

T. 450-414-4425

12515, Dr. Boniface Labonté,

Mirabel, QC. J7N 0E7



Consultants en énergie et en développement durable



**POTENTIELS TECHNICO-ÉCONOMIQUE ET COMMERCIAL MAXIMUM RÉALISABLE
D'ÉCONOMIES D'ÉNERGIE DE GAZ NATUREL POUR LA PÉRIODE 2018 À 2022**

À l'intention de Gaz Métro

18 février 2017

SOMMAIRE EXECUTIF

La présente évaluation visait à établir le potentiel technico-économique (PTÉ) et le potentiel commercial maximum réalisable (PCMR) d'économies d'énergie du gaz naturel pour la période 2018 à 2022.

L'évaluation du PTÉ pour la période de 2018 à 2022 atteindra 703,7 Mm³ pour l'ensemble des marchés, soit 12,6 % de la consommation totale. L'évaluation des économies d'énergie potentielles des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel a été réalisée par simulation logicielle de bâtiments types selon une approche microanalytique. Les mesures appliquées au secteur industriel ont été évaluées selon l'approche macroanalytique.

Le PCMR pour l'ensemble des marchés, évalué selon des hypothèses d'une aide financière couvrant 90 % des coûts des mesures efficaces et une mise en marché agressive des programmes, atteindrait 334,4 Mm³ d'économie de gaz naturel entre 2018 et 2022.

Le PCMR a été évalué en définissant des taux d'adoption par type de mesures du PTÉ en fonction des barrières propres à chacun des marchés. Le PCMR représente 47,5 % du PTÉ et 5,98 % de la consommation totale ou 1,20 % de la consommation, lorsqu'exprimé annuellement. Notons que le PCMR exprimé selon le pourcentage de la consommation annuelle totale obtenu dans la présente étude est à un niveau comparable aux plus récentes évaluations de PCMR en gaz naturel réalisées en Ontario et dans d'autres juridictions.

Les résultats du PTÉ et du PCMR sont présentés dans les tableaux suivants en fonction des marchés du Distributeur et également en fonction des différents secteurs.

PTÉ et PCMR selon les marchés (Mm ³)			
Marchés	Consommation	PTÉ	PCMR
Résidentiel	235	20,0	7,3
Affaires	2 591	338,8	172,8
VGE	2 768	344,9	154,3
Total	5 594	703,7	334,4

PTÉ et PCMR selon les vocations des bâtiments (Mm ³)			
Secteurs	Consommation	PTÉ	PCMR
Résidentiel			
Unifamilial, duplex et triplex (Résidentiel)	235	20,0	7,3
Locatif, 4 logements et plus (Affaires)	340	34,0	11,0
Total	575	54,0	18,3
Commercial et institutionnel			
CI (Affaires)	1 603	244,3	133,2
CI (VGE)	297	44,0	19,9
Total	1 899	288,3	153,1
Industriel			
Industriel (Affaires)	649	60,5	28,6
Industriel (VGE)	2 472	300,9	134,4
Total	3 120	361,4	163,0
Grand total	5 594	703,7	334,4

TABLE DES MATIÈRES

	LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES.....	6
	ABRÉVIATIONS UTILISÉES.....	8
1	INTRODUCTION.....	1
2	LES MARCHÉS DU DISTRIBUTEUR.....	2
2.1	Prévision de la demande	3
2.2	Segmentation des marchés pour fin d'évaluation du PTÉ	3
3	MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION.....	5
3.1	Définitions	5
3.2	Méthodologie d'évaluation du potentiel technico-économique	6
	3.2.1 <i>Évaluation de la rentabilité pour le Distributeur</i>	9
	3.2.2 <i>Types de mesures d'économies d'énergie considérées</i>	9
	3.2.3 <i>Données financières</i>	10
	3.2.4 <i>Tests de sensibilité</i>	11
	3.2.5 <i>Approches méthodologiques</i>	11
	3.2.6 <i>Paramètres d'évaluation considérés</i>	12
	3.2.7 <i>Substitution d'une source d'énergie vers une autre source d'énergie</i>	15
	3.2.8 <i>Limites</i>	15
3.3	Méthodologie d'évaluation du PCMR	16
	3.3.1 <i>Définition</i>	16
	3.3.2 <i>Méthode</i>	16
4	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL	19
4.1	Profil de consommation du secteur résidentiel	19
	4.1.1 <i>Profil de consommation pour 2018</i>	19
	4.1.2 <i>Nouvelles constructions</i>	20

4.2	Potentiel d'économies de gaz naturel.....	20
4.2.1	<i>Potentiel technico-économique entre 2018 et 2022</i>	21
4.2.2	<i>Description des mesures de chauffage</i>	22
4.2.3	<i>Description des mesures de chauffage de l'eau</i>	25
4.3	Analyse des résultats.....	27
4.3.1	<i>Le chauffage</i>	27
4.3.2	<i>Eau chaude et autres usages</i>	28
4.4	Analyse de sensibilité	28
5	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU SECTEUR COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL	30
5.1	Profil de consommation du secteur	30
5.2	Potentiel d'économies de gaz naturel entre 2018 et 2022	31
5.2.1	<i>Potentiel technico-économique</i>	32
5.2.2	<i>Description des mesures de chauffage</i>	33
5.3	Description des mesures de consommation de base.....	39
5.4	Analyse des résultats.....	41
5.4.1	<i>Le chauffage</i>	41
5.4.2	<i>L'eau chaude sanitaire et autres usages</i>	42
5.5	Analyse de sensibilité	42
6	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU SECTEUR INDUSTRIEL	44
6.1	Profil de consommation du secteur industriel.....	44
6.1.1	<i>Chauffage des bâtiments</i>	44
6.1.2	<i>Usages de base</i>	45
6.2	Potentiel d'économies de gaz naturel entre 2018 et 2022	46
6.2.1	<i>Potentiel technico-économique</i>	47
6.2.2	<i>Description sommaire des principales mesures</i>	50

6.3	Analyse des résultats.....	54
6.4	Analyse de sensibilité	54
7	ÉVALUATION DU PCMR	55
7.1	PTÉ selon les marchés et les secteurs.....	55
7.2	Potentiel commercial maximum réalisable entre 2018 et 2022.....	55
	7.2.1 <i>Les hypothèses</i>	55
	7.2.2 <i>Les résultats du PCMR</i>	56
	7.2.3 <i>Comparaison avec des programmes d'autres juridictions</i>	57
8	CONCLUSION.....	59
	ANNEXE I – MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE ÉCONOMIQUE	60
	ANNEXE II - LISTE DES MESURES - RÉSIDENTIEL.....	62
	ANNEXE III - LISTE DES MESURES - CI.....	68
	ANNEXE IV - LISTE DES MESURES - INDUSTRIEL.....	71
	ANNEXE V - BIBLIOGRAPHIE DES MESURES INDUSTRIELLES	89

LISTE DES TABLEAUX ET FIGURES

Tableau 1 : Distribution de la clientèle et de la consommation de gaz naturel selon les marchés du Distributeur à l'année de référence 2015.....	2
Figure 1 : Prévion de la demande de gaz naturel pour les années 2018 - 2022.....	3
Tableau 2 : Segmentations utilisées pour l'évaluation du potentiel technico-économique PTÉ pour la consommation 2018	4
Figure 2 : Portée des évaluations de potentiel énergétique	6
Figure 3 : Étapes de la méthodologie d'évaluation du potentiel technico-économique	8
Figure 4 : Méthode d'évaluation du PCMR.....	16
Tableau 3 : Barrières à l'adoption des mesures d'efficacité énergétique.....	17
Tableau 4 : Répartition des consommations du secteur résidentiel en 2018	19
Tableau 5 : Répartition des consommations par ménage en 2018.....	19
Tableau 6 : Principales mesures du PTÉ du secteur résidentiel.....	21
Tableau 7 : Répartition du PTÉ selon les types de mesures	22
Tableau 8 : Distribution par marché et par secteur	22
Tableau 9 : Résultats de l'analyse de sensibilité du PTÉ – 5 ans du secteur résidentiel	28
Tableau 10 : Clients et consommations des sous-secteurs du CI en 2018	30
Tableau 11 : Consommation des sous-secteurs du CI pour la période 2018	31
Tableau 12 : Principales mesures du PTÉ du secteur CI.....	32
Tableau 13 : Répartition du PTÉ du secteur CI selon les types de mesures	33
Tableau 14 : Distribution des économies du PTÉ dans le secteur CI	33
Tableau 15 : Résultats de l'analyse de sensibilité du PTÉ – 5 ans du secteur CI	42
Tableau 16 : Distribution des clients et des consommations du secteur industriel des marchés Affaires et VGE pour la période 2018	44
Tableau 17 : Principaux procédés consommateurs de gaz naturel.....	45
Tableau 18 : Principales mesures du PTÉ du secteur industriel du marché affaires	48
Tableau 19 : Principales mesures du PTÉ du secteur industriel du marché VGE	49
Figure 5 : Aspects touchés par les mesures d'efficacité énergétique	50

Tableau 20 : Résultats de l'analyse de sensibilité du PTÉ – 5 ans du secteur industriel.....	54
Tableau 21 : PTÉ selon les marchés et les secteurs	55
Tableau 22 : Ventilation du PTÉ et du PCMR par marché et par secteur	56
Figure 6 : Impacts du PTÉ et du PCMR	57
Tableau 23 : Comparaison du PCMR	58

ABRÉVIATIONS UTILISÉES

AFUE :	Annual fuel utilization efficiency (Efficacité d'utilisation annuelle du combustible)
CAH :	Changement d'air à l'heure (d'infiltration)
BNÉ :	Bénéfices non énergétiques
CI :	Commercial - institutionnel
CII :	Commercial - institutionnel - industriel
CUÉE:	Coût unitaire de la mesure d'économies d'énergie
ECD :	Eau chaude domestique
E _T :	Efficacité thermique
FE :	Facteur d'efficacité
gpm :	Gallon par minute
ISO :	International Standard Organization
kBtu/h :	Kilo - British Thermal Unit par heure
MAP :	Machine à papier
m ³ :	mètre cube
Mm ³ :	Million de mètres cubes
MÉE :	Mesures d'économies d'énergie
PCMR :	Potentiel commercial maximum réalisable
PGEÉ :	Plan global d'efficacité énergétique
PRI :	Période de récupération de l'investissement
PT :	Potentiel technique
PTÉ :	Potentiel technico-économique
RSI :	Résistance des isolants en système international
SCIAN :	Système de classification des industries de l'Amérique du Nord
SGE :	Système de gestion d'énergie
SIGE :	Système informatisé de gestion d'énergie
SMÉ :	Système de management de l'énergie
VRC :	Ventilateur récupérateur de chaleur
VRE :	Ventilateur récupérateur d'énergie

1 INTRODUCTION

Ce document présente les résultats de l'évaluation du potentiel technico-économique (PTÉ) et du potentiel commercial maximum réalisable (PCMR) du gaz naturel pour la période de 2018 à 2022.

Le chapitre 2 présente les marchés résidentiel, commercial, institutionnel et industriel visés par l'évaluation. On y décrit la segmentation utilisée pour l'estimation du PTÉ.

Le chapitre 3 explique la méthodologie utilisée pour réaliser cette étude. Une approche « microanalytique » basée sur la simulation de la consommation énergétique des bâtiments a été utilisée pour l'évaluation des PTÉ des secteurs résidentiel et CI. L'approche retenue pour le secteur industriel est de type « macroanalytique ».

L'approche « microanalytique » consiste à définir, pour chaque marché ou secteur de marché, un certain nombre de bâtiments types et à appliquer les mesures d'économies d'énergie sur ceux-ci à l'aide d'un logiciel de simulation. Par la suite, les économies réalisées sont extrapolées à l'ensemble du parc que représente ce bâtiment type. À l'opposé, l'approche « macroanalytique » consiste à distribuer la consommation sur un nombre d'appareils types ou sur un nombre d'usines types et d'y appliquer les mesures d'économies d'énergie.

La méthodologie d'évaluation du PCMR, faisant suite à l'évaluation du potentiel technico-économique, est présentée au chapitre 3. La méthode consiste à évaluer le taux d'adoption par les clients de chacune des mesures d'économies d'énergie et de comparer les résultats à ceux d'autres distributeurs ayant réalisé des études plus exhaustives sur cet aspect.

Les chapitres 4 à 6 sont respectivement consacrés à présenter les résultats de l'évaluation du PTÉ des secteurs résidentiel, CI et industriel. On y présente les profils de consommation, les mesures d'efficacité énergétique et les économies qu'elles génèrent et finalement une analyse des résultats.

Pour tous ces secteurs, le PTÉ est estimé distinctement par marché défini par Gaz Métro et par vocations de bâtiment. Cette double segmentation permet donc de considérer le PTÉ selon un point de vue des marchés et un point de vue des vocations de bâtiments.

Le chapitre 7 en présente d'ailleurs un sommaire de cette segmentation et l'évaluation du PCMR.

Le chapitre 8 tire la conclusion de l'évaluation du PTÉ et PCMR.

La méthodologie de l'analyse économique est contenue en annexe I. Les listes des mesures d'économies d'énergie des secteurs résidentiel, CI et industriel sont présentées respectivement aux annexes II à IV. La bibliographie concernant les mesures du secteur industriel se retrouve à l'annexe V.

2 LES MARCHÉS DU DISTRIBUTEUR

Gaz Métro, le Distributeur¹, desservait en 2015, 191 514 clients répartis dans les marchés Résidentiel, Affaires et VGE². La consommation annuelle normalisée s'élevait à 5 394,4 Mm³ de gaz naturel.

La période d'octobre 2014 à septembre 2015 (identifiée 2015) est l'année de référence normalisée qui est extrapolée pour les périodes 2018 à 2022 pour cette évaluation des potentiels technico-économique et commercial maximum réalisable d'économies de gaz naturel.

Le tableau qui suit présente la distribution de la clientèle dans les différents marchés et leur consommation de gaz naturel en 2015.

Tableau 1: Distribution de la clientèle et de la consommation de gaz naturel selon les marchés du Distributeur à l'année de référence 2015³.

Marchés	Nombre de clients	Consommation (Mm ³)	Part de la consommation
Résidentiel	130 159	232,4	4,3%
Affaires	60 971	2 265,4	42,0%
VGE	384	2 896,5	53,7%
Total	191 514	5 394,4	100,0%

Pour l'année de référence 2015, le marché Résidentiel comptait 130 159 clients pour une consommation de 232,4 Mm³, représentant 4,3 % de la part de la consommation totale.

Le marché Affaires comptait 60 971 clients pour une consommation de 2 265,4 m³. Ce secteur représentait 42,0 % de la part du gaz naturel consommé. Le marché Affaires regroupe de petits et moyens commerces, des industries et des institutions de même que de grands immeubles locatifs d'habitation.

Les 384 grands consommateurs du marché VGE, regroupant des entreprises et des institutions, consommaient 2 896,5 Mm³ de gaz naturel, soit 53,7 % du gaz naturel vendu par le Distributeur. L'utilisation non énergétique du gaz naturel, comme matière première, par exemple pour la fabrication de produits pétrochimiques, est exclue.

¹ Dans les textes qui suivent, le Distributeur signifie Gaz Métro.

² Source : données fournies par Gaz Métro.

³ Note : les écarts de sommation dans les tableaux proviennent de l'arrondissement des nombres

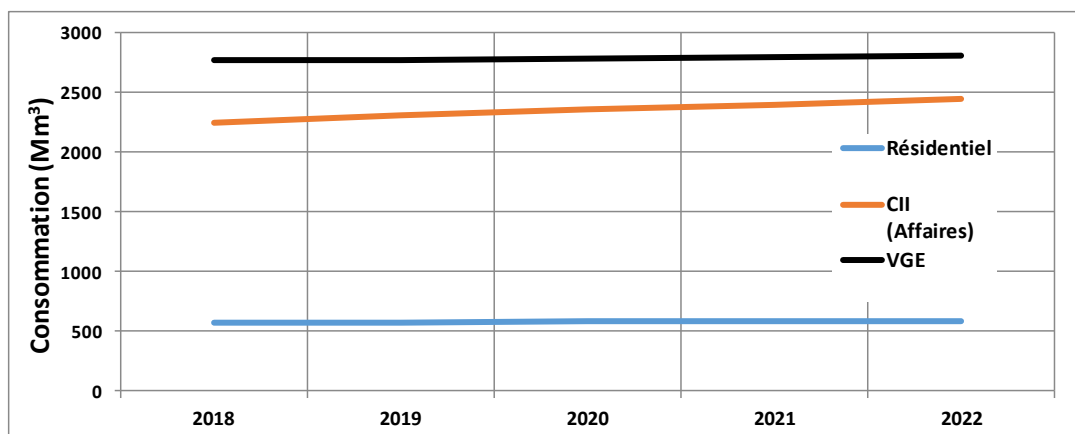
2.1 Prédiction de la demande

La prévision de la demande⁴ du gaz naturel pour l'ensemble des marchés connaîtra une croissance annuelle moyenne de 1,04 % entre les années 2014-2015 et 2021-2022, surtout attribuable au marché Affaires. Il s'agit d'une prévision excluant les impacts des programmes d'efficacité énergétique actuels du Distributeur qui se poursuivent au-delà de 2017.

Comme présenté à la figure suivante, la prévision de la demande varie d'un marché à l'autre pour la période 2018-2022. Le secteur résidentiel connaîtra une croissance moyenne de 0,23 % par année. À l'opposé, les secteurs commercial, institutionnel et industriel (CII) du Marché Affaires croîtront en moyenne de 1,9 % par année. Finalement, le marché VGE présentera une croissance moyenne de 0,32 % par année.

À noter que la consommation du secteur résidentiel présentée à la figure 1 inclut la consommation du secteur multilocatif résidentiel du marché Affaires, alors que celle-ci est exclue du marché Affaires identifié dans la figure par CII (Affaires).

Figure 1 : Prédiction de la demande de gaz naturel pour les années 2018 - 2022



2.2 Segmentation des marchés pour fin d'évaluation du PTÉ

L'évaluation du PTÉ et du PCMR est basée sur l'application de mesures d'efficacité énergétique sur des bâtiments et des usages de l'énergie en fonction de leurs vocations. Or, avec la segmentation du marché utilisée couramment par Gaz Métro, certaines vocations de bâtiments sont partagées entre plusieurs marchés du Distributeur.

