre 2008
44. Measurement of Domestic Hot Water Consumption in Dwellings, Energy Saving Trust, Defra, 2008
45. COOL APPLIANCES, Policy Strategies for Energy-Efficient Homes, OECD/IEA, 2003
46. Ductless Heat Pump Market Research and Analysis, prepared by NAHB Research Center, Northwest Energy Efficiency Alliance, June 2008
47. Buying a PHOTOVOLTAIC SOLAR ELECTRIC SYSTEM A Consumer Guide 2003 Edition, California Energy Commission, P500-01-014F, March 2003
48. AWEA Small Wind Turbine Global Market Study, American Wind Energy Association, 2008
49. Performance Study of Swimming Pool Heaters, Roger J. McDonald, Brookhaven National Laboratory, BNL-93715-2009-IR, Janvier 2009
50. Heat Pump Water Heater Technology: Experiences of Residential Consumers and Utilities, Oak Ridge National Laboratory, ORNL/TM-2004/81, Juin 2004
51. Analysis of the Potential for Energy Efficiency Measures for Domestic Swimming Pool and Spa Pool Equipment, Prepared for the National Appliance and Equipment Energy Efficiency Committee (NAEEEC) and the Australian Greenhouse Office, George Wilkenfeld and Associates Pty Ltd, Septembre 2004
52. Potentiel d'économie d'énergie associé à l'étanchéité à l'air des clapets antiretour de divers appareils domestiques, LTEE 95-054, Spet. 1995
53. Acadia™ Heat Pump, Product & Technology Review, PTR #19, Product & Technology Reviews (PTR) are developed for Northwest electric utilities. EnergyIdeas Clearinghouse engineers, December 2007
54. AHRI Certified of Products Rating, Reference number 4251801, December 2010
55. European and Canadian non-HVAC Electric and DHW Load Profiles for Use in Simulating the Performance of Residential Cogeneration System, Annex 42, IEA, ISBN 978-0-662-46221-7, 2007
56. APPENDIX B BENCHMARKS USED IN CONSERVATION PLANNING, USEPA Water Conservation Plan Guidelines Appendix B
57. Avis technique : Impact du règlement fédéral de 2012 sur les programmes d'efficacité énergétique Volet éclairage - marché résidentiel, Hydro-Québec, 2010
58. Le bilan démographique du Québec Édition 2009, Gouvernement du Québec, Institut de la statistique du Québec, 2009, ISBN : 978-2-550-57737-9 (PDF)
59. Energy Consumption of Major Household Appliances Shipped in Canada, Summary Report, Natural Resources Canada, December 2008, ISBN 978-1-100-11226-8

60. Residential Heat Pump Water Heaters Energy-Saving Alternative for Home Hot Water, Federal Technology Alert, FEMPProduced for the U.S. Department of Energy (DOE) by the Pacific Northwest Laboratory under contract DE-AC06-76RLO 1830, Sept. 1995
61. Residential Heat Pump Water Heaters, Energy Efficiency Factsheet, Washington State University, September 2008
62. Consumer Electronics Program Guide: Information on Voluntary Approaches for the Promotion of Energy Efficient Consumer Electronics Products and Practices, CONSORTIUM FOR ENERGY EFFICIENCY, 2008
63. Conservation and Outdoor Activities: Hot Tubs and Spas, New Market Hydro, Ontario
64. Lowering the Cost of Play - Improving the Energy Efficiency of Video Game Consoles, NRDC Issue Paper, November 2008
65. Domestic Water Heating and Water Heater Energy Consumption in Canada C. Aguilar, D.J. White, and David L. Ryan, CBEEDAC, April 2005, CBEEDAC 2005-RP-02
66. ENERGY STAR® Program Requirements for Heat-Recovery Ventilators and Energy-Recovery Ventilators (H/ERVs) in Canada DRAFT 3.0 Version 1.0
67. Super Efficient Home Appliances Initiative Dishwasher Specification Effective, CEE, August 11, 2009
68. Smart Plug Strips: Draft Report, Ecos, 1199 Main Avenue #242, Durango, CO 81301, July 22, 2009
69. Spas and hot tubs, BC Hydro Power Smart, February 2008
70. Faucet Aerator - Water saving bathroom and kitchen aerators, <http://www.lower-my-energybill.com/faucet-aerator.html>
71. Avis technique Impact du règlement fédéral de 2012 sur les programmes d'efficacité énergétique, Volet éclairage - marché résidentiel, Hydro-Québec, Novembre 2010
72. WATER-SAVING FAUCETS AND AERATORS, Orange Water and Sewer Authority
73. Bathroom Sink Faucets & Accessories, US EPA, http://www.epa.gov/WaterSense/products/bathroom_sink_faucets.html
74. ENERGY STAR Qualified Vending Machines Combat High Energy Costs in Utah Schools, Energy Star
75. Heat Recovery from Wastewater using a Gravity-Film Heat Exchanger Federal Energy Management Program, J. J. Tomlinson, Energy Division Oak Ridge National Laboratory
76. Utilisation de l'électricité par la clientèle commerciale et institutionnelle, Édition 2010, Hydro-Québec, 18 juin 2010
77. ENERGY STAR® Program Requirements for Televisions, Partner Commitments, Versions 4.0 and 5.0
78. Profil et Performance de la restauration québécoise, Édition 2010, Association des restaurateurs du Québec
79. Évolution du nombre des principaux permis, licences et attestations, Régie des alcools, des courses et des jeux, 2010
80. What goes into an Energy-Efficient Spa or Hot Tub?, Hot Tubs Fact Sheet,