Le marché Affaires regroupe des bâtiments multilocatifs (4 logements et plus), des bâtiments commerciaux et institutionnels et finalement des industries.

⁴ Pour les fins de calculs de la prévision de demande, les données du dossier tarifaire 2017 ont été utilisées.

Le marché VGE regroupe également des bâtiments commerciaux et institutionnels et des industries comme montrés au tableau 2. Toutefois, la clientèle VGE doit consommer annuellement au minimum 1 Mm³.

Pour des fins de cohérence d'évaluation du PTÉ et du PCMR, les marchés ont été segmentés selon les vocations des bâtiments pour l'année de référence 2015 et le nombre de clients et leurs consommations extrapolés à l'année 2018 :

- le secteur résidentiel incluant le secteur multilocatif du marché Affaires totalise 138 877 clients résidentiels pour une consommation totale de 574,5 Mm³ ;
- le secteur commercial et institutionnel (CI) comptant 51 290 clients partagés en 51 151 clients dans le marché Affaires et 139 clients dans le marché VGE pour une consommation totale de 1 899,2 Mm³ ;
- un secteur industriel (PMI) du marché Affaires regroupant l'agriculture, la forêt, les mines pour 8 286 clients consommant 648,7 Mm³ et finalement ;
- un secteur industriel comptant 244 grandes industries du marché VGE (GI) consommant 2 746,1 Mm³. La consommation de gaz naturel par le secteur industriel du marché VGE à des fins de matière première a été exclue.

Le tableau qui suit présente cette double segmentation.

Notez que l'évaluation du PTÉ est présentée aux chapitres 4 à 6 et celle du PCMR au chapitre 7 selon la segmentation des marchés du Distributeur et également, selon la segmentation des vocations des bâtiments.

Tableau 2 : Segmentations utilisées pour l'évaluation du potentiel technico-économique PTÉ pour la consommation 2018

Segmentation selon le marché du Distributeur			Segmentation selon la vocation des bâtiments		
Marché	Nombre de clients	Consommation (Mm ³)	Nombre de clients	Consommation (Mm ³)	Segmentation
Résidentiel	131 474	234,8	131 474	234,8	Résidentiel (1 à 3 logements)
Affaires	66 839	2 591,2	7 403	339,7	Locatif résidentiel (4 logements et plus)
			8 286	648,7	PME (agriculture, forêt, construction et ...)
Marché VGE	383	2 768,1	51 151	1 602,7	Bâtiments commerciaux et institutionnel
			139	296,5	Bâtiments commerciaux et institutionnel
Total	198 697	5 594,0	244	2 471,6	Agriculture, mines et industries
			198 697	5 594,0	

Résidentiel
138 877 clients
574,4 Mm³

Industriel (PME)
8 286 clients
648,7 Mm³

CI
51 290 clients
1 899,2 Mm³

Industriel (GI)
244 clients
2 471,6 Mm³

3 MÉTHODOLOGIES D'ÉVALUATION

Ce chapitre présente les méthodologies utilisées pour estimer le PTÉ et le PCMR d'économies de gaz naturel pour les secteurs résidentiel, CI et industriel du Distributeur pour la période 2018 et 2022.

Les méthodologies d'évaluation s'inspirent des meilleures pratiques du *Guide for Conducting Energy Efficiency Potential Studies - EPA – 2007*⁵. Ces méthodologies sont également celles qui ont été utilisées pour l'évaluation du PTÉ d'économies de gaz naturel pour le compte du Distributeur depuis 2007.

La méthodologie d'évaluation du PTÉ est présentée à la section 3.2 alors que celle d'évaluation du PCMR est discutée à la section 3.3.

3.1 Définitions

Les définitions des différentes notions de potentiel d'efficacité énergétique sont présentées ici.

Le **potentiel technique** représente les économies techniquement réalisables nonobstant les coûts, les barrières d'adoption et de marché et autres contraintes ;

Le **potentiel technico-économique** (PTÉ) est la part du potentiel technique dont les coûts d'implantation et d'exploitation des économies sont inférieurs aux coûts évités du Distributeur et ceci nonobstant les barrières d'adoption et de marché et les coûts des programmes. Les économies qui se réalisent naturellement grâce à l'amélioration de la technologie ou « tendancielle » sont exclues du PTÉ ;

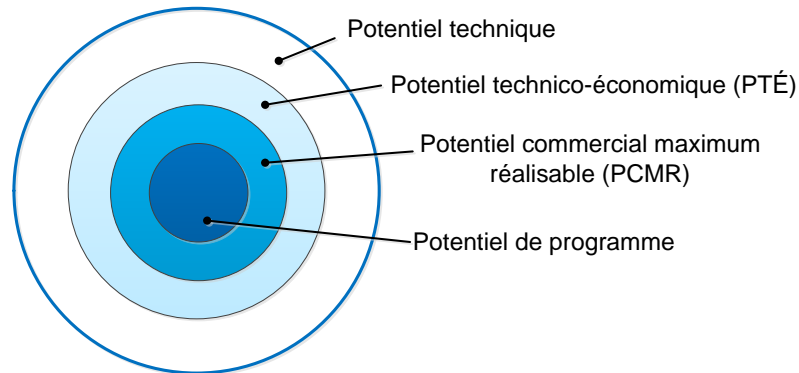
Le **potentiel commercial maximum réalisable** (PCMR) est la part du potentiel technico-économique qui peut être réalisée par le scénario rentable de programmes les plus agressifs possible, c'est-à-dire assumant la totalité ou la quasi-totalité des coûts totaux ou incrémentaux des mesures. Ce potentiel tient compte des barrières d'adoption et de marché, des coûts de livraison des programmes (administration, marketing, suivi et évaluation...) et de la capacité des programmes et des gestionnaires d'assumer la croissance des activités des programmes au fil du temps. Ainsi une mesure du PTÉ pourrait ne pas être rentable selon le test du coût total en ressource (TCTR) et être exclue du PCMR

Le **potentiel de programmes** réfère à la part du potentiel commercial maximum réalisable par un programme ou un portfolio de programmes compte tenu du design et des budgets accordés.

La figure de la page suivante illustre la portée respective de chacun des potentiels.

⁵ https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-08/documents/potential_guide_0.pdf

Figure 2 : Portée des évaluations de potentiel énergétique



3.2 Méthodologie d'évaluation du potentiel technico-économique

La méthodologie utilisée se divise en deux (2) approches :

1. Pour les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, l'approche méthodologique est microanalytique, de bas en haut («Bottom-Up»). Des bâtiments types sont modélisés et la sommation de leurs consommations doit être calibrée à la consommation totale des marchés.
2. Pour le secteur industriel, l'approche est macro-analytique, de haut en bas («Top-Down»). La consommation totale est distribuée par sous-secteur industriel et par la suite attribuée à des usages. La modélisation selon cette approche n'a pas à être calibrée.

L'évaluation du PTÉ est réalisée selon les étapes suivantes telles que montrées à la figure 3.

A) Pour tous les marchés :

- 1- Caractérisation des secteurs de marché. Les secteurs de marché sont caractérisés selon deux aspects :
 - les marchés du Distributeur (Résidentiel, Affaires et VGE)
 - la vocation des bâtiments (résidentielle, commerciale, institutionnelle et industrielle)
- 2- Segmentation de la consommation. La consommation de gaz naturel fournie par le Distributeur est ventilée selon les sous-secteurs d'activité basés sur les codes SCIAN pour les marchés du Distributeur et les vocations des bâtiments.

B) Pour les marchés résidentiel, commercial et institutionnel

- 3- Modélisation de bâtiments types et établissement des consommations. Des bâtiments types sont élaborés pour couvrir l'ensemble du marché. Une simulation par logiciel permet de

déterminer leurs consommations. Dans le but d'assurer une cohérence avec l'évaluation du PTÉ réalisée en 2012, les mêmes bâtiments types ont été utilisés⁶.

- 4- Calibration de la consommation des bâtiments types avec celles des secteurs de marché. Les paramètres énergétiques des bâtiments types par segments de marché sont ajustés de façon à calibrer la consommation extrapolée des bâtiments avec celle de leur secteur de marché.

C) Pour le marché industriel :

- 5- Distribution de la consommation en usages types par sous-secteur industriel. La consommation par sous-secteur est ventilée par usage type.
- 6- Validation des usages types. Les usages types par sous-secteur industriel sont validés avec des études de cas ou des analyses comparatives disponibles pour les sous-secteurs concernés.

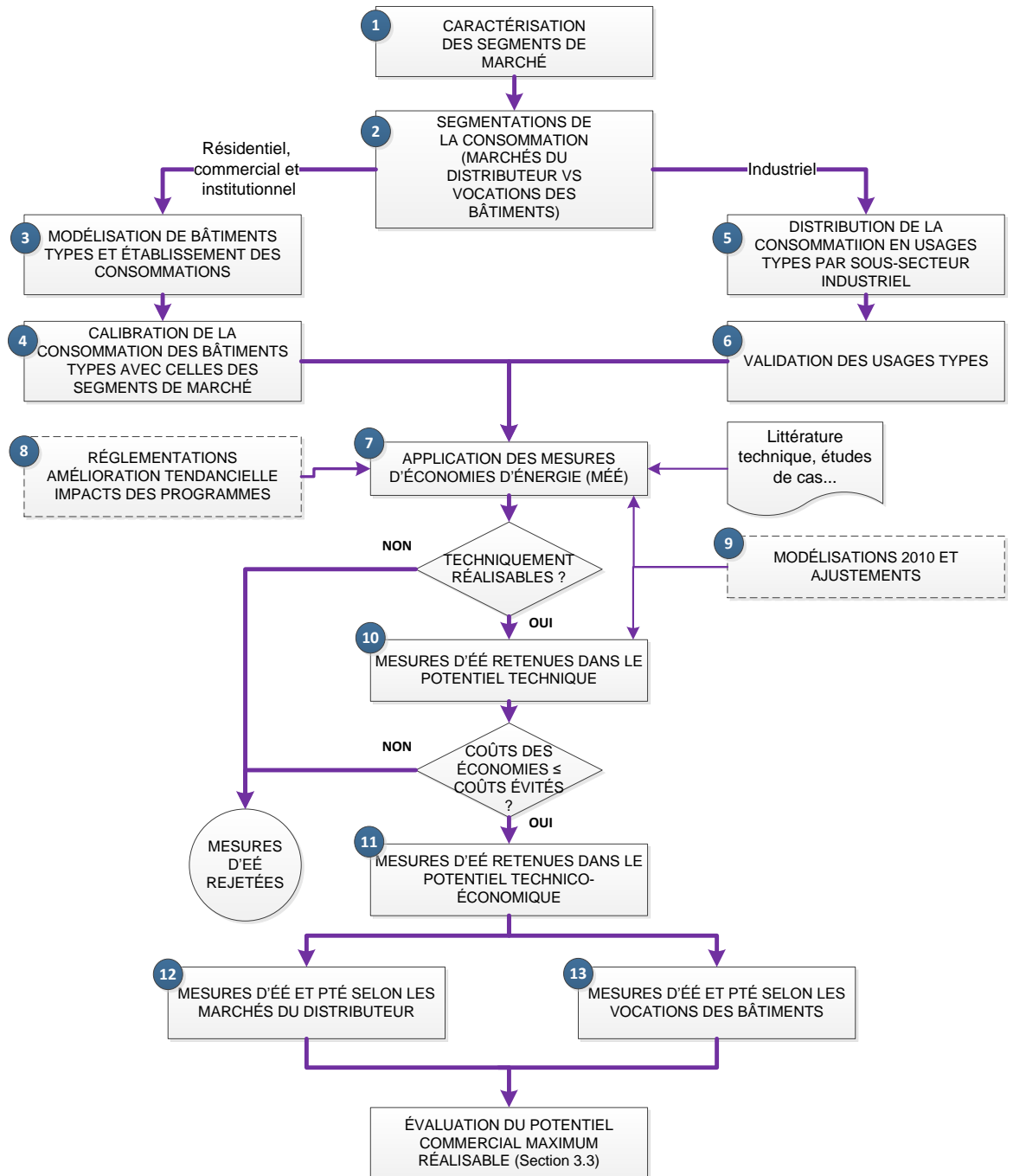
D) Pour tous les marchés

- 7- Applications des mesures d'efficacité énergétique. Les mesures d'économies d'énergie sont appliquées sur les bâtiments types modélisés et les usages industriels, nonobstant leur faisabilité et leurs coûts.
- 8- Réglementations, amélioration tendancielle et impacts des programmes. On tient compte du taux initial de pénétration du marché par les mesures y incluant le taux de pénétration des mesures des programmes d'efficacité énergétique du Distributeur de même que l'amélioration tendancielle de l'efficacité énergétique. Cet aspect est abordé plus en détail à la section 3.2.6.5.
- 9- Modélisation 2012 et ajustements. Les modélisations et simulations du PTÉ 2012 sont réutilisées, mais réajustées pour tenir compte des changements dans les normes et les économies et les coûts unitaires découlant des évaluations des programmes du Distributeur.
- 10- Mesures d'économies d'énergie (MÉÉ) retenues dans le potentiel technique (PT). Toutes les mesures techniquement réalisables sont retenues pour l'évaluation du potentiel technico-économique (PTÉ). Lorsque plusieurs mesures sont en compétition, celle dont le coût unitaire est inférieur est alors considérée.
- 11- Mesures d'économies d'énergie (MÉÉ) retenues dans le PTÉ. Les MÉÉ techniquement réalisables dont les coûts sont inférieurs aux coûts évités sont retenues dans le PTÉ.
- 12- Mesures d'ÉÉ et PTÉ selon les marchés du Distributeur. Les mesures et les économies du PTÉ sont ventilées en fonction des secteurs des marchés du Distributeur selon les sous-activités des codes SCIAN.

⁶ J. Harvey Consultant & Associées inc, 2013. Potentiel technico-économique d'économies d'énergie de gaz naturel pour les secteur résidentiel, commercial, institutionnel et industriel du Québec pour la période 2013 à 2017- Gaz Metro.

13-Mesures d'ÉE et PTÉ selon les vocations des bâtiments. Les mesures et les économies du PTÉ sont ventilées en fonction vocations des bâtiments selon les sous-activités des codes SCIAN.

Figure 2 : Étapes de la méthodologie d'évaluation du potentiel technico-économique



3.2.1 Évaluation de la rentabilité pour le Distributeur

L'évaluation de la rentabilité des mesures d'efficacité énergétique constituant le PTÉ est réalisée comme suit.

Une mesure est rentable pour le distributeur lorsque le **coût unitaire de l'énergie économisée (cuéé)** sur sa durée de vie est inférieur ou égal au **coût évité (Cé)** de la source d'énergie pour le Distributeur. Cette mesure est alors considérée dans le potentiel technico-économique.

Coûts unitaires de l'énergie économisée (cuéé) ≤ Coûts évités (Cé)

$$\text{cuéé (\$/ m}^3\text{gaz naturel)} \leq \text{Cé actualisés (\$/ m}^3\text{gaz naturel)}$$

Où le coût unitaire de l'énergie consommée (**cuéé**) est calculé comme suit :

$$\text{cuéé (\$/ m}^3\text{gaz naturel)} = \text{Cm actualisés (\$)} \div \text{É (m}^3\text{gaz naturel)}$$

Où :

cuéé = coût unitaire du gaz naturel économisé en dollar par m³

Cé actualisés = coûts évités pour le Distributeur en dollars actualisés et exprimés en annuité constante, c'est-à-dire, des coûts répartis en versements annuels égaux sur la durée de vie de la mesure.

Cm actualisés = coûts de la mesure d'efficacité énergétique (coûts d'ingénierie, des équipements, de l'installation et des frais d'exploitation) en dollars actualisés et également exprimés en annuité constante sur la durée de vie de la mesure.

É Distributeur = Énergie économisée annuellement à la source par le Distributeur en m³ de gaz naturel

La méthode d'actualisation est présentée en Annexe I.

3.2.2 Types de mesures d'économies d'énergie considérées

Quatre types de mesures sont considérés :

1. **Le remplacement en cours de vie utile** d'un équipement par un équipement plus efficace ou sa modernisation pour le rendre plus efficace. Les **coûts totaux et les économies totales** sont alors considérés. Cette mesure de devancement⁷ est réalisée la première année de la période d'évaluation du PTÉ.
2. **Le remplacement en fin de vie utile** d'un équipement par un plus efficace. Les **coûts marginaux et les économies marginales par rapport à l'équipement standard** sont alors

⁷ Note : L'application la première année d'une mesure de devancement permet de réduire plus rapidement la consommation dans le temps. L'appliquer en cours ou en fin de période ne modifierait aucunement la valeur des économies du PTÉ et du PCMR au terme de la période d'évaluation. Il s'agit d'une pratique courante d'évaluation des PTÉ.

considérés. Cette intervention est réalisée à une fréquence annuelle de (1 / durée de vie) de l'équipement à remplacer durant toute la période d'évaluation du PTÉ (5 ans).

3. **L'ajout d'un équipement à un autre équipement** dans le but de le rendre plus efficace, par exemple, l'installation d'un contrôleur automatique sur un appareil contrôlé manuellement. Il s'agit d'une mesure de devancement réalisée la première année de la période d'évaluation du PTÉ.
4. **L'amélioration des pratiques de gestion, d'opérations et de maintenance** permettant de réduire la consommation d'énergie. Les **coûts totaux et les économies totales** sont considérés. Cette mesure de nature comportementale est réalisée dès la première année et se poursuit tout au cours de la période d'évaluation du PTÉ⁸.

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

3.2.3 Données financières

Les données financières utilisées, telles que les coûts évités, taux d'inflation et d'actualisation, proviennent du Distributeur et sont celles utilisées pour le PGEÉ 2018-2010 dans le cadre de la Cause tarifaire 2018. Ces données sont les suivantes :

- Coûts évités de 0,2386 \$/m³ pour la consommation de base et de 0,3079 \$/m³ pour la consommation en chauffage. Ces coûts sont majorés annuellement d'une inflation de 2 %.
- Taux annuel d'inflation de 2 %.
- Taux d'actualisation nominal de 5,280 % qui correspond au coût en capital prospectif pour le Distributeur pour 2016-2017.
- Taux réel de 3,28 % retenu aux fins d'actualisation est obtenu en soustrayant l'inflation du taux d'actualisation nominal.