- Energy Services, Western Area Power Administration, 2009
81. Energy Savings Potential of Light Emitting Diodes in General Illumination Applications 2010 to 2020, Prepared for: Office of Energy Efficiency, July 2009
 82. Étude sur les pompes de piscines, Hydro-Québec, Septembre 2010, Senergis Recherche Marketing
 83. Bilan d'opération de systèmes solaires thermiques au LTE, Infobec, Volume 35, Numéro 1, Février 2011
 84. Potentiel technico-économique (PTÉ) d'économies d'énergie au marché CI , mise à jour 2004, 16 juin 2005
 85. Residential Appliance Data, Assumptions and Methodology for End-Use Forecasting with EPRI-REEPS 2.1 Roland J. Hwang, Francis X. Johnson, Richard E. Brown, James W. Hanford, and Jonathan G. Koomey, Energy and Environment Division Lawrence Berkeley Laboratory, Berkeley, CA 94720 May 1994
 86. Vermont Electric Energy Efficiency Potential Study, Final Report, January 2007 Prepared for the Vermont Department of Public Service
 87. Mise à jour du potentiel technico-économique d'amélioration de l'efficacité énergétique au Québec, Marché agricole, Hydro-Québec, Octobre 2004
 88. The Effect of Efficiency Standards on Water Use and Water Heating Energy Use in the U.S.: A Detailed End-use Treatment, Jonathan G. Koomey, Camilla Dunham, and James D. Lutz, Energy Analysis Program Energy and Environment Division, Lawrence Berkeley Laboratory, LBL-35475 UC-000
 89. The impact of ECM furnace motors on natural gas use and overall energy use during the heating season of CCHT research facility, Gusdorf, J.; Swinton, M.C.; Entchev, E.; Simpson, C.; Castellan, B., Canadian Centre for Housing Technology, NRCC-38443
 90. Le Québec chiffres en main Édition 2010, INSTITUT DE LA STATISTIQUE DU QUÉBEC, Mars 2010, ISBN 978-2-551-23936-8
 91. Proposal Information Template for: Pool and Spa Measure Revisions, Submitted to: California Energy Commission, In consideration for the 2008 Rulemaking Proceeding on Appliance Efficiency Regulations, Docket number 07-AAER-3
 92. CEE SUPER-EFFICIENT HOME APPLIANCES INITIATIVE High-efficiency specifications for REFRIGERATORS, Effective Jan. 1, 2007
 93. CEE High-Efficiency Specification Central Air Conditioners and Air Source Heat Pumps, Effective January 1, 2009
 94. Residential Solar Pool Heating Systems: A Buyer's Guide, Prepared for Natural Resources Canada with the assistance of Taylor Munro Energy Systems Inc., Delta, British Columbia, Cat. No.: M92-223/2001E, ISBN 0-662-30665-1
 95. CEE SUPER EFFICIENT HOME APPLIANCES INITIATIVE High efficiency specifications for residential clothes washers, Effective January 1, 2007
 96. CEE SUPER-EFFICIENT HOME APPLIANCES INITIATIVE High-efficiency specifications for ROOM AIR CONDITIONERS, Effective January 1, 2003
 97. Market Potential for Energy Efficient Residential Clothes Dryers in North America Including Cost-effectiveness Analysis for Energy Efficiency Program