⁸ Note : il peut s'agir d'une mesure qui procure des économies annuelles non cumulatives telles une mesure de maintenance assurant le maintien d'une consommation optimale durant la période d'évaluation ou une mesure d'amélioration continue, comme la gestion d'énergie, qui permet une réduction progressive de la consommation dans le temps se traduisant par un cumul des économies annuelles. Il s'agit d'une pratique courante d'évaluation des PTÉ.

3.2.4 Tests de sensibilité

Des tests de sensibilité du PTÉ sont réalisés pour des variations de coûts évités de plus ou moins 20 % et 40 %.

3.2.5 Approches méthodologiques

3.2.5.1 *Approche microanalytique «Bottom-Up» : secteurs résidentiel, commercial et institutionnel*

L'approche « Bottom-Up » consiste à définir, pour chaque secteur, un certain nombre de bâtiments types et à appliquer les mesures d'économies d'énergie sur ceux-ci à l'aide d'un logiciel de simulation. Par la suite, les économies réalisées sont extrapolées à l'ensemble du parc que représente ce bâtiment type. L'approche « macro-analytique » consiste à distribuer la consommation sur un nombre d'appareils types et d'y appliquer les mesures d'économies d'énergie.

L'évaluation des économies d'énergie de l'approche « microanalytique » est effectuée à l'aide de simulations par ordinateur pour chaque bâtiment type. L'ordre d'implantation des mesures peut avoir une influence sur le gain de celles-ci; il est donc important d'effectuer l'implantation successive des mesures dans un ordre logique. La procédure adoptée est d'implanter les mesures, pour un usage donné, à partir des plus rentables pour le client vers les moins rentables.

Pour des fins de cohérence entre les évaluations de PTÉ, nous reprenons dans le cadre de la présente étude les modélisations de bâtiments types réalisées par ordinateur en 2010 en y apportant les modifications requises le cas échéant à l'aide de HOT 2000 (résidentiel) et CANQUEST (commercial et institutionnel). Bien que les simulations par ordinateur à l'aide de logiciels reconnus en efficacité énergétique puissent être utilisées pour une première évaluation des économies, les résultats de projets pilotes d'économies d'énergie et des projets des programmes d'efficacité énergétique, particulièrement ceux du Distributeur, sont beaucoup plus précis et nous les considérons dans l'évaluation du PTÉ.

3.2.5.2 *Approche macro-analytique « Top-Down » : secteur industriel*

L'approche retenue pour le secteur industriel est de type macro-analytique « macro-analytique ». La consommation totale du marché est ventilée par sous-secteur industriel et attribuée à des usages typiques.

Pour chaque sous-secteur industriel, des modèles typiques d'usines sont définis. Les clients industriels du Distributeur et leur consommation sont alors distribués dans ces modèles types. La somme des consommations de l'ensemble des modèles d'usines est précisément la consommation totale du marché industriel. Contrairement à l'approche « microanalytique », la consommation totale des modèles d'usine n'a pas à être calibrée avec la consommation totale.

La consommation des usages habituels d'énergie (fabrication de vapeur, chauffage de l'eau, équipements de procédés...) est ensuite distribuée dans chacun des modèles typiques d'usines.

Contrairement aux secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, les usages du gaz naturel dans le secteur industriel sont souvent particuliers à des sous-secteurs industriels et même à des établissements.

Il n'est donc pas possible d'évaluer les économies mesure par mesure dans le secteur industriel comme on peut le faire pour les autres secteurs, mais plutôt à l'aide de «macro-mesures» regroupant un ensemble de mesures interreliées.

De plus, beaucoup d'usages industriels utilisent des équipements pour lesquels il n'y a pas de normes ou de standards.

3.2.6 Paramètres d'évaluation considérés

3.2.6.1 *Taux de pénétration*

Dans cette évaluation du PTÉ, le taux de pénétration d'une MEE représente la part de ses économies pouvant être techniquement réalisées en tenant compte de ce qui a déjà été réalisé par des programmes d'efficacité énergétique ou autrement.

3.2.6.2 *Gains unitaires associés aux mesures*

Les valeurs des économie d'énergie utilisées pour l'analyse du potentiel des secteurs résidentiel, commercial et institutionnel proviennent de simulations détaillées à l'aide de bâtiments représentatifs, comme mentionnées précédemment. Les effets cumulatifs des mesures peuvent modifier significativement le potentiel et ce paramètre est complexe à évaluer lorsque le nombre de mesures sur un même usage est important. L'approche utilisée dans le projet consiste à implanter les mesures sur un même usage dans un ordre décroissant de rentabilité pour le client. Ainsi, les mesures ne comportant aucun investissement sont implantées en premier lieu.

En ce qui a trait au secteur industriel, les gains proviennent d'études de cas impliquant généralement l'implantation d'un regroupement de mesures associées. Les gains utilisés pour l'évaluation sont les gains moyens des différentes études de cas.

3.2.6.3 *Coût des mesures*

Le coût associé à chaque mesure représente un intrant important dans le calcul du PTÉ et il comporte un certain niveau d'incertitude.

Pour les secteurs résidentiel, commercial et institutionnel, les coûts utilisés reposent généralement sur des répertoires standards d'évaluation de coûts. Pour le secteur industriel, les coûts sont tirés d'analyses de cas. Les écarts de coûts peuvent être très importants pour une même mesure implantée dans différentes usines. Le coût moyen est alors utilisé.

Pour tous les autres paramètres, les valeurs employées reposent sur l'information contenue dans les études disponibles, dont celles du Distributeur.

3.2.6.4 *Horizon*

Le potentiel est évalué sur un horizon de 5 ans de 2018-2022. L'utilisation d'un horizon de 5 ans permet de tenir compte des cas de remplacements d'équipements et d'accessoires à la fin de leur durée de vie utile.

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

Il faut souligner que le potentiel évalué par le PTÉ est récurrent d'une année à l'autre et représente le potentiel maximal des économies d'énergie sur la période considérée. Par exemple, un potentiel technico-économique de 100 Mm^3 sur un horizon de 5 ans signifie qu'en 2022, si toutes les mesures sont implantées, la consommation annuelle sera réduite de 100 Mm^3 comparativement à la situation où aucune mesure ne serait prise. Il ne signifie pas que le potentiel est de 100 Mm^3 par année pour un total de 500 Mm^3 sur 5 ans.

3.2.6.5 *Facteurs d'influence considérés*

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

Normes et règlements

L'évaluation du PTÉ considère les mesures d'économies d'énergie (MÉE) dont l'efficacité surpasse l'efficacité prescrite par la réglementation d'efficacité énergétique en vigueur ou l'efficacité courante des appareils mis en marché en absence de réglementation ou lorsque l'efficacité courante des appareils à remplacer est supérieure à la réglementation.

L'évaluation du PTÉ doit donc tenir compte des réglementations en vigueur ou celles qui prendront effet en cours de période de l'évaluation 2018-2022.

Le code de l'efficacité énergétique des bâtiments du Québec a été modifié et il s'applique depuis 2012.

Le Gouvernement du Québec a l'intention de remplacer son Règlement sur l'efficacité énergétique d'appareils fonctionnant à l'électricité ou aux hydrocarbures (chapitre E-1.2, r. 1), qui n'a pas subi de modifications majeures depuis 1995, dans le but de réduire et d'éliminer les disparités avec ses

principaux partenaires commerciaux. Le nouveau règlement, publié dans la gazette officielle du Québec vise entre autres les chaudières, générateurs d'air chaud et chauffe-eau fonctionnant au gaz naturel⁹.

Plusieurs provinces, tout comme le gouvernement fédéral, ont haussé les exigences d'efficacité des appareils et prévoient les hausser davantage dans les prochaines années. Certains des appareils visés sont vendus au Québec.

Outre les réglementations gouvernementales, des initiatives de certification ou d'homologation volontaires, telles que les programmes ENERGY STAR®, Consortium for Energy Efficiency (CEE) ou Super-efficient Equipment and Appliance Deployment (SEAD), permettent la mise en marché d'appareils plus efficaces que la moyenne, d'un point de vue énergétique. Une part plus ou moins importante des appareils achetés au Québec sont certifiés ou homologués relativement à ces initiatives et vendus au Québec rehaussant ainsi l'efficacité courante du marché.

Compte tenu de leur impact au Québec et dans la mesure où l'information est disponible, l'évaluation du PTÉ considère les modifications aux réglementations d'efficacité énergétique ou aux initiatives de certification ou d'homologation qui apparaîtront au cours de la période 2018-2022.

Effets tendanciels

En l'absence de programmes, de normes et de règlements, une certaine portion de la population adopte naturellement des mesures d'efficacité énergétique. Les économies d'énergie ainsi réalisées ne sont pas comptabilisées dans le potentiel.

Effets de distorsion

Ce sont les facteurs qui influencent positivement ou négativement l'impact énergétique d'une mesure. Ce sont, entre autres, des effets tendanciels, croisés et cumulatifs. La plupart de ces concepts ont été pris en compte. Quant aux effets d'opportunisme, d'entraînement et de bénévolats, ce sont des effets de programme considérés seulement dans le cas d'évaluation de potentiel de programme.

Effets d'écrémage

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

Effets croisés

Le phénomène d'effets croisés intervient lorsque l'application d'une mesure sur un usage a pour conséquence d'accroître la consommation pour un autre usage.

⁹ Projet de règlement modifiant le Règlement sur l'efficacité énergétique d'appareils fonctionnant à l'électricité ou aux hydrocarbures (chapitre E-1.2, r. 1) - Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles, juillet 2016

Effets cumulatifs

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

3.2.6.6 *Facteurs non considérés*

Ces facteurs d'influence ne sont pas considérés.

Effet d'effritement

L'abandon d'une mesure d'efficacité énergétique avant la fin prévue de sa vie utile n'a pas été considéré ainsi que le relâchement des habitudes des économies d'énergie des utilisateurs après l'adoption de mesures d'efficacité.

Autres effets

Les diminutions de l'efficacité énergétique sont parfois observables sur certains équipements efficaces pendant leur durée de vie, ces diminutions d'efficacité ne sont pas considérées. À titre d'exemple, l'encrassement des surfaces d'un échangeur réduit son rendement et sa durée de vie.

Ces effets non considérés dans l'évaluation du potentiel peuvent cependant avoir un impact sur l'évaluation du PTÉ à long terme et touchent particulièrement les mesures associées à des comportements, telles les mesures d'abaissement de température.

3.2.7 *Substitution d'une source d'énergie vers une autre source d'énergie*

Aucune mesure de conversion entre le gaz naturel, le mazout, la biomasse et l'électricité n'a été considérée.

La substitution du gaz naturel par des énergies renouvelables, telles que le solaire et la géothermie, est toutefois considérée.

3.2.8 *Limites*

L'objectif d'une évaluation d'un PTÉ est d'identifier les MEE possibles et rentables pour le Distributeur et leur impact moyen sur les marchés considérés. Cette évaluation ne vise donc pas à déterminer de manière fine et détaillée l'impact de chacune des mesures.

L'analyse détaillée de mesures relève d'études ciblées, lorsque certaines mesures se révèlent plus prometteuses.

3.3 Méthodologie d'évaluation du PCMR

3.3.1 Définition

Le **potentiel commercial maximum réalisable (PCMR)** définit la part du PTÉ réalisable par les programmes les plus agressifs, par exemple, en assumant la totalité ou quasi-totalité des coûts d'adoption des mesures pour le consommateur. Cette évaluation tient compte également des obstacles pour convaincre les utilisateurs finaux d'adopter des mesures d'efficacité énergétique, les coûts d'exploitation des programmes (pour l'administration, le marketing, le suivi, la surveillance et l'évaluation, etc.), et la capacité des programmes et des administrateurs à assumer les objectifs ambitieux de programmes très agressifs. Le PCMR suppose toutefois un portfolio de programmes couvrant toutes les mesures d'économies d'énergie du PTÉ.

3.3.2 Méthode

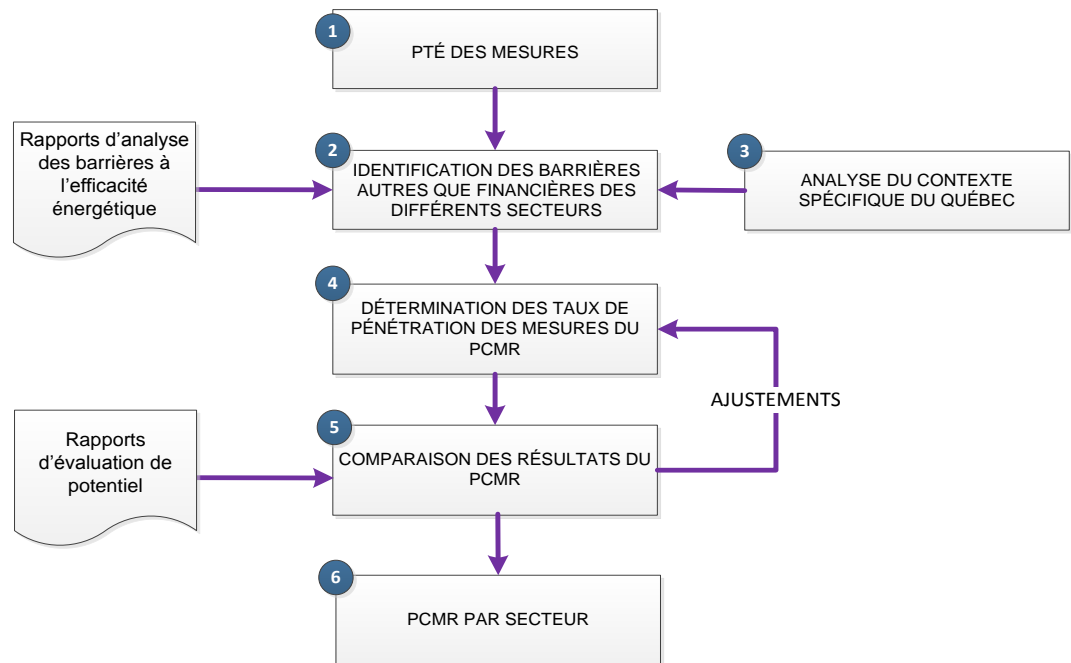
La méthode d'évaluation du PCMR est basée sur l'hypothèse que la pénétration des MEE est favorisée par :

- un incitatif à l'implantation assumant plus de 90 % des coûts ou des surcoûts ;
- une promotion et une commercialisation agressives des programmes.

Même lorsque les programmes assument la quasi ou l'entièreté des surcoûts ou des coûts, les mesures sont loin d'être adoptées. Plusieurs barrières autres que financières freinent la pénétration des mesures, comme discuté ci-dessous.

La méthode d'évaluation du PCMR est présentée à l'aide de la figure suivante.

Figure 3 : Méthode d'évaluation du PCMR



Les étapes d'évaluation illustrées dans la figure ci-dessus sont présentées ici :

- 1- PTÉ des mesures. Les mesures sont identifiées d'après les catégories suivantes : comportementale, remplacement d'appareils et finalement mesures de rénovation ou de modernisation. Ces catégories de mesures présentent des attraits différents auprès des clients.
- 2- Identification des barrières autres que financières des différents secteurs. Les barrières sont identifiées par secteur résidentiel, commercial, institutionnel et industriel à partir de rapports d'analyse des barrières à l'efficacité énergétique, dont les rapports d'analyse de programmes offerts au Québec. Une synthèse de ces barrières est présentée à l'aide du tableau suivant.

Tableau 3 : Barrières à l'adoption des mesures d'efficacité énergétique¹⁰

Barrières		Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel
Économiques	Coûts et impacts cachés	Pas de disponibilité. Perte de confort pendant les travaux et après. Aversion des technologies	Overheads, embarras, exigences de formation du personnel, obligations de suivi.	Overheads, arrêt de production, exigence de formation du personnel, coûts additionnels d'exploitation, obligations de suivi.
	Accès au capital	Ménages à faible revenu ou sans garantie	Problèmes pour les administrations publiques (endettement de l'état), niveau d'endettement des commerces.	Rentabilité de l'investissement vs autres opportunités (faibles BNÉ)
	Risques	Plus coûteux après qu'avant	Fiabilité, opération et bénéfices non au rendez-vous.	Impacts sur la productivité et la fiabilité
Barrières		Résidentiel	Commercial et institutionnel	Industriel
Fonctionnement des marchés	Informations imparfaites	Manque d'information. Coûts de l'information plus élevés que les économies à réaliser.		Manque d'informations intégrées des diverses sources énergétiques et des BNÉ.
	Asymétrie	Segmentation des programmes (accès, modalités, intervenants...)		
	Incitatifs divergents	Divergence des bénéfices et des investissements des propriétaires vs les locataires.		
Organisationnelles et comportementales	Rationalité limitée	Habitudes d'achat	Politiques et procédures Orientations gouvernementales (institutions)	Politiques et procédures
	Culture	Énergie et environnement non intégrés dans les valeurs.		
	Pouvoir	Habitudes d'achat	Gestion à court terme, courtes PRI, compression du personnel.	

¹⁰ Adapté de Boulanger Paul-Marie, Les barrières à l'efficacité énergétique, Reflets et perspectives de la vie économique, 4/2007 (Tome XLVI), p. 49-62.

3- Analyse du contexte spécifique du Québec. L'adoption de MEE par les clients est conditionnée par des barrières qui peuvent être spécifiques à une région, telle que le bas coût de l'énergie et le peu de sensibilité aux changements climatiques. Les barrières identifiées sont passées en revue afin de prendre en considération le contexte du Québec. Notre expertise de développement et d'implantation de programmes est alors considérée dans cet exercice.

4- Détermination des taux d'adoption des mesures du PCMR. Un taux d'adoption est associé à chaque mesure considérant un coût quasi nul pour la MEE (i.e. 10 %) et les barrières d'adoption spécifiques au Québec. Il s'agit d'un jugement d'expert.

Les taux d'adoption sont déterminés spécifiquement pour les catégories de mesures (comportementale, remplacement d'appareils et de rénovation ou de modernisation), par secteur (résidentiel propriétaire, résidentiel locataire, commercial et institutionnel et industriel).

5- Comparaison des résultats du PCMR. Le PCMR obtenu est comparé à des PCMR récents de régions les plus comparables au Québec. Le cas échéant, des ajustements sont faits sur les taux de pénétration déterminés à l'étape 4.

6- PCMR par secteur. Le PCMR est présenté par marché et vocation de bâtiment.