- Providers Version 2.0, June, 2010, SEDI Market Report v 2.0
98. Dynamic Modelling of Household Appliance Stocks for Assessing Load Management Introduction Strategies, Semester Thesis, PSL1009, EEH, 2010
 99. Studying Showerhead Replacement in Residential MultiFamily Buildings Summary Report, March 2009, Aaron Boulton-Chaykowski, City of Calgary, Water Resources
 100. Guide d'achat pour petites éoliennes Modèles autonomes, résidentiels, pour fermes et pour petites entreprises, réalisé par l'Institut Pembina et par eFormative Options, LLC avec l'aide financière de l'Association canadienne de l'énergie éolienne.
 101. Solar Water Heating Systems: A Buyer's Guide, Prepared for Natural Resources Canada with the assistance of Michael Noble, EnerWorks, London, Ontario, ISBN 0-662-28486-0
 102. Report on the Environmental Benefits and Costs of Green Roof Technology for the City of Toronto, Prepared For City of Toronto and Ontario Centres of Excellence – Earth and Environmental Technologies (OCE-ETech), Prepared By Ryerson University, October 31, 2005
 103. Utilisation de l'électricité dans le marché résidentiel, Édition 2010, Ad hoc recherche, Présenté à Hydro-Québec Distribution, Septembre 2010
 104. ENERGY STAR® Program Requirements for Computers, Version 5.0
 105. High Efficiency Water Heaters, Provide Hot Water for Less, Energy Star.

Annexe A

Définitions et concepts généraux

Tableau A.1 : Définition des effets de distorsion

Effets de distorsion	Définition
Effets techniques	
Effet croisé	Impact énergétique généré par l'implantation d'une mesure d'efficacité énergétique sur la consommation d'équipements reliés à d'autres usages (autres usages que celle de la mesure), le plus souvent sur le chauffage et la climatisation.
Effet cumulatif	Impact sur les gains énergétiques qui résultent de l'implantation simultanée d'un ensemble de mesures visant généralement la même utilisation de l'énergie. L'effet cumulatif est présent lorsque l'impact total de l'application simultanée de toutes ces mesures est différent de la somme des économies individuelles des mesures.
Effets commerciaux	
Effet d'opportunisme	Gain énergétique qui aurait été généré même en l'absence des bénéfices offerts par un programme commercial. Ce gain est associé aux participants qui auraient de toute façon adopté la mesure recommandée par le programme. Le programme peut avoir pour effet de retarder ou devancer l'action du client.
Effet d'écrémage	Dans de nombreux cas, plusieurs mesures peuvent s'appliquer au même marché. Ce marché peut alors être réparti entre plusieurs mesures concurrentes.
Effet de bénévolat	Gain énergétique associé aux clients qui adoptent une mesure d'efficacité énergétique par un programme sans réclamer les bénéfices offerts aux participants. Ce gain demeure attribuable à la présence du programme.
Effet d'entraînement	Gain énergétique attribuable à l'adoption de mesures d'efficacité énergétique autres que celles promues dans le cadre d'un programme ou après que le programme soit terminé.
Effets temporels	
Effet d'effritement	Réduction graduelle des gains énergétiques suite à l'abandon d'une mesure avant la fin prévue de sa vie utile. Cette diminution dépend du comportement du client ou de la désuétude prématurée d'une mesure.
Effet de renouvellement	Gain énergétique qui résulte du renouvellement ou du remplacement d'une mesure après la fin de sa vie utile prévue. Une mesure de remplacement ou de renouvellement doit, au moins, générer les mêmes économies d'énergie que la mesure remplacée. Lorsque la nouvelle mesure a une performance énergétique inférieure à la mesure remplacée, on considère qu'il y a non-renouvellement de la mesure.

Concepts généraux

- 1- **Mesures d'efficacité énergétique** : Ensemble des actions qui permettent de réduire ou de contrôler la consommation d'énergie. La notion de mesures d'efficacité énergétique adoptée dans cette étude favorise toutes celles n'ayant pas un impact négatif sur le niveau de confort des consommateurs. Ces mesures incluent les comportements et habitudes efficaces, la conception efficace, l'acquisition ou le remplacement d'appareils ou d'accessoires et les mesures touchant l'enveloppe des bâtiments.
- 2- **Durée de vie** : Période de temps où un appareil, accessoire ou tout autre actif mobilier ou immobilier est en état de fonctionner ou de fournir le service pour lequel il est conçu. Cette notion s'applique principalement aux biens physiques. La durée de vie d'un comportement est difficilement évaluable puisqu'il est difficile de prévoir la persistance de l'action dans le temps.
- 3- **Économies tendanciennes** : Ces économies sont reliées à l'effet d'opportunisme. Elles représentent les économies d'énergie dues à l'évolution naturelle du marché sans l'intervention de programmes mais incluent l'effet des programmes passés.

Annexe B

Liste des mesures

La liste complète des mesures considérées dans l'évaluation du potentiel du secteur résidentiel est fournie aux tableaux B.1 à B.7.

Tableau B.1 : Liste des mesures visant le chauffage – Secteur résidentiel

Chauffage
Isolation des murs
Isolation des toits avec combles
Isolation des toits sans combles
Isolation des sous-sols
Fenêtres à haut rendement
Portes isolées
Réduction de l'infiltration
Optimisation du solaire passif
Pellicules de plastique aux fenêtres
Thermostat programmable - abaissement de nuit
Thermostat programmable - abaissement de jour et de nuit
Baisse manuelle de la température la nuit
Baisse manuelle de la température de jour et de nuit
Thermostat électronique
Pompe à chaleur air-air efficace
Pompe à chaleur géothermique
Pompe à chaleur à climat froid
Moteur de ventilateur de fournaise ECM
VRC au lieu d'échangeur d'air
Chauffage radiant (à eau)
Rideaux thermiques
Écran radiatif (système à eau chaude)
Chauffage à granule (appoint et principal)
Isolation de planchers exposés
Thermopompes air-air sans conduits
Ventilateur de salle de bain - ventilateur efficace
Mesures d'ensemble pour la nouvelle construction
Pompe à chaleur mural bi-bloc
VRC efficace vs VRC standard
Capteur Solaire

Tableau B.2 : Liste des mesures visant l'éclairage – Secteur résidentiel

Éclairage
FC pour l'intérieur
FC pour l'extérieur
DEL en remplacement des FC
DEL en remplacement des halogènes
FC de type PAR
Minuterie pour extérieur
Détecteur de mouvement intérieur
Halogène IR intérieur
Détecteur de mouvement extérieur
Réduction des heures - intérieur (comportement)
Éclairage des fêtes basse puissance – extérieur
Éclairage des fêtes DEL - extérieur
Éclairage des fêtes DEL – intérieur
Lampes torchères FC

Tableau B.3 : Liste des mesures visant la climatisation – Secteur résidentiel

Climatisation
Climatiseur à haut rendement
Arrêt de la climatisation durant les absences
Réduction des gains solaires (actif et aménagement)
Occultation végétale
Toiture végétale
Traitement réfléchissant
Vénitiennes intercalaires
Volet mécanique
Auvents (installation estivale)
Brise soleil fixe
Cheminée solaire
Couleur des murs/revêtement
Masse thermique accrue extérieur

Tableau B.4 : Liste des mesures visant les électroménagers / produits électroniques – Secteur résidentiel

Électroménagers
Réfrigérateur Energy Star
Congélateur Energy Star
Laveuse Energy Star
Lave-vaisselle Energy Star
Lave-vaisselle super efficace
Téléviseur Energy Star
DVD Energy Star
Refroidisseur d'eau Energy Star
Ordinateur Energy Star
Imprimante Energy Star
Cuisinière efficace
Sécheuse efficace
Utilisation accrue de la corde à linge
Barre d'alimentation
Cellier à haut rendement
Cuisinière à induction
Décodeur ES
Sécheuses PAC
Arrêt du décodeur en période d'inutilisation
Cycle économiseur du lave-vaisselle
Minuterie pour chauffe-moteur
Élimination et recyclage des seconds réfrigérateurs
Élimination et recyclages des seconds congélateurs

Tableau B.5 : Liste des mesures visant l'eau chaude – Secteur résidentiel

Eau chaude
Chauffe-eau solaire
Chauffe-eau à haut rendement (isolation)
Couverture pour chauffe-eau
Lavage à l'eau froide
Pomme de douche à débit réduit 1,5 gpm
Aérateur de robinet à très faible débit 0,5 gpm
Récupérateur de chaleur des eaux grises
Chauffe-eau de type pompe à chaleur

Tableau B.6 : Liste des mesures visant les piscines et spas – Secteur résidentiel

Piscines & Spa
Minuterie pour moteur de filtre
Moteur de filtre à deux vitesses
Pompe à chaleur au lieu de chauffage électrique
Chauffe-piscine solaire au lieu de pompe à chaleur
Chauffe-piscine solaire au lieu d'électrique
Utilisation de la toile solaire sur piscine chauffée PAC
Utilisation de la toile solaire sur piscine chauffée électrique
Spa - isolation accrue

Tableau B.7 : Autres mesures – Secteur résidentiel

Autres
Système photovoltaïque
Micro-éolien
Minuterie – chauffe-moteur
Déshumidificateur efficace
Toilettes à bas volume

La liste complète des mesures considérées dans l'évaluation du potentiel du secteur CI est fournie aux tableaux B.8 à B.13.