4 POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU SECTEUR RÉSIDENTIEL

Cette section présente le profil de consommation du secteur résidentiel, les mesures d'économies d'énergie et l'évaluation du PTÉ

4.1 Profil de consommation du secteur résidentiel

Le secteur considéré dans l'évaluation du potentiel inclut tous les clients du marché Résidentiel unifamilial ou multifamilial de même que les clients des logements locatifs du marché Affaires.

4.1.1 Profil de consommation pour 2018.

Pour 2018, la consommation du secteur résidentiel extrapolée selon les taux de croissance fournis par le Distributeur, s'élève à 574,4 Mm³ répartis entre une consommation de 234,8 Mm³ des bâtiments unifamiliaux, duplex et triplex du marché Résidentiel et 339,7 Mm³ des bâtiments locatifs résidentiels de 4 logements et plus du marché Affaires.

Les données de consommation de base et de chauffage sont présentées à l'aide du tableau suivant.

Tableau 4 : Répartition des consommations du secteur résidentiel en 2018

Marchés	Vocation des bâtiments	Nombre de clients	Consommation (Mm ³)		
			Base	Chauffage	Totale
Résidentiel	Unifamilial, duplex, triplex	131 474	59,4	175,4	234,8
Affaires	4 à 10 logements	2 933	10,3	31,3	41,6
	10 logements et plus	4 470	71,2	226,8	298,1
Totaux		138 877	140,9	433,5	574,4

En 2018, les 138 877 clients regroupent 384 246 ménages alimentés au gaz naturel pour des consommations moyennes présentées au tableau suivant.

Tableau 5 : Répartition des consommations par ménage en 2018

Marchés	Vocation des bâtiments	Nombre ménages	Consommation (m ³ / ménage)		
			Base	Chauffage	Total
Résidentiel	Unifamilial, duplex, triplex	131 474	452	1 334	1 786
Affaires	4 à 9 logements	23 306	443	1 343	1 786
	10 logements et plus	229 466	310	989	1 299
Totaux		384 246	371	1 140	1 511

Les bâtiments de 4 à 9 logements locatifs comptent environ une moyenne de 7,9 ménages par bâtiment alors que ceux de 10 logements et plus en comptent environ 50.

La moyenne de la consommation de gaz pour le chauffage est plus basse que la moyenne de la consommation d'énergie en chauffage des ménages au Québec¹¹. Cette faible consommation de gaz pour le chauffage s'explique par :

- une plus grande concentration à Montréal de logements de type appartements et de maisons attenantes raccordés au réseau de gaz du Distributeur comparativement à l'ensemble du Québec. La part des logements occupée par une personne seule est de 39,6 % à Montréal contre 23,7 % dans la couronne de la Communauté métropolitaine de Montréal. Ce taux serait encore plus bas en région. Les maisons attenantes (duplex et triplex) représentent à Montréal 61 % du parc des maisons¹² contre 18,5 % pour l'ensemble du Québec¹³ ;
- l'utilisation du chauffage électrique en appoint dans 17,5 % des unifamiliales, 6,2 % des maisons attenantes et dans 15,1 % des logements locatifs chauffés au gaz.

4.1.2 Nouvelles constructions

Selon le taux de croissance, le nombre de nouveaux clients à raccorder au réseau s'élèverait annuellement à une moyenne de 643 unifamiliales, duplex et triplex, 14 bâtiments locatifs de 4 à 9 logements et 22 bâtiments locatifs de 10 logements et plus.

Le code de l'efficacité énergétique des bâtiments du Québec a été modifié et il s'applique depuis 2012 aux nouvelles constructions résidentielles et agrandissements. La nouvelle réglementation vise tous les bâtiments d'au plus 3 étages de hauteur et d'au plus 600 m² d'aire de bâtiment. Elle exige une amélioration de l'isolation des bâtiments au niveau Novoclimat 1.0.

Les bâtiments résidentiels locatifs de 4 à 9 logements et ceux de 10 logements et plus ne sont pas touchés par cette réglementation.

4.2 Potentiel d'économies de gaz naturel

Le potentiel technique d'économies d'énergie entre 2018 et 2022, basé sur les économies des mesures techniquement réalisables, s'établit pour le secteur résidentiel à 447,3 Mm³ de chauffage alors que le potentiel technique pour la consommation de base atteint 24,9 Mm³.

Le potentiel technico-économique (PTÉ) retenant les mesures du potentiel technique rentables face aux coûts évités du Distributeur atteint 35,4 Mm³ de chauffage et 18,6 Mm³ de consommation de base entre 2018 et 2022.

Quelque 497 mesures ont été appliquées au secteur résidentiel. La consommation et les économies

¹¹ RNC 2013. Base de données complète sur l'énergie. Note : 96 GJ (équivalent 2 545 m³) pour les maisons isolées, 55 GJ (équivalent 1 441 m³) pour les maisons attenantes et 40 GJ (équivalent 1 045 m³) pour les appartements.

¹² Ville de Montréal. Tiré du Profil statistique en habitation de la ville de Montréal. Mai 2009

¹³ RNC 2013. Base de données complète sur l'énergie.

des mesures d'efficacité énergétique concernant l'enveloppe du bâtiment et les systèmes ont été évaluées par simulation avec des bâtiments types pour chaque secteur.

4.2.1 Potentiel technico-économique entre 2018 et 2022

Le potentiel technico-économique couvrant une période de cinq ans est présenté pour la consommation de chauffage et celle de base. Un sommaire des mesures est présenté ici. La liste détaillée des mesures se retrouve en annexe II.

Le PTÉ en chauffage s'élève à 35,4 Mm³ soit 6,2 % de la consommation totale du secteur résidentiel. Quant au PTÉ de la consommation de base, il atteint 18,6 Mm³ représentant 3,2 % de la consommation total du secteur résidentiel. Le PTÉ global totalise 54 Mm³ soit 9,4 % de la consommation totale.

Tableau 6 : Principales mesures du PTÉ du secteur résidentiel

CHAUFFAGE	PTÉ (Mm ³)	BASE	PTÉ Mm ³
Abaissement température	15,64	Récupération de chaleur des eaux grise	7,51
Isolation des toits	6,29	Chauffe-eau instantané	3,61
Chaudière eau chaude à condensation	2,88	Aérateur + robinet à faible débit	3,14
Isolation des murs	2,71	Pomme de douche à faible débit	0,65
Murs solaires	2,22	Chauffe-eau à condensation	0,50
Réduction des infiltrations	2,07	Couverture sur chauffe-eau	0,40
Amélioration des chaudières à vapeur	1,39	Isolation des tuyaux d'eau chaude	0,32
Combo à condensation	0,94	Lavage à l'eau froide	0,31
Récupération de chaleur par VRC	0,69	Couverture solaire de piscine	0,18
Isolation des sous-sols et vides sanitaires	0,43	Chaudières	1,99
Générateur d'air chaud	0,14	Total base	18,6
Total chauffage	35,4	Consommation totale chauffage et base	574,4
Consommation totale chauffage et base	574,4		3,2%
	6,2%		

Le PTÉ se distribue selon les types de mesures, comportementales, remplacement d'appareil et de rénovation ou modernisation selon les proportions présentées au tableau suivant.

Tableau 7 : Répartition du PTÉ selon les types de mesures

Types de mesures	PTÉ (Mm ³)
Comportemental	16,04
Enveloppe et systèmes	12,18
Appareil	9,83
Autres	15,96
Total PTÉ	54,0
Consommation (Mm³)	574,4
	9,4%

La distribution du PTÉ selon les marchés et les secteurs est présentée à l'aide du tableau suivant.

Tableau 8 : Distribution par marché et par secteur

Chauffage	Marché Résidentiel		Marché Affaires	
	UDT	Locatif, 4 à 9 logements	Locatif, 10 logements et plus	Total
Consommation chauffage (m ³)	175	31	227	433
PTÉ (m³)	15	3	17	35
% vs consommation chauffage	8%	10%	8%	8%

Base	Marché Résidentiel		Marché Affaires	
	UDT	Locatif, 4 à 9 logements	Locatif, 10 logements et plus	Total
Consommation base (m ³)	59	10	71	141
PTÉ (m³)	6	2	11	19
% vs consommation base	10%	18%	15%	13%

Total	Marché Résidentiel		Marché Affaires	
	UDT	Locatif, 4 à 9 logements	Locatif, 10 logements et plus	Total
Consommation base (m ³)	235	42	298	574
PTÉ (m³)	20	5	28	54
% vs consommation base et chauffage	9%	12%	10%	9%
Total PTÉ (m³)	20	34		54

4.2.2 Description des mesures de chauffage

Les principales mesures de chauffage du PTÉ sont présentées ici.

Abaissement de la température

Les diverses mesures d'abaissement de température offrent un potentiel important de 15,6 Mm³ soit 44 % du total, mais ce PTÉ présente la limite théorique associée à cette famille de mesures. L'abaissement de la température en période inoccupée 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 et intelligents 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.

Isolation des toits

Cette mesure est rentable surtout sur la base de son coût marginal. De plus, 50 % du potentiel vise les toits sans combles accessibles. Une mise en garde quant à son importance relative doit donc 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 au comble, le besoin de ventilation minimum à conserver et les coûts possibles additionnels pour la réfection de la toiture, de son drainage et des parapets.

Chaudières à condensation¹⁴

Cette mesure totalisant 2,9 Mm³ ne représente que 8 % du PTÉ en chauffage dont 94 % se retrouvent dans le secteur résidentiel locatif du marché Affaires. Elle consiste à sélectionner un appareil dont le rendement est supérieur à un AFUE ou E_T de 95 %. Le gain de la mesure est basé sur un équipement de référence ayant un rendement d'un AFUE de 82% (capacité < 300 kBtu/h) ou E_T de 80 % (capacité \geq 300 Btu/h)

Cette mesure n'est rentable pour le PTÉ qu'au coût marginal, donc pour les nouvelles constructions ou lors du changement d'appareil dans des bâtiments ayant des demandes élevées de chauffage. Le marché est également limité, car les réseaux de chauffage dans certains bâtiments peuvent ne pas permettre l'utilisation de températures d'alimentation suffisamment basses pour permettre la condensation.

Isolation des murs

Les mesures touchant à l'enveloppe thermique des habitations représentent près de 8 % du PTÉ en chauffage. 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 résidents et donc non sujet à l'effet d'effritement. Toutefois, comme pour l'isolation des toits, d'importantes contraintes pratiques peuvent limiter l'exploitation de ce potentiel, dont l'accessibilité des murs, les limites d'épaisseurs de ceux-ci, le type de parement, etc.

¹⁴ Éconoler, 2014. Évaluation du programme PE210 –Chaudières à condensation, p.32

D'autre part, la mesure n'est alors rentable qu'au coût marginal qui ne survient qu'après 30 ans (durée de vie utilisée pour la mesure). Pour exploiter ce potentiel, il faut donc intervenir à un moment très précis, soit lors d'une rénovation majeure.. 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).

Murs solaires

Un capteur solaire passif, de type SolarWall, est constitué d'un revêtement métallique installé à quelques centimètres d'un mur orienté au sud.

Des ventilateurs distribuent l'air neuf s'infiltrant dans le capteur pour être préchauffé pour les unités de toit et les générateurs d'air chaud augmentant ainsi leur efficacité¹⁵.

Économies annuelles possibles de 35 m³/m² de surface du mur solaire, en orientation plein sud¹⁶.

Réduction des infiltrations

Les différentes actions possibles pour réduire l'infiltration, telles que la pose de coupe-bise, le calfeutrage, etc., ne sont pas évaluées séparément, mais comme une mesure d'ensemble. La quantification individuelle de produits spécifiques est très difficile.

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, tels un ventilateur de salle de bain ou même 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.

Amélioration des chaudières à vapeur

Les chaudières à vapeur utilisées dans les grands ensembles locatifs peuvent grandement améliorer leur performance par la gestion des purges, le préchauffage de l'eau d'alimentation et l'utilisation d'économiseurs¹⁷.

¹⁵ SolarWall. <http://solarwall.com/fr/produits/chauffage-de-lair-solarwall/comment-ca-marche.php>

¹⁶Note : évalué à partir des études de cas

¹⁷ ESC Energy Solution Center. Boiler Reset Control. http://naturalgasefficiency.org/for-residential-customers/boiler_reset_control/. Tel que lu le 5 décembre 2012.

Combo à condensation

Un système combo muni d'un chauffe-eau à condensation offre une efficacité supérieure. Ce type de système peut offrir une efficacité globale de 92 % comparativement à une efficacité 71 % pour un combo qui est muni d'un chauffe-eau à accumulation standard. Des économies d'énergie de plus de 21 % peuvent être réalisées avec ce type de système. Celles-ci peuvent donc se chiffrer à plus de 385 m³ de gaz naturel annuellement.

Le marché des combos à condensation est celui des nouvelles constructions ayant des superficies inférieures à 170 m².

Récupération de chaleur par VRC

Cette mesure consiste à remplacer les échangeurs d'air existants par des ventilateurs récupérateurs de chaleur et ceux existants par des modèles à haut rendement.

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. La mesure considérée dans le PTÉ pré suppose un fonctionnement intermittent du VRC pendant 33% du temps. L'efficacité considérée au niveau de l'échangeur de chaleur est de 65%¹⁸.

4.2.3 Description des mesures de chauffage de l'eau

Les principales mesures de chauffage de l'eau du PTÉ sont présentées ici.

Récupérateur de chaleur des eaux grises

Cette mesure consiste à installer un échangeur de chaleur sur les drains principaux du bâtiment et ainsi préchauffer l'eau d'alimentation des chauffe-eau. Des produits de ce type sont maintenant disponibles sur le marché. Le récupérateur n'est d'aucune utilité dans le cas de remplissage ou pour les courtes demandes en eau chaude. L'efficacité considérée pour le récupérateur de chaleur est de 55 %. La récupération de la chaleur provient du drainage des eaux chaudes des douches, soit environ 50% de la consommation d'eau chaude¹⁹.

Chauffe-eau instantané

Plutôt que chauffer l'eau et la maintenir chaude dans un réservoir, le chauffe-eau instantané ou sans réservoir ne chauffe que l'eau demandée.

Il procure de l'eau chaude en abondance et en mode continu. Le système peut générer plus de 17 litres d'eau chaude à la minute.

¹⁸ RNC, 2012. Ventilateurs-récupérateurs de chaleur.

¹⁹ Carmine, V., CADDET Newsletter, April 2000. Residential waste water heat recovery System: GFX

Il permet des économies d'énergie pouvant atteindre 30 % comparativement à un chauffe-eau conventionnel.

Le coût incrémental des chauffe-eau instantanés (chauffe-eau sans réservoir) a diminué de façon importante et la durée de vie de ces appareils a augmenté, ce qui assure sa rentabilité dans le PTÉ.

Aérateurs de robinet à débit réduit

Cette mesure vise à remplacer les appareils actuels qui rencontrent les standards du marché, soit 2.2 gpm pour les lavabos 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. Un débit de 0,5 gpm est considéré pour les aérateurs²⁰.

Chaudière

Cette mesure vise à remplacer les chaudières ou systèmes de distribution d'eau domestique d'une efficacité courante FE = 0,82 (<300 kBtu/h) et 0,80 (≥ 300 kBtu/h) par des chaudières à haute performance à condensation d'une efficacité FE = 0,95

Cette mesure vise les ensembles de logements locatifs.

Pomme de douche à débit réduit

Cette mesure vise à remplacer les appareils actuels qui rencontrent les standards du marché, soit 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. Un débit de 1.5 gpm est considéré pour les pommes de douches²¹.

Chauffe-eau à condensation

Cette mesure vise le remplacement en fin de vie utile des chauffe-eau conventionnels d'une efficacité de 0,80 en fin de leur vie utile au coût marginal par des chauffe-eau à condensation d'une efficacité de 0,95. Le chauffe-eau à condensation est fort coûteux et il n'est rentable dans le cadre de l'évaluation du PTÉ que pour des bâtiments ayant une très importante consommation d'eau.

²⁰ CMMTQ. Économies d'eau potable. <http://www.cmmtq.org/fr/Consommateur/Conseils-pratiques/Economies-d-eau-potable/>. Tel que lu le 7 novembre 2016

²¹ Écohabitation. On a testé pour vous les douches économes en eau et en énergie. <http://www.ecohabitation.com/actualite/nouvelles/teste-douches-economes-eau-energie>. Tel que lu le 18 novembre 2016.

Couverture sur chauffe-eau et isolation des tuyaux d'eau chaude

Cette mesure comprend l'isolation de la tuyauterie et une couverture isolante sur le chauffe-eau.

Les systèmes de production et de distribution d'eau chaude domestique dans le marché résidentiel peuvent se répartir en deux types principaux : 1) les systèmes centraux; 2) les systèmes distribués.

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

Le second type est constitué de chauffe-eau de 40 gallons ou 60 gallons conventionnels. L'eau chaude est amenée au robinet uniquement par la pression du réseau d'aqueduc. Les pertes en attente d'un chauffe-eau de 40 L sont d'environ 70 m³/an.

Les mesures d'isolation du système d'eau chaude domestique vont donc varier selon le type de bâtiment. La mesure d'isolation est plus délicate pour les chauffe-eau distribués provenant des contraintes techniques liées à la pose de couvertures isolantes sur ce type d'appareil, par exemple pour ne pas bloquer les entrées et prises d'air. Le potentiel de la mesure est évalué, mais la mise en application de celle-ci est donc soumise à des limitations techniques. Pour les systèmes centraux, la mesure implique l'isolation de la tuyauterie de circulation de l'eau chaude et du réservoir.

4.3 Analyse des résultats

Comme mentionné précédemment, le PTÉ est évalué à 54 Mm³ pour l'ensemble des usages entre 2018 et 2022. Les mesures sélectionnées pour l'évaluation du PTÉ sont des mesures commercialement disponibles et techniquement éprouvées. Dans le cadre d'une évaluation sur un horizon relativement court, soit 5 ans, cette sélection est tout à fait adéquate.

La plus grande part du potentiel réside au niveau du chauffage de l'espace. Le contrôle optimal de la température représente la famille de mesure ayant le plus fort potentiel technico-économique.

4.3.1 Le chauffage

Du point de vue du chauffage, une fraction importante des économies d'énergie rentables se retrouvent donc au niveau du contrôle du point de consigne de température des logements. Cette mesure est comportementale, bien qu'elle puisse être implantée de manière automatique à l'aide de la programmation efficace des thermostats électroniques programmables et des thermostats intelligents. La mesure peut donc être sujette à l'effet d'effritement. Le maintien des économies liées à ces mesures exige alors des interventions régulières.