Tableau B.8 : Liste des mesures visant le chauffage – Secteur CI

Chauffage
Amélioration de l'isolation des murs
Amélioration de l'isolation des toits
Isolation des fondations
Bâtiments à haute performance pour la nouvelle construction
Amélioration à la fenestration
Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée
Réduction de l'infiltration au bâtiment
Installation de vestibules
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières
Réduction de la température des vestibules
Réduction de la température des escaliers de service
Récupération de chaleur sur l'air évacué (VRC)
Pompes à chaleur géothermique
Pompe à chaleur à climat froid
Biomasse
Murs solaires
Optimisation du niveau d'air neuf
Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation
Contrôle de l'apport d'air neuf en période d'inoccupation
Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction
Thermostats précis
Vanne de courant sur les serpentins électriques
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure
Hotte de cuisine avec récupération de chaleur
Hotte de cuisine à vitesse variable
Recommissioning
Récupération de chaleur des condenseurs des systèmes de réfrigération

Tableau B.9 : Liste des mesures visant la force motrice – Secteur CI

Force motrice
Pompe à haut rendement
Ventilateur à haut rendement
Entraînement à vitesse variable pour les pompes
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs
Conversion des systèmes à dérivation en volume variable avec EFV
Conversion des systèmes à volume constant en volume variable
Moteurs ECM (comptoirs réfrigérés)

Tableau B.10 : Liste des mesures visant l'éclairage – Secteur CI

Éclairage
Remplacement des lampes incandescentes par les fluorescents compacts (intérieur)
Remplacement des lampes incandescentes par les fluorescents compacts (extérieur)
Remplacement des lampes incandescentes par des DEL (intérieur)
Remplacement des lampes incandescentes par des DEL (extérieur)
Remplacement des lampes MR-16 par des DEL
Remplacement des lampes PAR38 par des DEL
Remplacement des lampes PAR30 par des DEL
Remplacement des lampes PAR20 par des DEL
Remplacement des lampes incandescentes par des halogènes IR
Remplacement des lampes incandescentes MR-16 par des halogènes IR
Remplacement des lampes incandescentes PAR38 par des halogènes IR
Remplacement des lampes incandescentes PAR30 par des halogènes IR
Remplacement des lampes incandescentes PAR20 par des halogènes IR
Remplacement des lampes incandescentes MR-16 par du Ceramic Metal Halides
Remplacement des lampes incandescentes PAR38 par du Ceramic Metal Halides
Remplacement des lampes incandescentes PAR30 par du Ceramic Metal Halides
Remplacement des lampes incandescentes PAR20 par du Ceramic Metal Halides
Remplacement des fluorescents 34 W par des T8 de 28 W avec ballast électronique
Remplacement des fluorescents 34 W par des T8 - faible facteur de ballast
Remplacement des fluorescents T8 par des T8 - faible facteur de ballast
Remplacement de T12-HO par du T5
Sonde d'éclairage naturel
Détecteurs de mouvement (DM)
Lampe sodium dans les stationnements
Remplacement HM par HM à démarrage assisté
Remplacement des lampes halogénure par de l'induction
Indicateurs de sortie de type DEL
Lettrage d'enseigne de type DEL
Éclairage général de type DEL (remplacement de T12 et T8)

Cellules haute efficacité pour l'éclairage public
Éclairage public de type DEL
Optimisation du temps d'éclairage (mesure douce, contrôle manuel)
Commande centralisée (intérieur)
Commande centralisée (enseigne extérieure)
Contrôle de l'éclairage des comptoirs réfrigérés
DEL dans les comptoirs réfrigérés

Tableau B.11 : Liste des mesures visant la force motrice – Secteur CI

Eau chaude
Isolation du système d'eau chaude domestique
Réduction du débit des robinets
Pomme de douche à très faible débit
Récupération de chaleur des eaux grises
Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique
Chauffe-eau PAC
Désurchauffeur
Eau chaude solaire

Tableau B.12 : Liste des mesures visant la force motrice – Secteur CI

Climatisation
Tour d'eau à ventilateur vitesse variable
Optimisation du contrôle de la tour d'eau
Refroidisseur d'eau à haute efficacité
Toit végétal et toit faible émissivité
Refroidissement gratuit à eau
Refroidissement gratuit à air
Unité de toit à haute efficacité
Optimisation de la température d'alimentation de l'air
Unités AC de fenêtre efficaces
Entretien des unités de toiture

Tableau B.13 : Autres mesures – Secteur CI

Autres
Appareils de cuisson à haute efficacité
Compresseurs de réfrigération à haut rendement
Optimisation du contrôle de l'humidité
Réfrigérateurs commerciaux autonomes à haut rendement
Équipements de bureaux efficaces
Serveurs à haut rendement
Transformateur d'ordinateur à haut rendement
Virtualisation
UPS à haut rendement
Comptoirs réfrigérés à haute efficacité
Utilisation d'une couverture pour couvrir la surface d'eau des piscines intérieures
Photovoltaïque
Contrôle de l'éclairage des comptoirs réfrigérés
Plafond à faible émissivité
Micro éolienne
Transformateur à sec à haut rendement
Pompe de saumure à vitesse variable
Contrôle du chauffage anti-condensation
Contrôle horaire de l'éclairage des comptoirs réfrigérés
Sous-refroidissement naturel pour système de réfrigération
Sous-refroidissement mécanique pour système de réfrigération

La liste complète des mesures considérées dans l'évaluation du potentiel du secteur agricole est fournie aux tableaux B.14 à B.20.