Du point de vue des équipements, trois mesures apparaissent dans le PTÉ : les chaudières à condensation, les combos et les ventilateurs récupérateurs de chaleur (VRC).

La mesure des chaudières à condensation n'est toutefois rentable qu'à son coût marginal et l'exploitation du potentiel exige donc de bien cibler les remplacements en fin de vie utile et les nouvelles constructions uniquement ayant une consommation importante. La mesure des fournaies à condensation n'est plus dans le potentiel suite à la mise à jour de la réglementation sur ces appareils.

Quant aux mesures touchant l'enveloppe thermique des bâtiments, celles-ci sont uniquement rentables qu'au moment de la construction ou lors de rénovations majeures.

4.3.2 Eau chaude et autres usages

La principale mesure pour le chauffage de l'eau et les autres usages est la récupération de chaleur des eaux grises. Cette mesure est rentable tant au coût total qu'au coût marginal bien que des contraintes pratiques peuvent, soit en réduire son taux de pénétration dans le marché ou en augmenter son coût. Les mesures de réduction de débit, comme les aérateurs et les pomme de douche, offrent un potentiel intéressant, mais l'acceptation de ces produits par les ménages demeure à valider.

Les mesures concernant les appareils tels que les chauffe-eau instantanés (sans réservoir) et les chauffe-eau à condensation sont incluses dans le PTÉ.

4.4 Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité sommaire a été effectuée en variant les coûts évités de +/-20% et +/-40%. Les résultats de l'analyse sont présentés au tableau de la page suivante.

Tableau 9 : Résultats de l'analyse de sensibilité du PTÉ – 5 ans du secteur résidentiel

Analyse de sensibilité du PTÉ (Mm ³)					
Taux	-40%	-20%	0%	20%	40%
Chauffage	21,6	31,0	35,4	58,6	59,6
Base	8,9	11,8	18,6	19,0	19,8
PTÉ - Total	30,5	42,8	54,0	77,6	79,5

Le PTÉ des mesures de chauffage visant l'enveloppe du bâtiment, les combos à condensation, les murs solaires, les chaudières à eau chaude à condensation de même que les thermostats programmables et intelligents, est affecté négativement lorsque le coût évité diminue. Par contre, lorsque les coûts évités augmentent, le PTÉ des mesures touchant l'enveloppe du bâtiment et les chaudières à condensation augmente et il devient alors possible de devancer le remplacement des thermostats manuels par des thermostats programmables. Aucune nouvelle mesure n'apparaît avec un accroissement des coûts évités de 40 %.

Le PTÉ des mesures de base visant l'enveloppe du bâtiment, la récupération des eaux grise, les chaudières à condensation de même que les appareils pour la réduction des débits des robinets baisse face à la diminution des coûts évités. Par contre, lorsque les coûts évités croissent, le PTÉ des mesures

portant sur les chaudières à condensation augmente. Le chauffage d'appoint de piscine à l'énergie solaire, jusqu'alors non rentable, le devient lorsque les coûts évités sont majorés de 40 %.

5 POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE DU SECTEUR COMMERCIAL ET INSTITUTIONNEL

Cette section présente le profil de consommation du secteur CI, les mesures d'économies d'énergie et l'évaluation du PTÉ.

Le sous-secteur du transport (aérien, ferroviaire et routier) est considéré dans ce secteur et traité distinctement.

5.1 Profil de consommation du secteur

Ce secteur compte un total de 51 290 clients répartis dans les marchés Affaires et VGE qui consomment 1 899 Mm³ de gaz naturel. La distribution des clients et de la consommation par sous-secteur pour les marchés du Distributeur est présentée à l'aide du tableau suivant.

Tableau 10 : Clients et consommations des sous-secteurs du CI en 2018

Marchés	Sous-secteurs	Nombre de clients	Consommation (Mm ³)	Intensité (m ³ /client)
Affaires	Commercial	44 862	1 167	26 006
	Institutionnel	5 307	395	74 477
	Transport	982	41	41 578
	Total	51 151	1 603	31 334
VGE	Commercial	17	36	2 160 312
	Institutionnel	112	200	1 786 985
	Transport	10	60	5 815 457
	Total	139	297	2 129 489
Affaires + VGE	Grand total	51 290	1 899	37 030

L'écart important quant à l'intensité énergétique moyenne entre les bâtiments des marchés Affaires et VGE, respectivement 31 334 m³ comparés 2 129 489 m³ par client, s'explique essentiellement par l'écart important des surfaces à chauffer.

La consommation extrapolée en 2018 de ce secteur est présentée à l'aide du tableau suivant.

Tableau 11 : Consommation des sous-secteurs du CI pour la période 2018

Commercial et institutionnel Vocations	Affaires Nb clients	Consommation				Ratio Base / tot.	VGE Nb clients	Consommation				Ratio Base / tot.
		Totale Mm ³	Base Mm ³	Chauffage Mm ³				Totale Mm ³	Base Mm ³	Chauffage Mm ³		
Commercial	44 862	1 167	409	757	35%	17	36	12	24	33%		
Transport	982	41	6	35	14%	10	60	45	15	75%		
Institutionnel	5 307	395	76	320	19%	112	200	85	115	43%		
Total	51 151	1 603	491	1 112	31%	139	297	142	154	48%		

En ce qui a trait aux nouvelles constructions, le nombre de nouveaux clients commerciaux et institutionnels à raccorder au réseau s'élèverait annuellement à une moyenne à près de 800 pour un accroissement de consommation de 38 Mm³.

Le secteur commercial et institutionnel est caractérisé par une forte consommation de chauffage et une faible consommation de base en ce qui a trait à l'utilisation de l'eau chaude.

Une vaste majorité de bâtiments consomment peu d'eau chaude, comme les commerces au détail et les immeubles de bureaux. Il n'y a que quelques segments particuliers où l'eau chaude constitue un poste de consommation d'énergie significatif, dont les hôtels, les motels, les restaurants, les hôpitaux, les centres d'accueil et les arénas.

Certains petits segments du commerce au détail, comme les buanderies, ont une consommation d'eau chaude plus importante. 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 pourraient être réalisées dans des segments plus fins du marché commercial et institutionnel.

5.2 Potentiel d'économies de gaz naturel entre 2018 et 2022

Le potentiel technique d'économies d'énergie, basé sur les économies des mesures techniquement réalisables, s'établit pour le secteur CI à 406,9 Mm³ de chauffage alors que celui de la consommation de base atteint 43,7 Mm³ à l'horizon 2022.

Entre 2018 et 2022, le (PTÉ) retenant les mesures rentables face aux coûts évités du Distributeur, atteint 265,3 Mm³ de chauffage et 23,0 Mm³ de consommation de base.

Quelque 612 mesures ont été appliquées dans le CI. La consommation et les économies des mesures d'efficacité énergétique concernant l'enveloppe du bâtiment et les systèmes de ventilation ont été évaluées par simulation avec des bâtiments types de petite et de grande surface pour chaque sous-secteur dont des commerces, supermarchés, écoles, universités, foyers pour personnes âgées, cliniques, hôpitaux, lieux de culte et concessionnaires automobiles.

5.2.1 Potentiel technico-économique

Le PTÉ est présenté pour la consommation de chauffage et celle de base. Un sommaire des mesures est présenté à la page suivante. La liste détaillée des mesures se retrouve en annexe III.

Le PTÉ en chauffage s'élève à 265,3 Mm³ soit 14,0 % de la consommation totale du secteur commercial et institutionnel. Quant au PTÉ de la consommation de base, il atteint 23,0 Mm³ représentant 1,2 % de la consommation total du secteur.

Le PTÉ global s'élève donc à 288,3 Mm³ soit 15,2 % de la consommation totale.

Les tableaux de la page suivante présentent les listes des mesures d'économies d'énergie retenues par le PTÉ.

Tableau 12 : Principales mesures du PTÉ du secteur CI

Mesures de chauffage	PTÉ (Mm ³)	Mesures de base	PTÉ (Mm ³)
Récupération de chaleur de l'air évacué	30,4	Système de lessive à ozonation	6,5
Optimisation du niveau d'air neuf sonde co2	27,5	Chaudière à eau condensation	4,0
Recommissioning	26,8	Chauffe-eau instantané à condensation	3,7
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée	26,0	Appareils de cuisson à haute efficacité + buse de rinçage	3,1
Optimisation des arrêts départs de la ventilation	24,5	Récupération des chaleur des eaux grises	2,4
Réduction des infiltrations	20,3	Chauffe-eau à condensation à accumulation	1,9
Récupération de chaleur de réfrigération	16,7	Isolation du système CED	0,7
Abaissement de la température	15,0	Récupération de chaleur de réfrigération	0,5
Chaudières à eau chaude à condensation	14,9	Optimisation du débit / contrôle des robinets	0,3
Gestion d'énergie	12,4	Laveuse à linge efficace	0,1
Optimisation de la température d'alimentation des chaudières	8,3	Autres	0,1
Infrarouge efficace	7,5	Total PTÉ base	23,0
Ajustement de la température des boucles de chauffage vs température extérieure	6,8	Consommation totale chauffage et base	1 899,0
Isolation des toits et des murs	6,2		1,2%
Optimisation du contrôle de l'humidité	5,1		
Aérotherme à condensation	4,2		
Optimisation du contrôle des hottes	4,1		
Fenêtres efficaces	4,1		
Mur solaire	1,8		
Récupération de chaleur des hottes	1,2		
Autres mesures	1,4		
Total PTÉ chauffage	265,3		
Consommation totale chauffage et base	1 899,0		
	14,0%		

Le PTÉ se distribue selon les types de mesures, comportementales, remplacement d'appareil et de rénovation ou modernisation selon les proportions présentées au tableau suivant.

Tableau 13 : Répartition du PTÉ du secteur CI selon les types de mesures

PTÉ des types de mesures (Mm ³)		2017
Comportemental		45,4
Enveloppe et systèmes		141,8
Appareils		40,1
Autres		61,0
Total PTÉ		288,3
Consommation (Mm ³)		1 899,0
		15,2%

La distribution du PTÉ selon les marchés et les secteurs est présentée à l'aide du tableau suivant.

Tableau 14 : Distribution des économies du PTÉ dans le secteur CI

	Affaires				VGE			
	Commercial	Institutionnel	Transport	Total	Commercial	Institutionnel	Transport	Total
Consommation (Mm ³)	1130,0	382,8	39,5	1552,3	42,5	234,3	69,9	346,7
PTÉ chauffage (Mm ³)	160,0	65,3	1,9	227,2	4,6	29,7	3,8	38,1
PTÉ base (Mm ³)	14,3	2,6	0,1	17,1	0,5	3,6	1,9	6,0
Total PTÉ (Mm ³)	174,5	67,9	1,9	244,3	5,2	33,3	5,6	44,0
	15,4%	17,7%	4,7%	15,7%	12,1%	14,2%	8,0%	12,7%

5.2.2 Description des mesures de chauffage

Les principales mesures de chauffage du PTÉ sont décrites ici.

Récupération de chaleur de l'air évacué

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.

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.

La référence est un VRC standard de 50 à 52% d'efficacité alors qu'un VRC efficace atteint 65%²².

Optimisation du niveau d'air neuf (ex.par sonde de CO₂)

La mesure consiste à contrôler l'entrée d'air neuf par un système motorisé de volets d'air neuf commandés en fonction du niveau du CO₂. Plusieurs sondes sont requises dans le cas de systèmes multizones.

²² ASHREA. SI44. Air-to-Air Energy Recovery.

Les sondes de CO₂ exigent une remise au point périodique. La mise en marche (commissioning) doit être effectuée correctement et le réglage des détecteurs doit être maintenu.

Des économies de 5 à 20% sont possibles²³.

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

Remise au point des systèmes mécaniques (Recommissioning)

Cette mesure consiste à procéder à un recommissioning rigoureux des bâtiments existants. Le recommissioning est appliqué tant aux bâtiments ayant déjà l'objet d'un commissioning dans le passé (retro-commissioning) que ceux n'ayant jamais fait l'objet d'un commissioning. Cette agrégation des deux mesures se justifie par le fait que l'impact et la démarche de recommissioning dans ces deux types de bâtiment sont pratiquement identiques.

Le recommissioning permet de s'assurer que les appareils et les systèmes du bâtiment fonctionnent de façon optimale afin de répondre aux besoins actuels des occupants. Le principal objectif consiste à mettre en évidence des améliorations opérationnelles peu coûteuses dans un bâtiment en exploitation, en vue d'améliorer le confort des occupants et de réaliser des économies d'énergie.

Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée

Cette mesure consiste à arrêter la ventilation en période d'inoccupation. Dans plusieurs bâtiments, cette optimisation horaire de la ventilation ne fait pas l'objet de suivi de la part des occupants d'un bâtiment ou de son propriétaire. Cette mesure s'implante normalement par l'intermédiaire d'un SIGE, d'un automate programmable ou simplement d'une minuterie dans les petits bâtiments²⁴.

Optimisation des arrêts départ de la ventilation

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

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

²³ Éco2Max. Bulletin Technologie - Juin 2009.

<http://www.eco2max.com/NewsletterFrame.asp?Page=Newsletter090601%5CNewsletter090601.asp>. Tel que lu le 25 novembre 2009.

²⁴ Peat Marwick Stevenson & Kellogg in association with Marbek Resource Consultants, Torrie Smith and Associates, WATSRF, May 1991. The economically attractive potential for energy efficiency gains in Canada Case Study #3 - Commercial.

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.

Cette mesure s'implante normalement par l'intermédiaire d'un système de gestion informatisé d'énergie (SIGE), mais elle peut également être implantée par une minuterie ou un automate programmable.

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 point 1 est similaire à celui soulevé avec la sonde de CO₂. En effet, le bénéfice de l'arrêt des systèmes tient en bonne partie de l'élimination d'un volume d'air neuf qui n'est pas requis. Si les volets étaient déjà fermés en période de chauffage (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 indique que la permanence des gains des mesures d'optimisation du fonctionnement passe par un suivi périodique des systèmes de contrôle.

Réduction des infiltrations

Cette mesure consiste à réduire l'infiltration d'air provenant des fenêtres et des diverses ouvertures, sauf les portes piétonnières qui sont traitées séparément, et intersections (joints et/ou perforations dans l'enveloppe du bâtiment). Cette mesure implique l'intervention de spécialiste dans le domaine de l'infiltration dans le secteur des bâtiments commerciaux.

Les économies d'énergie sont obtenues en réduisant le taux d'infiltration du bâtiment de 25% dans les simulations de consommation énergétique des bâtiments.

La réduction de l'infiltration d'air provenant des fenêtres, des portes et des défauts de l'enveloppe du bâtiment impliquant l'intervention de spécialistes du colmatage des infiltrations dans les bâtiments commerciaux permet des économies pouvant atteindre 13,4 %²⁵.

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).

²⁵ GDS Associates, 2009. Natural Gas Energy Efficiency Potential in Massachusetts, annexe table 2b.

La mesure comporte deux volets.

1. 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 chaude domestique, soit pour le chauffage de l'air.
2. Le deuxième volet consiste à récupérer une grande part de la chaleur des condenseurs, souvent plus de 80%. Cette mesure, difficile d'implantation dans les systèmes existants, est normalement implantée lors d'une rénovation majeure du système de réfrigération ou dans le cadre d'une nouvelle construction.

La mesure de la récupération totale de la chaleur des condenseurs requiert une conception qui n'est pas couramment utilisée dans l'industrie. Par contre, la désurchauffe est beaucoup plus répandue sur le marché. Enfin, cette mesure a été retenue tant pour les arénas, les grands supermarchés que les petits commerces d'alimentation.

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

Dans le cas des supermarchés, il est possible d'atteindre des économies de 40% de la consommation de chauffage de l'eau et des espaces²⁶.

Quelque 80 % des arénas ont implanté un système de récupération d'énergie permettant de récupérer 30 % de la consommation énergétique du système pour chauffer des espaces²⁷.

Abaissement de la température

L'abaissement de la température en période inoccupée 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.

S'implante normalement par l'intermédiaire d'un SIGE, d'un automate programmable ou d'un thermostat intelligent dans le cas de très petits bâtiments.

²⁶ Brian A. Fricke, Ph.D., 2011. Waste Heat Recapture from Supermarket Refrigeration Systems. Oak Ridge National Laboratory.

²⁷ CanmetÉNERGIE, 2013.

Chaudières à eau chaude à condensation

Cette mesure vise le remplacement d'une chaudière standard à eau chaude existante ou dans une nouvelle construction par une chaudière à condensation.

Elle permet le remplacement d'une chaudière eau chaude de moins de 300 kBtu/h d'un AFUE minimal de 82 % par un appareil efficace d'un AFUE ≥ 95 % ou d'une chaudière de plus de 300 kBtu/h d'une efficacité E_T de 0,80 par un appareil d'une efficacité E_T de 0,95.

Cette mesure n'est rentable que lors d'un remplacement en fin de vie utile ou au moment d'une nouvelle construction.

Gestion d'énergie

Un système de management de l'énergie (SMÉ) est un système d'amélioration continu visant à améliorer la performance énergétique d'un bâtiment. Le système s'articule sur une politique énergétique, qui définit des objectifs et des cibles de réduction de consommation énergétique ainsi que des processus et procédures pour atteindre les cibles.

Le système exige l'établissement de références de consommation en fonction de la température ou selon d'autres critères, la mise en œuvre de projets d'économies d'énergie (de nature comportementale ou nécessitant des investissements), leur mesurage et le suivi périodique de la performance énergétique à l'aide des références de consommation et la mise à jour des objectifs et des cibles d'amélioration énergétiques²⁸.

Cette mesure procure des économies atteignant 3 à 5 %

Optimisation de la température d'alimentation des chaudières

Cette mesure comprend :

- le contrôle de l'excès d'air d'alimentation des chaudières eau / vapeur
- Contrôle de l'air d'alimentation des chaudières eau / vapeur

Plus l'excès d'air est grand, plus le débit de fumées est grand, et plus l'énergie produite par la combustion est diluée. Afin d'améliorer la combustion, il est fortement recommandé d'ajuster l'excès d'air en fonction du régime d'opération de la chaudière²⁹. Des gains de 3 à 5 % par cette mesure sont possibles.