Tableau B.14 : Liste des mesures visant le chauffage – Secteur agricole

Chauffage
Chauffage solaire de l'air neuf
Chauffage localisé à infra-rouge
Écrans thermiques
Étanchéisation
Géothermie
Récupération de chaleur de la ventilation des bâtiments
Synchronisation ventilation / chauffage
Isolation des murs extérieurs
Isolation des toits
Isolation du mur de fondation

Tableau B.15 : Liste des mesures visant la réfrigération – Secteur agricole

Réfrigération, déshumidification et humidification
Sonde d'humidité meilleure précision
Récupération de la chaleur latente sur l'air neuf
Compresseur à haut rendement

Tableau B.16 : Liste des mesures visant l'éclairage – Secteur agricole

Éclairage
Optimisation du temps d'éclairage (incl. sonde d'occupation)
Remplacement des incandescents par des FC
Installation de ballasts et de lampes fluo à haute efficacité
Installation d'éclairage au sodium haute pression (extérieure)
Contrôle optimisé des lampes extérieures

Tableau B.17 : Liste des mesures visant l'eau chaude – Secteur agricole

Eau chaude sanitaire
Énergie solaire pour eau chaude
Récupération de chaleur du lait à l'aide d'échangeurs
Isolation des réservoirs d'eau chaude
Isolation de la tuyauterie d'eau chaude sanitaire

Tableau B.18 : Liste des mesures visant la force motrice – Secteur agricole

Force motrice (autre que ventilation)
Optimisation du temps de fonctionnement des pompes (chauffage)
Dimensionnement des moteurs
Entretien des courroies
Contrôle du fonctionnement des systèmes d'air comprimé
Utilisation de moteurs à haut rendement
Utilisation de moteurs ECM
Optimisation du système de pompage pour le drainage

Tableau B.19 : Liste des mesures visant les procédés – Secteur agricole

Procédés
Récupération de chaleur des systèmes de refroidissement
Refroidissement naturel de la citerne à lait
Optimisation des pompes à vide (taille)
Équipement de réfrigération à haut rendement
Améliorer entretien du système de réfrigération
Prérefroidissement naturel du lait (à eau).
Infrarouge halogène pour maternité
Séchage solaire
Tapis chauffant pour maternité

Tableau B.20 : Liste des mesures visant la ventilation – Secteur agricole

Ventilation
Ventilation naturelle au lieu de mécanique
Asservissement de la ventilation aux paramètres d'ambiance
Automatisation du contrôle des entrées d'air de ventilation
Optimisation de la taille des moteurs et ventilateurs
Entretien des entraînements
Installation de ventilation de plafond (HVLS)

Annexe C

Impact en puissance des mesures du PTÉ



Tableau D-1 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur résidentiel – usage Eau chaude

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Aérateur à très faible débit 0.5 gpm	1	5	18	24
Chauffe-eau PAC monobloc	0	0	0	0
Chauffe-eau PAC sur air évacué	1	5	6	11
Couverture de chauffe-eau	1	3	6	9
Lavage à l'eau froide	1	19	0	20
Pomme de douche à débit réduit 1.5 gpm	1	4	14	19
Récupérateur de chaleur des eaux grises	13	74	0	86
Total	18	109	43	170

Tableau D-2 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur résidentiel – usage Chauffage

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Amélioration de l'isolation des murs du sous-sol	2	10	38	50
Amélioration de l'isolation des murs	0	44	132	176
Amélioration de l'isolation des toits	0	134	368	502
Arrêt du ventilateur de fournaise	0	0	0	0
Baisse de la température des pièces	0	0	0	0
Clapet de sècheuse anti-retour	1	6	14	22
Écran radiatif	0	0	0	0
Fenêtres ES	0	23	4	27
Installer des contre-fenêtres/pellicules de plastique	0	0	13	13
Isolation des vides sanitaires chauffés	0	0	2	3
Nouvelle construction - ERS 80	74	0	0	74
Nouvelle construction - ERS 82	44	0	0	44
Nouvelle construction - ERS 85	7	0	0	7
Pompe à chaleur à climat froid	0	2	4	6
Pompe à chaleur à haut rendement	0	2	5	8
Pompe à chaleur bi-bloc	0	0	0	1
Pompe à chaleur géothermique	5	5	25	35
Reduction de l'infiltration	0	61	51	113
Remplacement des portes	0	1	5	6
Remplacement ventilateur par récupérateur de chaleur	0	29	6	35
Thermostat électronique	0	27	98	125
Utilisation de rideaux thermiques	0	0	0	0
VRC efficace (E-Star Tier 2) vs VRC standard	0	5	1	7
Total	134	352	767	1,253

Tableau D-3 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur résidentiel – usage Électroménagers et produits électroniques

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Déshumidificateur efficace	0	0	0	0
Minuterie reliée au chauffe-moteur	0	0	0	0
Arrêt du décodeur en période d'inutilisation	0	2	0	2
Congélateur Energy Star	0	0	0	0
Décodeur HD Energy Star Tier 2	1	5	0	5
Élimination et recyclage des seconds congélateurs	0	1	3	5
Élimination et recyclage des seconds réfrigérateurs	3	12	30	46
Imprimante Energy Star (Inkjet)	0	0	0	0
Laveuse Energy Star	0	0	0	0
Lave-vaisselle - cycle de séchage	0	3	0	3
Lave-vaisselle Energy Star	1	2	0	3
Ordinateur Energy Star	0	0	0	0
Réfrigérateur Energy Star	0	0	0	0
Refroidisseur d'eau Energy Star	0	0	0	1
Système audio - cinéma maison Energy Star	0	1	0	1
Téléviseur Energy Star	0	4	0	4
Toilette à bas volume (6 L)	0	1	1	2
Utilisation accrues de la corde à linge	0	0	0	0
Ventilateur de plafond Energy Star	0	0	0	0
Total	6	31	35	72

Tableau D-4 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur résidentiel – usage Éclairage

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Éclairage des fêtes DEL	2	20	6	28
DEL au lieu de fluorescent compact	1	9	0	10
DEL au lieu d'halogène	0	8	0	8
Fluorescent - éclairage extérieur	1	54	0	54
Fluorescent compact	2	35	1	38
Lampes torchères - fluorescent compact	0	2	3	5
Réduction des heures d'utilisation - éclairage intérieur	0	1	0	1
Total	6	127	11	144

Tableau D-5 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur CI – usage Eau chaude

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Pompe à chaleur pour l'eau chaude domestique	3	8	12	23
Réduction du débit des robinets	2	7	5	13
Récupération de chaleur des eaux grises	1	1	1	3
Isolation du système d'ECD	0	0	2	2
Récupération de la chaleur de désurchauffe de réfrigération	0	0	1	1
Pomme de douche à très faible débit	0	0	0	0
Total	5	16	20	41

Tableau D-6 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur CI – usage Chauffage

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Pompes à chaleur géothermique	5	107	449	562
LEED NC, 40%	242	0	0	242
Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation	0	2	7	9
Contrôle de l'air neuf selon la demande	0	131	186	317
Abaissement de la température du bâtiment en période inoccupée	0	0	0	0
Récupération de la chaleur de désurchauffe de réfrigération	8	37	59	104
Récupération de chaleur sur l'air évacué (VRC)	0	58	114	172
Hotte de cuisine à vitesse variable	0	16	69	85
Contrôle de l'apport d'air neuf en période d'inoccupation	0	5	9	14
Recommissioning	0	0	18	18
Amélioration de l'isolation des murs	2	9	59	70
Amélioration de l'isolation des toits	0	16	51	67
Biomasse	5	25	94	124
Installation de vestibules	0	2	23	25
Réduction de la température des vestibules	1	1	4	6
Optimisation de la température d'alimentation	0	5	16	22
Réduction de l'infiltration aux portes piétonnières	2	8	0	11
Transformation en système DAV	0	1	6	7
Réduction de l'infiltration aux portes de garage	7	32	0	39
Thermostats précis	1	9	4	15
Mur solaire	0	0	0	0
Fenêtres faible émissivité/argon	0	12	6	17
Optimisation du contrôle des hottes	3	6	7	15
Optimisation du contrôle de l'humidité	0	3	4	7
Ajustement de la température de la chaudière selon la température extérieure	0	2	5	8
Réduction de l'infiltration du bâtiment	1	1	2	4
Fenêtres en verre double sans film réfléchissant	0	3	1	4
Amélioration à la fenestration - double/low-e argon	0	2	2	4
Isolation des fondations	0	0	0	0
Pompe à chaleur à climat froid	0	0	0	1

Minimum LEED NC	3	0	0	3
Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction	0	1	1	3
Réduction de la température des escaliers de service	0	0	0	0
Abaissement permanent de la température	0	0	0	1
Vanne de courant sur les serpentins électriques	0	0	0	0
Total	282	494	1,199	1,975