²⁸ Note : Un SMÉ est différent d'un SIGE. Le SIGE (Système d'information de gestion d'énergie) est un appareil de supervision et d'acquisition de données énergétique et de commande des systèmes du bâtiment permettant de gérer à l'intérieur de cibles énergétiques alors que le SMÉ est une approche globale de gestion de l'énergie par la direction. La disponibilité d'un SIGE est un outil important pour un SMÉ.

²⁹ AGPI, 2014

Infraouge efficace

Les radiateurs à infrarouge permettent des économies en chauffant les objets et les corps et non l'air. Dans les grands espaces, ils permettent une diminution de la stratification de l'air.

Entrepôts, garage à plafond élevé présentant une stratification importante sont visés.

Lors du remplacement d'un aérotherme standard d'un AFUE de 80%, elle permet un gain de 26%³⁰.

Ajustement de la température des boucles de chauffage vs température extérieure

Cette mesure propose l'installation d'un dispositif qui contrôle automatiquement la température de l'eau de la chaudière selon un programme basé sur la température extérieure. L'eau peut être produite un peu moins chaude pendant l'automne et le printemps, et un peu plus chaude pendant les périodes les plus froides de l'hiver³¹.

Plusieurs stratégies de contrôle sont réalisables en fonction des particularités du système³². Des gains de 5 %³³ sont possibles.

Isolation des toits et des murs

Le potentiel sur l'amélioration à l'enveloppe du bâtiment est relativement restreint. Toutefois, cette mesure d'isolation est rentable uniquement sur la base de son coût marginal, soit lors de la construction ou d'une rénovation majeure de la toiture et de murs. La rentabilité de cette mesure pour le client peut varier grandement selon les situations particulières à chaque bâtiment. La portion du parc admissible à cette mesure est moins bien connue que pour le marché résidentiel.

Optimisation du contrôle de l'humidité

Un meilleur contrôle de l'humidité en fonction de la température extérieure permet des économies d'énergie en chauffage. L'air humide nécessite plus d'énergie par degré de chauffage que l'air sec alors qu'un air trop sec sera inconfortable.

Aérothermes à condensation

Cette mesure vise le remplacement de générateur d'air chaud standard ou d'aérotherme standard (AFUE courant de 80%) par un aérotherme à condensation (AFUE 95 %). Permet selon leur positionnement un déplacement de l'air chaud du plafond vers le plancher.

³⁰ Op. Cit. GDS and Associates, 2009, tableau B-2b, annexe B.

³¹ ESC Energy Solution Center. Boiler Reset Control. http://naturalgasefficiency.org/for-residential-customers/boiler_reset_control/. Tel que lu le 5 décembre 2016.

³² John Siegenthaler, 2011. Modern Hydronic Heating : For Residential and Light Commercial Buildings, 3e édition, Nelson Education, p.353

³³ Op, Cit. GDS, 2009

Optimisation du contrôle des hottes

Cette mesure consiste à réduire le temps de fonctionnement à plein débit des hottes de cuisine ou de laboratoires selon les charges d'utilisation.

Cette mesure peut s'appliquer de plusieurs façons. Dans les restaurants, les hottes de cuisine peuvent être munies de moteur à vitesse variable et de détecteurs pour en ajuster le débit. En période peu achalandée, les évacuateurs sont alors en mode basse vitesse.

Murs solaires

Un capteur solaire passif, de type SolarWall, est constitué d'un revêtement métallique installé à quelques centimètres d'un mur orienté au sud.

Des ventilateurs distribuent l'air neuf s'infiltrant dans le capteur pour être préchauffé pour les unités de toit et générateurs d'air chaud augmentant ainsi leur efficacité³⁴.

Économies annuelles possibles de 35 m³ de gaz par m² de surface du mur solaires lorsqu'orienté plein sud³⁵.

Récupération de chaleur des hottes

Les hottes à haute efficacité énergétique permettent de récupérer l'énergie disponible de l'air extrait, même si c'est un flux d'air humide chargé en graisses. Les procédés de récupération d'énergie doivent prendre en compte cette particularité, en intégrant un échangeur à faible encrassement et un système d'entretien peu énergivore.

5.3 Description des mesures de consommation de base

Les principales mesures du PTÉ pour l'eau chaude sanitaire et les autres usages du marché CI sont décrites ici.

Système de lessive à ozonation

La mesure vise à installer un système de génération d'ozone sur une machine à laver.

L'ozone se dissout dans l'eau à une température froide et active les détergents, améliorant leur activité et conduisant à un nettoyage plus efficace.

Cette mesure réduit considérablement la demande en eau chaude. L'acceptation de la mesure sur des bases sanitaires représente un obstacle possible.

La mesure permet de sauver 50 % de la consommation en eau d'une blanchisserie³⁶.

³⁴ Op. Cit. SolarWall.

³⁵Note : évalué à partir des études de cas

³⁶ Op. Cit. GDS, 2009. Tableau B-2, p. 13.

Chauffe-eau à condensation

Cette mesure vise le remplacement en fin de vie utile au coût marginal des chauffe-eau conventionnels d'une efficacité courante FE=0,80 par des chauffe-eau à condensation d'un FE=0,95.

Chauffe-eau instantané

La mesure consiste à installer un chauffe-eau instantané (sans réservoir) d'un AFUE de 96 plutôt qu'un chauffe-eau à réservoir dans les nouvelles constructions.

L'économie du chauffe-eau instantané provient de l'évitement de la perte thermique lors du maintien en température de l'eau chaude emmagasinée dans le réservoir du chauffe-eau conventionnel et la perte thermique dans les conduites.

Appareils de cuisson à et buse de rinçage haute efficacité

Cette mesure regroupe plusieurs mesures de remplacement d'appareil de cuisine telles que des friteuses, cuiseurs à vapeur, plaque à cuisson et fours par des appareils à haute efficacité de même que des buses de nettoyage économiseurs d'eau chaude par des buses à haute efficacité^{37,38}.

Dans des cuisines commerciales, les gains peuvent atteindre annuellement entre 100 et 400 m³ par appareil. On compte 10 000 cuisines dans des établissements tels que les restaurants, hôtels, centre d'accueil, hôpitaux, écoles, cégep et universités.

Récupérateur de chaleur des eaux grises

Cette mesure consiste à installer un échangeur de chaleur sur les drains principaux du bâtiment et ainsi de préchauffer l'eau d'alimentation des chauffe-eau. Des produits de ce type sont maintenant disponibles sur le marché. Le marché visé par cette mesure inclut uniquement les bâtiments où l'usage de l'eau chaude est suffisamment important et permet d'avoir une coïncidence entre la demande et les rejets (ex. douches). Le récupérateur n'est d'aucune utilité dans le cas de courtes demandes en eau chaude.

Chauffe-eau à accumulation à condensation

La mesure vise à remplacer un chauffe-eau (FE=0,80) en fin de vie utile par un chauffe-eau à condensation (FE=0,95).

Le coût incrémental pour un chauffe-eau à accumulation à condensation est particulièrement élevé et n'est rentable pour le PTÉ qu'en présence de grandes demandes d'eau chaude tels que dans les restaurants.

³⁷ RNC, 2012. Guide ENERGY STAR® pour les cuisines commerciales

³⁸ Étude du CNTG

Isolation du système d'ECD

Les systèmes de production et de distribution d'eau chaude domestique dans le marché commercial et institutionnel peuvent se répartir en deux types principaux : 1) les systèmes centraux à circulation continue; 2) les systèmes distribués opérant sur demande.

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

Le second type est identique à ceux rencontrés dans le 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.

5.4 Analyse des résultats

Cette étude a permis d'obtenir une estimation du potentiel d'économie d'énergie pour le marché commercial et institutionnel au Québec. Le PTÉ est évalué à 288,3 Mm³ entre 2018 et 2022, soit 15,2 % de la consommation totale, pour l'ensemble des vocations et des usages.

5.4.1 Le chauffage

Du point de vue du chauffage, les pistes les plus prometteuses d'économies d'énergie rentables se retrouvent au niveau de l'optimisation de l'opération des bâtiments et du contrôle et du traitement de l'air neuf. La mise en place de remise en état de ces systèmes par un recommissioning ou de stratégie de contrôle par un système de gestion de l'énergie (SGE) offre un potentiel particulièrement intéressant. Un des aspects importants à vérifier est le maintien des économies sur une période raisonnable suite à l'implantation de ces mesures.

La gestion d'énergie est une mesure comportementale qui pénètre lentement le secteur CI dans d'autres juridictions, car elle est difficile à implanter. Notons que cette mesure peut s'effriter après quelques années si un suivi du déploiement du système de gestion n'est pas effectué.

Du point de vue des équipements, les chaudières à eau à condensation, l'infrarouge efficace et les aérothermes à condensation sont rentables dans le PTÉ en remplacement en fin de vie utile ou en nouvelle construction lorsque les consommations sont importantes.

5.4.2 L'eau chaude sanitaire et autre usage

La production d'eau chaude sanitaire représente une portion relativement faible de la consommation globale de gaz naturel dans le secteur CI. Le potentiel s'y retrouvant est avant tout relié à l'installation de système à faible consommation pour la lessive commerciale et l'utilisation d'équipements à haut rendement pour la production de l'eau chaude. Il faut toutefois noter que cette dernière mesure n'est rentable qu'au coût marginal et que l'exploitation du potentiel exige donc une intervention au moment du remplacement et de la nouvelle construction. Quant à la récupération de chaleur des eaux grises, cette mesure démontre un potentiel intéressant.

Les chaudières à condensation, les chauffe-eau à accumulation et les chauffe-eau instantanés sont rentables pour le PTÉ lors d'un remplacement en fin de vie utile ou dans le cas d'une nouvelle construction lorsque les volumes d'eau à chauffer sont très importants comme dans les buanderies, restaurants et cuisines d'établissements.

Les appareils de cuisson efficaces des cuisines des restaurants et grands établissements sont également rentables.

5.5 Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité sommaire a également été effectuée en variant les coûts évités de +/-20% et +/-40%. Les résultats de l'analyse sont présentés au tableau de la page suivante.

Tableau 15 : Résultats de l'analyse de sensibilité du PTÉ – 5 ans du secteur CI

Analyse de sensibilité du PTÉ (Mm ³)					
Taux	-40%	-20%	0%	20%	40%
Chauffage	171,5	208,0	265,3	394,0	409,5
Base	13,7	13,8	23,0	23,2	25,0
PTÉ - Total	185,2	221,7	288,3	417,2	434,5

En chauffage, une baisse des coûts évités diminue le PTÉ des mesures touchant l'enveloppe du bâtiment de façon importante, des chaudières à condensation, des murs solaires. Avec une diminution de 40 % des coûts évités de chauffage, le PTÉ des mesures des chaudières à condensation et des murs solaires est nul. Par contre, une hausse des coûts évités augmente le PTÉ de plusieurs mesures dont les chaudières à condensation à eau et surtout, de façon très importante, les mesures portant sur l'enveloppe du bâtiment. Certaines nouvelles mesures dont les ventilateurs à déstratification, l'automatisation avancée des bâtiments de même que les chaudières à vapeur deviennent rentables.

En ce qui a trait à la consommation de base, les mesures de chauffe-eau à accumulation à condensation et les chauffe-eau instantanés voient leur PTÉ diminuer de façon notable pour devenir nul face à une diminution des coûts évités de 40 %. Avec une augmentation des coûts évités, ces mêmes mesures accroissent la valeur du PTÉ. Toutefois, aucune nouvelle mesure ne devient rentable.

Ce chapitre présente les usages industriels du gaz naturel, les mesures d'efficacité énergétiques et les résultats du potentiel technico-économique (PTÉ) du secteur industriel des marchés Affaires et VGE.

Sont regroupés dans le secteur industriel, les sous-secteurs agricoles, exploitation forestière, mines, construction et industriel.

6.1 Profil de consommation du secteur industriel

Le secteur industriel, suite à l'extrapolation pour 2018, compte 8 286 clients du marché Affaires qui consomment 648,7 Mm³ et 244 clients du marché VGE consommant 2 471,6 Mm³ de gaz naturel.

Le tableau suivant présente la distribution des clients du Distributeur et des consommations de gaz naturel pour le secteur industriel des marchés Affaires et VGE.

Tableau 3 : Distribution des clients et des consommations du secteur industriel des marchés Affaires et VGE pour la période 2018

Marchés	Segmentation selon les marchés		
	Nombre de clients	Consommation (Mm ³)	Intensité (m ³ /client)
Affaires	8 286	648,7	78 291
VGE	244	2 471,6	10 129 508
Total	8 530	3 120,3	365 812

L'énorme intensité énergétique du secteur industriel du marché VGE atteignant plus de 10,1 Mm³ par client s'explique par l'importante utilisation du gaz pour fournir l'énergie thermique aux procédés industriels. Le gaz naturel utilisé comme matière première n'est pas considéré.

6.1.1 Chauffage des bâtiments

Dans le secteur industriel du marché Affaires, la part du gaz naturel utilisée pour le chauffage atteint une moyenne de 50 % alors qu'elle n'est que 17 % dans la grande industrie du marché VGE.

Dans les industries dont les procédés sont exothermiques, par exemple dans les usines de pâtes et papiers, les usines chimiques et les alumineries, une part importante du chauffage des espaces est assumée par la récupération de chaleur des procédés, ou carrément, par la chaleur dissipée par ceux-ci.

Dans le secteur industriel Affaires, les sources de chauffage sont souvent nombreuses : chauffage électrique des bureaux, chauffage au gaz naturel de l'usine et des entrepôts et divers types de chauffage en appoint, au bois ou au mazout selon les sous-secteurs industriels.

6.1.2 Usages de base

Le gaz naturel est utilisé dans des chaudières pour produire de l'eau chaude ou de la vapeur pour le procédé.

Il peut être utilisé directement dans le procédé que ce soit par combustion directe, indirecte ou par infrarouge.

La consommation de gaz naturel par les procédés est en moyenne de 83 % dans les grandes industries et de 50% dans la moyenne industrie³⁹. Dans les plus petites industries, cette proportion consacrée aux procédés représenterait moins de 15%.

Le tableau de la page suivante décrit les principaux procédés utilisant le gaz naturel selon les différents secteurs industriels des grandes industries et de la PMI considérés par les mesures.

Tableau 17 : Principaux procédés consommateurs de gaz naturel

SCIAN	Secteurs	Usage du gaz naturel dans les procédés
2020	Extraction minière	Chauffage de l'air de ventilation de la mine souterraine. Séchage du minéral
311 et 312	Transformation des aliments	Eau chaude de nettoyage, réservoir de thermisation et pasteurisateur à la vapeur ou à l'eau chaude. Stérilisateur, concentrateur, évaporateur. Fours de cuisson et séchoirs à combustion directe ou indirecte Cuves et fondoirs à la vapeur
313 à 316	Textile et vêtements	Bains de lavage, de blanchiment et de teinture à la vapeur. Séchage des produits à la vapeur. Pressoirs et calandres à la vapeur
3211	Fabrication de produits en bois	Séchoirs et torréfacteurs de bois par feu direct ou à la vapeur.
321216	Usines de panneaux particules et de fibres	Tambours presseurs-sécheurs à air chaud des matelas de particules et de copeaux chauffés par l'huile thermique ou l'eau chaude.
322	Usine de pâtes chimiques et de papier, fabrication de cartons	Vapeur pour lessiveurs et tamiseurs (pâtes chimiques). Raffineur (pâtes thermomécaniques). Fours à chaux à feu direct et sécherie de machine à papier (calandres) à la vapeur ou à l'infrarouge, rinceurs à la vapeur et chauffage des silos d'eau blanche. Sécherie.
3230	Impression	Sécheur d'encre à l'infrarouge (impression Offset). Incinérateur à solvants.
324 et 325	Produits du pétrole et de la chimie	Génération d'eau chaude et de vapeur de procédé
324121	Fabrication de mélange d'asphalte	Maintien du bitume liquide dans les réservoirs et les conduits par de l'huile chaude. Séchoir d'agrégats à feu direct.

³⁹ On exclut ici le gaz naturel utilisé comme matière première dans la fabrication du produit.

SCIAN	Secteurs	Usage du gaz naturel dans les procédés
326	Fabrication de produits en plastique et en caoutchouc	Déshumidification de la matière première (pastilles de plastique), chauffage des préformes des machines de moulage par extrusion. Chauffage de l'huile thermique et fabrication de vapeur pour le chauffage des moules des machines de moulage par compression.
327	Fabrication de produits réfractaires et de verre et de ciment	Fours à haute température de fusion du verre et de cuisson de réfractaires. Fours rotatifs à haute température de fabrication du clinker
331 et 332	Transformation des métaux	Préchauffage des charges des fours de fusion à haute température. Préchauffage des creusets. Fours de fusion. Séchage de moules. Fours de calcination d'alumine et cuisson d'anodes. Fours de traitement thermique
335 à 337	Industrie de diverses fabrications	Appareillage de mise en forme, fours basse température de cuisson et de séchage. Séchage à infrarouge

Les principaux usages du gaz naturel dans les procédés sont présentés ici.

Chauffage de l'eau et production de vapeur.

Ces usages se retrouvent surtout dans les secteurs industriels suivants : l'industrie alimentaire en général, les pâtes et papiers particulièrement les usines de pâtes chimiques, l'industrie du vêtement, les raffineries de pétrole, la fabrication de mélange d'asphalte et l'industrie chimique en général.

1. La chauffe par combustion directe ou indirecte. Cette configuration se retrouve dans les secteurs industriels suivants :
 - a. en sidérurgie, en transformation de l'aluminium et dans les fonderies et les industries de mise en forme des métaux pour les fours de fusion, les fournaies de réchauffe et les creusets
 - b. dans l'industrie alimentaire pour les fours de cuisson, les séchoirs et les bassins
2. Pour les appareils de séchage à l'infrarouge dans les cartonneries, l'industrie du matériel de transport et celle des appareillages électriques et électroniques.

La contribution de plusieurs sources d'énergie pour chauffer l'eau et produire la vapeur utilisée pour différents usages de chauffage de bâtiment ou d'énergie thermique pour le procédé ne permet pas d'attribuer spécifiquement des mesures à des sources spécifiques d'énergie.