Tableau D-7 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur CI – usage Climatisation

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Refroidissement à haut rendement	2	1	2	5
Refroidissement gratuit à eau	5	1	5	11
Contrôle de l'air neuf selon la demande	0	0	0	1
Tour d'eau efficace	0	1	0	1
Refroidissement gratuit à air	0	0	0	0
Amélioration de l'isolation des toits	0	0	0	0
Climatiseur haut rendement	0	0	0	0
Isolation des fondations	0	0	0	0
Ajout d'un module économiseur sur unité de toit	0	0	0	0
Amélioration de l'isolation des murs	0	0	0	0
Unité de toit à haute efficacité	0	0	0	0
Optimisation de la température d'alimentation	0	0	0	0
Total	7	3	7	17

**Tableau D-8 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur CI – usage
Éclairage**

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Remplacement des fluorescents 32W par des lampes à puissance réduite	0	68	13	81
Remplacement des fluorescents 34 W T12 par des super T8	0	15	14	29
Remplacement des fluorescents compacts par des DEL	0	1	0	1
Éclairage public de type DEL	2	38	1	41
Remplacement des ampoules incandescentes par des fluorescents compacts	0	0	43	43
Remplacement des fluorescents T8 par des super T8	0	1	1	2
Lettrage d'enseigne de type DEL	6	29	2	37
Réduction du temps d'éclairage	2	1	5	7
Détecteurs d'occupation	3	9	12	24
Indicateurs de sortie	0	0	10	10
Contrôle de l'éclairage des comptoirs	0	0	0	0
Lampe sodium dans stationnement	0	1	11	12
Lampe aux halogénures dans stationnement	0	1	8	10
Optimisation des niveaux d'éclairage - réduction du nombre de lampes	0	2	2	4
Fluorescent compact pour l'éclairage extérieur	1	5	0	7
Sonde d'éclairage naturel	0	0	0	0
Réduction de la densité de puissance d'éclairage des entrepôts réfrigérés	1	1	5	7
Halogénure à démarrage assisté	0	1	0	1
Utilisation de LED - éclairage d'enseigne (au pi.lin.)	1	1	1	3
T5 au lieu de HM	0	2	0	2
Optimisation du temps d'éclairage (mesure douce, contrôle manuel)	0	0	0	0
Induction au lieu du mercure	0	0	1	1
Remplacement des HM par du T5 au-dessus de la glace	0	0	2	2
Utilisation de LED de type MR-16	0	1	0	1
Induction au lieu de l'halogénure	0	0	1	1
Remplacement des lampes PAR38 par des DEL	0	0	0	0
Remplacement des lampes incandescentes PAR38 par du Ceramic Metal Halides	0	0	0	0
Total	17	178	132	326

**Tableau D-9 : Impact en puissance des mesures du PTÉ – secteur CI – usage
Force motrice et autres**

Mesure	Nouveaux marchés MW	Existant Remplacement en fin de vie MW	Existant Remplacement en cours de vie MW	Total MW
Transformateur à sec à haut rendement	5	15	82	102
Recommissioning	0	0	22	22
Entraînement à vitesse variable pour les pompes	0	11	25	36
Optimisation du temps de fonctionnement de la ventilation	0	0	0	1
LEED NC, 40%	48	0	0	48
Amélioration de l'efficacité du système de pompage	1	9	14	24
Amélioration de l'efficacité du système de ventilation	3	6	21	30
Entraînement à vitesse variable pour les ventilateurs	0	8	13	21
Transformateurs d'ordinateur à haut rendement	1	9	0	10
Comptoirs à haute efficacité	3	7	2	13
Compresseurs à haut rendement	0	7	5	13
Moteurs ECM - comptoirs réfrigérés	0	0	0	0
Réfrigérateurs commerciaux	0	0	0	0
Entretien des systèmes de ventilation	0	0	2	2
Plafond à basse émissivité	1	1	5	7
Contrôle - Machines distributrices	0	1	1	1
Contrôle de l'air neuf selon la demande	0	4	17	21
Contrôle du chauffage anti-condensation	0	0	0	0
Circuits de saumure à 4 passes	0	0	2	3
Récupération de chaleur pour autres usage	0	0	0	0
Équipements de bureaux efficaces	0	0	0	1
Réduction de 25% de la consommation des équipements de cuisson	1	1	0	2
Arrêt des pompes de saumure la nuit	0	0	0	0
Optimisation du contrôle des ventilateurs d'extraction	0	0	0	0
Minimum LEED NC	0	0	0	0
Réduction de la pression de refoulement des compresseurs	0	0	0	0
Déshumidificateur avec récupération	0	0	0	0
Total	63	81	213	356