6.2 Potentiel d'économies de gaz naturel entre 2018 et 2022

Entre 2018 et 2022, le potentiel technique d'économies d'énergie, basé sur les économies des mesures du potentiel technique, s'établit pour le secteur industriel Affaires à 121,8 Mm³ et à 368,7 Mm³ pour le secteur industriel VGE.

Le potentiel technico-économique (PTÉ) retenant les mesures rentables du potentiel technique, face aux coûts évités du Distributeur, atteint 60,5 Mm³ pour le secteur industriel Affaires et 300,9 Mm³ pour le secteur industriel VGE à l'horizon 2022.

Quelque 1 200 mesures ont été appliquées dans ces secteurs. La liste détaillée des mesures se retrouve en annexe ANNEXE IV - LISTE DES MESURES - INDUSTRIEL.

6.2.1 Potentiel technico-économique

Les potentiels technico-économiques des secteurs industriels des marchés Affaires et VGE pour les consommations de chauffage et de base sont présentés dans les pages qui suivent.

Tableau 18 : Principales mesures du PTÉ du secteur industriel du marché affaires

PTÉ des mesures - Secteur industriel du marché Affaires	PTÉ (Mm ³)
Mise en oeuvre d'un programme de gestion des purges	6,8
Développement d'un programme de maintenance	5,3
Contrôle avancé de la combustion (modulation)	4,3
Remplacement d'aérothermes par des aérothermes à condensation	3,8
Amélioration de l'isolation de la chaudière et du circuit de distribution	3,2
Amélioration de l'isolation du bâtiment	3,0
Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	2,9
Amélioration du programme de gestion des purges	2,9
Gestion d'énergie	2,9
Amélioration du programme de maintenance	2,8
Préchauffage de l'eau d'alimentation des bouilloires par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	2,6
Optimisation du chauffage de la mine	2,0
Ajout de chauffe eau à contact direct pour préchauffer l'eau de bouilloires	2,0
Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	1,4
Amélioration du traitement de l'eau	1,2
Optimisation de la récupération des condensats (remplacement de cycles ouverts par fermés)	1,2
Remplacement d'un générateur d'air chaud par un générateur à condensation à haut rendement à brûleur modulant.	1,1
Mise en oeuvre ou réparation du système de traitement de l'eau	1,0
Réduction des infiltrations d'air des bâtiments	0,9
Préchauffer l'air neuf par des murs solaires	0,8
Amélioration de la maintenance	0,8
Réparation des fuites de vapeur du réseau de distribution	0,8
Récupération de chaleur ventilée provenant des hottes des MAP pour chauffer des locaux en hiver.	0,8
Amélioration de l'isolation des fournaies	0,7
Système de contrôle de pression	0,7
Amélioration de l'entretien des fournaies	0,6
Autres mesures	4,2
Total du PTÉ	60,5
Consommation totale	647,8
	9,3%

Tableau 19 : Principales mesures du PTÉ du secteur industriel du marché VGE

PTÉ des mesures - Secteur industriel du marché VGE	PTÉ (Mm ³)
Gestion d'énergie	51,4
Intégration des procédés	24,6
Amélioration de l'isolation de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	18,3
Ajout de chauffe eau à contact direct pour préchauffer l'eau de bouilloires	16,6
Récupération de chaleur des rejets de vapeur des digesteurs	15,9
Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	15,7
Préchauffage de l'eau d'alimentation des bouilloires par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	14,5
Mise en oeuvre d'un programme de gestion des purges	14,0
Amélioration du programme de gestion des purges	10,5
Optimisation de la récupération des condensats (remplacement de cycles ouverts par fermés)	9,5
Amélioration du traitement de l'eau	9,5
Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	9,0
Récupération de chaleur ventilée provenant des hottes des MAP pour chauffer des locaux en hiver.	8,6
Mise en oeuvre ou réparation du système de traitement de l'eau	8,3
Amélioration du programme de maintenance	6,7
Système de contrôle de pression	6,4
Réduction des infiltrations d'air	5,6
Remplacement d'aérotherme par aérothermes à condensation	5,0
Amélioration de l'isolation du bâtiment	4,5
Réparation des fuites de vapeur du réseau de distribution	4,1
Développement d'un programme de maintenance	3,6
Optimisation de la ventilation et du débit d'air neuf	3,2
Amélioration des pratiques d'opération des bouilloires	3,1
Contrôle avancé de la combustion (micromodulation)	2,5
Contrôle avancé de la combustion (modulation)	2,3
Utilisation du condensat à haute pression pour générer de la vapeur basse pression	2,2
Préchauffer l'air neuf par des murs solaires	2,1
Réduction de la pression de vapeur	2,1
Amélioration de l'isolation de la chaudière et du circuit de distribution	1,9
Recompression mécanique de la vapeur des sècheurs de la MPA pour réutilisation en séchage	1,8
Isolation des réservoirs d'entreposage d'asphalte et du circuit d'huile thermique que l'on utilise pour chauffer ces réservoirs	1,6
Amélioration de la maintenance	1,6
Amélioration de l'isolation des fournaies	1,5
Préchauffage de l'air de combustion	1,5
Accroissement de l'extraction de l'eau	1,4
Enlèvement des lignes de vapeur non utilisées	1,3
Remplacement d'un générateur d'air chaud par un générateur à condensation à haut rendement à	1,1
Autres mesures	7,5
Total PTÉ	300,9
Consommation totale	2471,6
	12,2%

6.2.2 Description sommaire des principales mesures

Les mesures d'efficacité énergétique sont tirées d'analyses de potentiel d'économies d'énergie, d'études de cas et d'analyses énergétiques d'usines et de secteurs industriels. La bibliographie en référence aux mesures industrielle est présentée en annexe V.

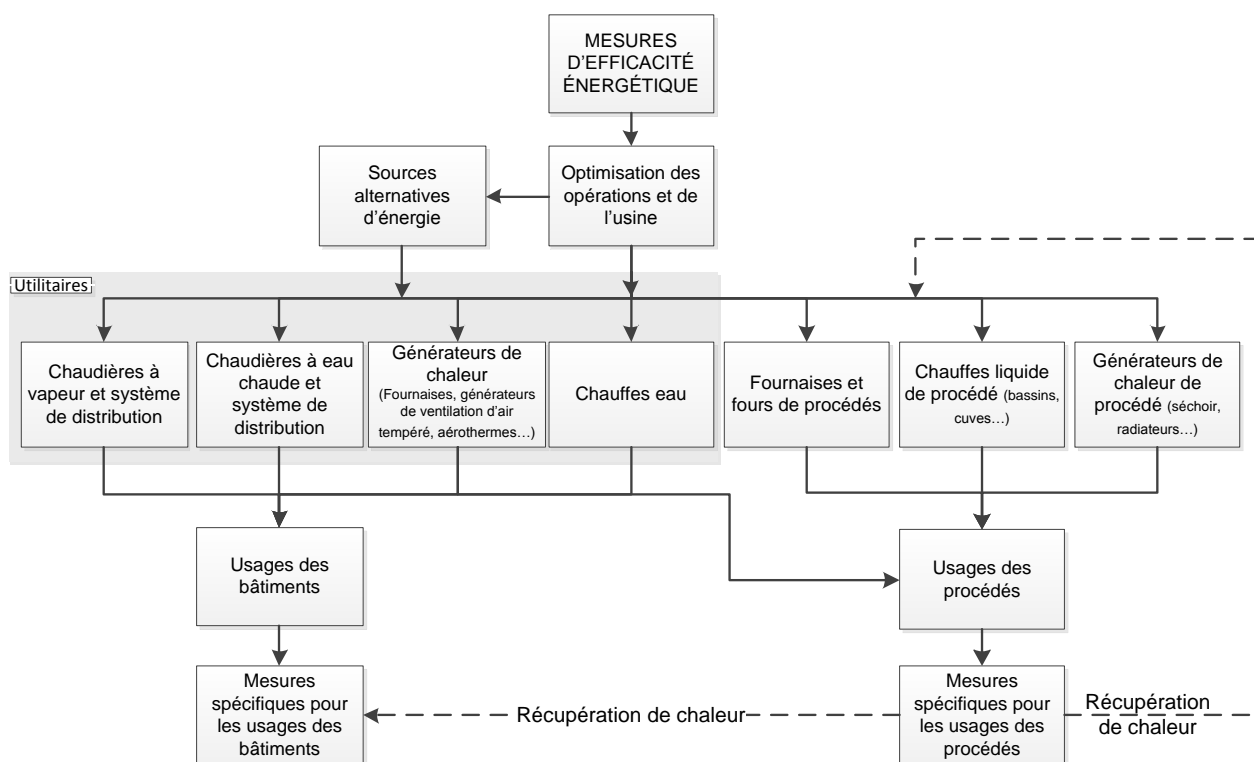
La figure 5 suivante montre tous les aspects touchés par les mesures d'efficacité énergétique chez les clients industriels.

Les mesures d'optimisation des opérations et de l'usine concernent :

- La gestion de l'énergie
- La maintenance des équipements
- L'intégration des procédés par la méthode du pincement.

Les mesures d'optimisation des opérations et de l'usine ont un impact sur l'ensemble des usages des équipements consommant directement le gaz naturel ou indirectement en consommant l'eau chaude et la vapeur chauffées gaz naturel comme le montre la figure 5.

Figure 5 : Aspects touchés par les mesures d'efficacité énergétique



Les mesures concernant les sources alternatives d'énergie visent essentiellement la réduction de la consommation de gaz naturel par son remplacement par l'énergie solaire.

Les mesures qui concernent les utilitaires de l'usine sont celles appliquées sur les chaudières à vapeur et à eau chaude, les générateurs de chaleur et les chauffe-eau et leur réseau de distribution qui produisent l'eau chaude, la chaleur et la vapeur pour les usages du bâtiment et des procédés.

Les mesures touchant spécifiquement les usages du bâtiment telles qu'une meilleure isolation thermique ou une optimisation de la ventilation sont également prises en compte.

Les pages qui suivent décrivent sommairement les principales mesures du PTÉ pour le secteur industriel.

Gestion d'énergie

Mise en oeuvre d'un système de gestion d'énergie selon l'approche ISO 50001. La gestion d'énergie consiste à établir une référence de consommation de l'usine, à définir des indicateurs de performance et des objectifs d'amélioration en relation avec la référence de consommation. Un processus d'amélioration continue permet de rechercher et de corriger les gaspillages d'énergie et ainsi augmenter la performance énergétique de l'usine.

La gestion d'énergie permettrait de réduire la consommation des usines d'environ 3 % à 5 %.

Intégration des procédés⁴⁰

L'intégration des procédés est une approche globale et systématique qui analyse un procédé industriel dans son ensemble, plutôt que de considérer chaque équipement ou système énergétique indépendamment, afin de déterminer les meilleures stratégies pour une utilisation efficace de l'énergie et des ressources. Elle peut être utilisée pour améliorer l'efficacité énergétique et réduire les coûts d'énergie d'une usine, mais aussi pour minimiser les émissions de gaz à effet de serre et la quantité d'eau qu'elle utilise.

L'une des techniques les plus pratiques à avoir vu le jour dans le domaine de l'intégration des procédés est l'analyse Pinch. Cela est dû à la simplicité et au côté pratique des concepts sur lesquels elle repose, mais surtout aux résultats spectaculaires obtenus dans de nombreux projets industriels à travers le monde.

Selon le secteur d'activité et la performance énergétique de l'usine, l'intégration des procédés conduit à des économies d'énergie substantielles, généralement de l'ordre de 10 à 30 %, et parfois plus, avec une période de retour sur l'investissement de 1 à 3 ans. Plusieurs projets illustrant les bénéfices de l'intégration des procédés dans plusieurs procédés industriels sont présentés à la section réalisations.

Amélioration de l'isolation de la chaudière et du circuit de distribution

L'isolation des chaudières permet une réduction des déperditions calorifiques et par conséquent

⁴⁰ Source : CANMET

augmentation du rendement de la chaudière. L'isolation permet également la protection contre les brûlures et la prévention de l'échauffement de la chaufferie pour garantir une ambiance de travail acceptable.

Les nouveaux matériaux d'isolation peuvent réduire de 6 à 26% les pertes thermiques.

Ajout de chauffe-eau à contact direct pour préchauffer l'eau de bouilloires

Le chauffe-eau à contact direct à 99,7 % d'efficacité est plus efficace qu'une bouilloire ayant généralement une efficacité de 65 %.

Il n'est pas rentable du point de vue du PTÉ de remplacer les bouilloires par des chauffe-eau à contact direct. Toutefois, le chauffe-eau à contact direct peut-être rentable pour préchauffer l'eau d'alimentation des bouilloires ce qui se traduit par une augmentation notable de l'efficacité de la bouilloire⁴¹.

Récupération de chaleur des rejets de vapeur des digesteurs

Les digesteurs particulièrement dans les usines de pâtes et papiers consomment une grande quantité de vapeur dont les rejets peuvent être récupérés.

Dans le procédé de pâte chimique Kraft, la vapeur est produite lorsque la pâte chaude et le bain de cuisson sont réduits à la pression atmosphérique à la fin du cycle de cuisson. La chaleur récupérée à partir de ces procédés peut être utilisée dans d'autres applications de l'installation, telles que le préchauffage des puces, le chauffage de l'eau de l'installation ou l'évaporation de la liqueur noire⁴².

Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air

Le contrôle de l'air en excès est l'outil le plus important pour ce qui est de la gestion de l'efficacité énergétique et des émissions atmosphériques d'une chaudière.

De manière générale, on peut dire qu'une réduction de 1 % d'oxygène en excès réduira la consommation de combustible de 1 %.

Le contrôle efficace de l'air comburant en excès comprend également la protection contre l'infiltration d'air indésirable dans la cavité de combustion de la chaudière ou le système de carneau. L'air entre par les couvercles qui fuient, les lunettes d'observation, les joints défectueux et les autres ouvertures⁴³.

⁴¹ Direct Contact Water Heater. <http://www.kemcosystems.com/portfolio-item/direct-contact-water-heater/>

⁴² Klaas Jan Kramer, Eric Masanet, and Ernst Worrell - Lawrence Berkeley National Laboratory, 2010 - Energy Efficient Opportunities in the U.S. Pulp and Paper Industry

⁴³ RNC, 2008 - Amélioration de l'efficacité énergétique des systèmes de chauffage, p. 4.

Préchauffage de l'eau d'alimentation des bouilloires et chauffe de procédé par la récupération de chaleur des gaz de Carneau

En utilisant un équipement qui détourne l'énergie thermique des gaz de combustion vers les autres éléments de l'appareillage de chaufferie, on peut réduire considérablement la perte de chaleur par les gaz de combustion. Ainsi, les échangeurs de chaleur appelés « économiseurs » transfèrent la chaleur de ces gaz à l'eau d'alimentation de la chaudière et les préchauffeurs utilisent l'énergie des gaz de combustion chauds pour chauffer l'air comburant.

Un moyen particulièrement éconergétique de récupérer la chaleur consiste à avoir recours à un condenseur de gaz de combustion à contact direct, qui pulvérise de l'eau dans les gaz de combustion et fait passer l'eau chaude vaporisée par un échangeur de manière à transférer la chaleur à l'eau d'appoint de la chaudière ou aux autres procédés de l'usine. Les condenseurs de gaz de combustion récupèrent la chaleur de vaporisation latente et une bonne partie de la chaleur sensible provenant de la vapeur d'eau dans les gaz de combustion; ils peuvent ramener à 38 °C la température des gaz de combustion.

Amélioration de 1 % de l'efficacité de la chaudière par 20°C d'abaissement de la température. Les économiseurs à condensation permettent une récupération plus efficace de chaleur des gaz pour préchauffer l'air de combustion, de l'eau d'alimentation ou des locaux.

Amélioration du programme de gestion des purges et/ou mise en oeuvre d'un programme de gestion des purges

Il faut purger périodiquement l'eau de chaudière pour prévenir la formation de tartre qui réduit l'efficacité de la chaudière. Cependant, si la purge est excessive, on gaspille de la chaleur, de l'eau et des produits chimiques servant à la traiter. La quantité d'eau de purge est souvent supérieure à celle requise pour prévenir la formation de tartre.

La mise en œuvre d'un programme de gestion de purge permet d'optimiser le purgeage évitant ainsi la formation de tartre et la perte thermique d'un purgeage excessif.

Les essais périodiques portant sur les matières dissoutes totales et l'ajustement du taux de purge sont des mesures minimales d'un programme de gestion des purges. Si la purge est effectuée plus souvent pour de plus petits volumes d'eau, on peut maintenir la quantité de solides beaucoup plus près du maximum voulu.

Une gestion déficiente des purgeurs peut occasionner des pertes de 10 % de l'énergie consommée. Un monitoring automatique des purgeurs permet de détecter leur mal fonctionnement.

6.3 Analyse des résultats

La gestion d'énergie associée au *Lean Manufacturing* devenant le *Lean & Energy* permet une amélioration importante de la productivité énergétique. Il s'agit alors, non seulement d'une mesure d'efficacité énergétique, mais également d'une mesure d'amélioration de la compétitivité.

Les mesures qui permettent d'améliorer le fonctionnement des équipements et des systèmes de génération et de distribution de vapeur procurent d'importantes économies. Un grand nombre d'industries québécoises sont des consommatrices intensives de vapeur.

6.4 Analyse de sensibilité

Une analyse de sensibilité sommaire a également été effectuée en variant les coûts évités de +/-20% et +/-40%. Les résultats de l'analyse sont présentés au tableau de la page suivante.

Tableau 20 : Résultats de l'analyse de sensibilité du PTÉ – 5 ans du secteur industriel

Analyse de sensibilité du PTÉ (Mm ³)					
Taux	-40%	-20%	0%	20%	40%
VGE	233,3	270,4	300,9	302,2	310,3
Affaires	47,8	51,5	60,5	69,7	72,2
PTÉ - Total	281,1	321,9	361,4	371,9	382,5

Dans le cas du secteur industriel VGE, une baisse des coûts évités réduit considérablement le PTÉ des mesures de gestion d'énergie, des aérothermes à condensation, d'amélioration de l'efficacité des bouilloires et de l'isolation des bâtiments. Pour une baisse de 40 %, le PTÉ de ces mesures est réduit de 25 à 50 %.

Une augmentation des coûts évités, même de 40 % augmente quelque peu le PTÉ des mesures de gestion d'énergie, d'intégration des procédés, d'aérothermes à condensation et de murs solaires.

En ce qui a trait au secteur industriel Affaires, une baisse des coûts évités réduit considérablement le PTÉ des mesures de gestion d'énergie, des aérothermes à condensation, d'amélioration de l'efficacité des bouilloires et de l'isolation des bâtiments. Avec une baisse de 40 % des coûts évités, le PTÉ des aérothermes à condensation devient nul.

Par contre, avec augmentation des coûts évités, on note un accroissement notable du PTÉ des mesures concernant les aérothermes à condensation, l'optimisation de la ventilation de même que les mesures d'isolation.

7 ÉVALUATION DU PCMR

Ce chapitre présente globalement le PTÉ en fonction des secteurs et des marchés du Distributeur et une évaluation du potentiel commercial maximum réalisable (PCMR).

7.1 PTÉ selon les marchés et les secteurs

En 2022, le PTÉ total s'élève à 703,7 Mm³ répartis comme montrés au tableau suivant. Le PTÉ est ventilé pour chacun des secteurs des marchés et dans certains cas, partagés entre 2 marchés.

Tableau 21 : PTÉ selon les marchés et les secteurs

PTÉ selon les marchés (Mm ³)		
Marchés	Consommation	PTÉ
Résidentiel	235	20,0
Affaires	2 591	338,8
VGE	2 768	344,9
Total	5 594	703,7

PTÉ selon les vocations des bâtiments (Mm ³)		
Secteurs	Consommation	PTÉ
Résidentiel		
Unifamilial, duplex et triplex (Résidentiel)	235	20,0
Locatif, 4 logements et plus (Affaires)	340	34,0
Total	575	54,0
Commercial et institutionnel		
CI (Affaires)	1 603	244,3
CI (VGE)	297	44,0
Total	1 899	288,3
Industriel		
Industriel (Affaires)	649	60,5
Industriel (VGE)	2 472	300,9
Total	3 120	361,4
Grand total	5 594	703,7

7.2 Potentiel commercial maximum réalisable entre 2018 et 2022

L'estimation du PCMR repose sur la méthodologie présentée à la section 0 du présent document. Soulignons que l'évaluation du PCMR a été réalisée en posant un jugement d'expert en développement et en mise en oeuvre de programmes d'efficacité énergétique quant au potentiel d'adoption de chacune des mesures en fonction des hypothèses qui suivent.

Les résultats ont été comparés à ceux de PCMR de programmes d'efficacité énergétique en gaz naturel réalisés dans d'autres juridictions réalisées dans le cadre d'évaluation exhaustive pour des fins de validation.

7.2.1 Les hypothèses

L'évaluation du PCMR est basée sur les hypothèses suivantes :

1. Un budget d'aides financières faiblement contraignant dont un incitatif financier correspondant à 90 % des surcoûts (ou à l'inverse, à une période de récupération de l'investissement tendant

vers zéro) pour motiver un nombre maximum de clients à adopter les mesures d'efficacité énergétique.

2. Un budget de programmes, non contraignant, permettant de doter les programmes de personnel assurant une assistance technique auprès des clients, d'utiliser un marketing agressif et finalement de mettre en œuvre des campagnes de sensibilisation et de formation des clients, des fournisseurs et des consultants. Ces moyens assureront la capacité optimale de livrer un ensemble de programmes permettant de réaliser le maximum des économies du PTÉ à chacune des années.

Des taux d'adoption pour chacun des types de mesures (comportementales, reliées à l'introduction d'un appareil efficace ou en rénovation / modernisation) pour chacune des clientèles ont été déterminés d'après notre expérience de conception et de mise en œuvre de programmes.

Les taux d'adoption tiennent compte :

- des limites d'introduction des mesures face aux diverses barrières et comportement des marchés ;
- des types de mesures (comportementale, remplacement d'appareils et de rénovation ou de modernisation ;

Les taux d'adoption des mesures, selon leur type et leur marché dans le contexte du PCMR peuvent varier de 30 à plus de 80 %.

7.2.2 Les résultats du PCMR

Le PCMR global s'élève à 333,9 Mm³ pour la période 2018 à 2022 (5 ans).

Tableau 22 : Ventilation du PTÉ et du PCMR par marché et par secteur

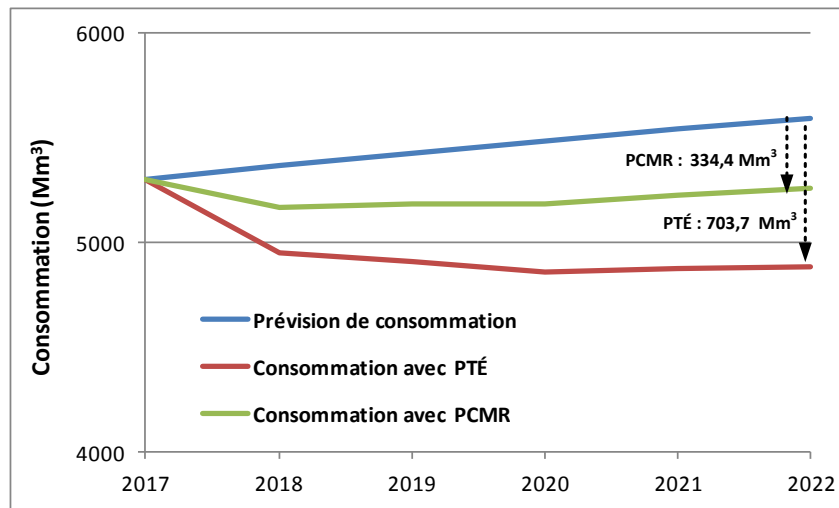
PTÉ et PCMR selon les marchés (Mm ³)			
Marchés	Consommation	PTÉ	PCMR
Résidentiel	235	20,0	7,3
Affaires	2 591	338,8	172,8
VGE	2 768	344,9	154,3
Total	5 594	703,7	334,4

PTÉ et PCMR selon les vocations des bâtiments (Mm ³)			
Secteurs	Consommation	PTÉ	PCMR
Résidentiel			
Unifamilial, duplex et triplex (Résidentiel)	235	20,0	7,3
Locatif, 4 logements et plus (Affaires)	340	34,0	11,0
Total	575	54,0	18,3
Commercial et institutionnel			
CI (Affaires)	1 603	244,3	133,2
CI (VGE)	297	44,0	19,9
Total	1 899	288,3	153,1
Industriel			
Industriel (Affaires)	649	60,5	28,6
Industriel (VGE)	2 472	300,9	134,4
Total	3 120	361,4	163,0
Grand total	5 594	703,7	334,4

La figure suivante montre l'impact du PTÉ et du PCMR en fonction de la prévision de la consommation.

En 2022, le PTÉ représente 703,7 Mm³ économisés par rapport à la prévision de consommation sans intervention en efficacité énergétique et 334,4 Mm³ pour le PCMR

Figure 6 : Impacts du PTÉ et du PCMR



7.2.3 Comparaison avec des programmes d'autres juridictions

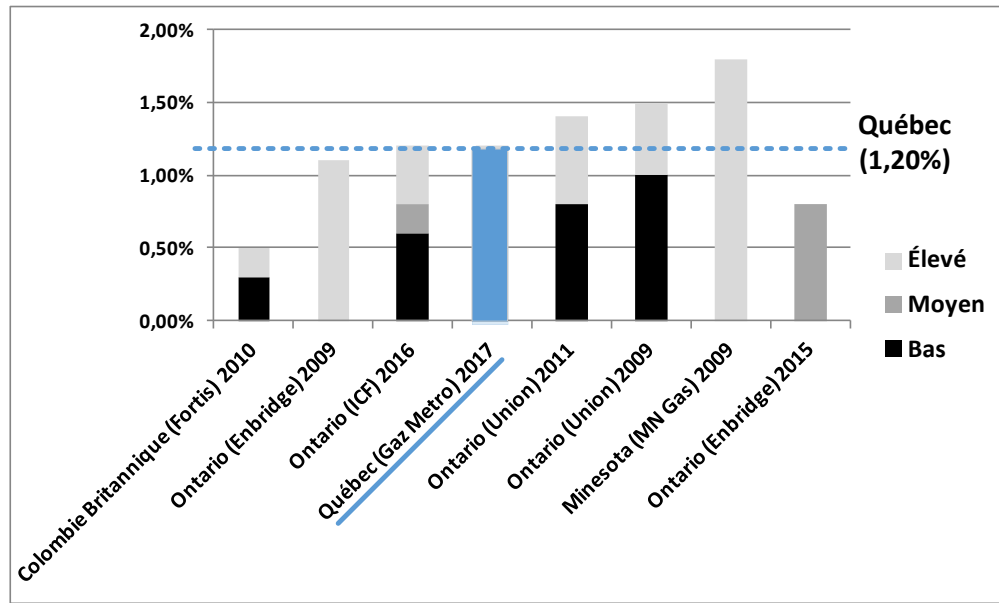
Le PCMR représente 5,98 % de la consommation totale pour la période de 5 ans entre 2018 et 2022. Ventilé sur une base annuelle, cela représente 1,20 % de consommation totale de gaz naturel pour l'ensemble des marchés.

Le PCMR pour le Québec est comparable aux PCMR d'autres juridictions comme le montre le graphique ci-dessous dont les données sont tirées de la plus récente évaluation d'ICF pour l'Ontario⁴⁴. Cette étude présente plusieurs taux de PCMR réalisés en Ontario, en Colombie-Britannique et au Minnesota entre 2009 et 2016 dont certains taux ont été évalués selon des scénarios bas, moyens et élevés.

⁴⁴ ICF, 2106. Natural Gas Conservation Potential Study (Ontario). Exhibit 167 Comparison of End of Study and Annual Technical, Economic and Achievable Potential Savings, p. 147

Les taux de PCMR annuels relatifs à la consommation totale varient de 0,5 % à 1,8% pour une moyenne de 1,3 % dans le cas du scénario élevé. Celui d'ICF réalisé en Ontario en 2016 est annuellement de 1,2 % de la consommation totale (scénario élevé). Le taux annuel du PCMR de Gaz Metro à 1,20 % de la consommation totale égale celui d'ICF pour l'Ontario et atteint quasiment la moyenne des évaluations des juridictions balisées tous scénarios confondus.

Tableau 23 : Comparaison du PCMR



À l'horizon 2022, le PTÉ pour l'ensemble des marchés s'élève à 703,7 Mm³ et le PCMR à 334,4 Mm³, soit 12,58 % et 5,98 % respectivement de la consommation totale. Rappelons que PTÉ correspond à la part des économies du potentiel technique pour laquelle les coûts des mesures sont inférieurs aux coûts évités du Distributeur. Les coûts des programmes et les barrières à l'adoption des mesures d'efficacité énergétique par les usagers ne sont pas considérés dans l'évaluation d'un PTÉ.

Quant au PCMR, ce potentiel correspond à la part des économies du PTÉ réalisable par l'entremise de programmes agressifs sans contraintes budgétaires, dont une aide financière versée aux clients comblant presque totalement le coût des mesures. Les barrières à l'adoption des mesures d'efficacité énergétique par les usagers sont considérées dans l'évaluation d'un PCMR.

Le PTÉ et le PCMR identifient des segments de marché et des sources d'économies potentielles utiles pour la conception des programmes. Toutefois, face aux barrières de marché et aux contraintes budgétaires, une part seulement du PCMR est commercialement réalisable par les programmes. Les programmes mis en œuvre par les distributeurs, dans le but d'assurer leur rentabilité, n'assument qu'une partie des coûts des mesures. Ils ne peuvent donc réaliser qu'une part du PCMR, soit le potentiel de programmes.

L'importance du potentiel de programmes dépend :

- des approches commerciales et du niveau des aides financières et des services offerts ;
- des opportunités ou des barrières particulières à l'implantation des mesures d'efficacité énergétique telles que le contexte économique, la maîtrise des technologies ou le niveau de complexité technique ou commerciale pour le participant ;
- des ressources financières disponibles.

Bien que le PTÉ et le PCMR estimés dans la présente étude identifient des pistes de potentiel économiquement réalisable du point de vue du Distributeur, la mise en œuvre de programmes d'efficacité énergétique exige la réalisation d'études commerciales plus exhaustives afin de déterminer la part des économies du PCMR réalisable par le Distributeur, compte tenu des barrières du marché et des ressources qu'il peut consentir aux programmes. Ainsi, une mesure rentable du point de vue du PTÉ et du PCMR pourrait ne pas être rentable du point de vue d'un programme d'efficacité énergétique et présenter ainsi une rentabilité négative selon le test du coût total en ressource (TCTR).

ANNEXE I – MÉTHODOLOGIE DE L'ANALYSE ÉCONOMIQUE

L'analyse économique repose en premier lieu sur l'évaluation des économies annuelles d'une mesure et de son coût de revient annuel actualisé (annuité⁴⁵). Le coût de revient de l'énergie économisée, appelé coût unitaire de l'énergie économisée, est alors obtenu en calculant le rapport entre le coût annuel d'une mesure d'efficacité énergétique et l'économie d'énergie annuelle qui lui est attribuable. Cet indice sert à évaluer la rentabilité d'une mesure du point de vue du distributeur d'énergie selon la formulation suivante :

$$cuee = \frac{\text{Annuité}}{EE_{source}} \left[\frac{\$}{m^3} \right]$$

où;

$cuee$ = coût unitaire de l'énergie économisée

EE_{source} = Énergie économisée annuellement pour la source visée selon le distributeur, m^3

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

$$cuee = \frac{\text{Annuité}}{EE_{total}} \left[\frac{\$}{m^3} \right]$$

où, EE_{total} = Énergie économisée annuellement pour toutes les sources affectées par la mesure, m^3

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

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

⁴⁵ Annuité : coût actualisé d'une mesure répartie en versements annuels égaux sur la durée de vie d'une mesure.

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

Facteur d'actualisation :

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

Où :

P = Facteur d'actualisation

i = taux d'actualisation

N = durée de vie de la mesure

Valeur actualisée du coût de la mesure :

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

Où, C = coût total de la mesure

On obtient alors le coût unitaire (\$/m³):

$$c_{uee} = \frac{Va}{Ea} = \frac{C \times i}{Ea \left(1 - (1+i)^{-N} \right)}$$

Où, Ea = économie d'énergie annuelle (m³) – client ou distributeur

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

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

Où :

Inf = taux d'inflation sur l'énergie

Entretien = coût d'entretien annuel

ANNEXE II - LISTE DES MESURES - RÉSIDENTIEL

Acronymes

Marché :

UDT : Unifamiliale, duplex et triplex. (Marché Résidentiel)

LOC 4-10 : Locatif 4 à 10 logements. (Marché Affaires)

LOC 10+ : Locatif de plus de 10 logements. (Marché Affaires)

LOC - Tous : Tous les logements locatifs. (Marché Affaires)

UDT + LOC : Tout l'Unifamiliale, duplex et triplex et tout les logements locatifs (Marchés Résidentiel et Affaires)

Type de mesure :

C : Comportemental

D : Devancement

N : Nouvelle construction

R : Remplacement en fin de vie utile

MÉÉÉ : Mesures d'économies d'énergie

Mesure de base	Marché	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉÉ (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Remplacement de chauffe-eau standard par chauffe-eau à condensation (AFUE 95%)	UDT	R	13	0,2202 \$	316 268
Remplacement de chauffe-eau standard par chauffe-eau à condensation (AFUE 95%)	UDT	D	13	0,4131 \$	-
Remplacement de chauffe-eau standard par chauffe-eau à condensation (AFUE 95%)	UDT	N	13	0,2060 \$	18 401
Remplacement de chauffe-eau standard par chauffe-eau à condensation (AFUE 95%)	LOC 4-10	R	13	0,1949 \$	85 394
Remplacement de chauffe-eau standard par chauffe-eau à condensation (AFUE 95%)	LOC 4-10	N	13	0,1814 \$	83 260
Remplacement de chauffe-eau à réservoir standard par chauffe-eau instantané à condensation (AFUE 96%)	LOC 4-10	R	18	0,1881 \$	191 593
Remplacement de chauffe-eau à réservoir standard par chauffe-eau instantané à condensation (AFUE 96%)	LOC 4-10	N	18	0,1897 \$	256 491

Mesure de base	Marché	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Remplacement de chauffe-eau à réservoir standard par chauffe-eau instantané à condensation (AFUE 96%)	UDT	N	18	0,1842 \$	132 207
Remplacement de chauffe-eau à réservoir standard par chauffe-eau instantané à condensation (AFUE 96%)	UDT	R	18	0,1842 \$	489 656
Remplacement de chauffe-eau à réservoir standard par chauffe-eau instantané à condensation (AFUE 96%)	LOC 10+	N	18	0,1864 \$	1 501 356
Remplacement de chauffe-eau à réservoir standard par chauffe-eau instantané à condensation (AFUE 96%)	LOC 10+	R	18	0,1988 \$	1 042 608
Remplacement de chaudière par chaudière à condensation	LOC 4-10	N	20	0,2603 \$	-
Remplacement de chaudière par chaudière à condensation	LOC 4-10	R	20	0,2864 \$	-
Remplacement de chaudière par chaudière à condensation	LOC 10+	R	20	0,2029 \$	797 784
Remplacement de chaudière par chaudière à condensation	LOC 10+	N	20	0,2029 \$	1 196 676
Couverture isolante du réservoir d'eau chaude. Chauffe-eau avant 2004	UDT	N	20	0,0048 \$	238 931
Couverture isolante du réservoir d'eau chaude. Chauffe-eau 2004 et après	UDT	N	20	0,0291 \$	159 287
Isoler la tuyauterie de distribution d'eau chaude des chauffe-eau	UDT	N	30	0,0031 \$	118 964
Isoler la tuyauterie de distribution d'eau chaude des chaudières et des chauffe eau	LOC - Tous	N	30	0,0863 \$	196 100
Laver les vêtements à l'eau froide	UDT+LOC	N	5	- \$	313 475
Utiliser une pomme de douche à débit réduit en deçà de la norme	UDT+LOC	D	15	0,0966 \$	653 073
Installer un récupérateur de chaleur des eaux grises	UDT	R	30	0,2019 \$	563 712
Installer un récupérateur de chaleur des eaux grises	UDT	N	30	0,2019 \$	2 113 919
Installer un récupérateur de chaleur des eaux grises	LOC - Tous	R	30	0,0885 \$	1 950 764
Installer un récupérateur de chaleur des eaux grises	LOC - Tous	N	30	0,1079 \$	2 878 583

Mesure de base	Marché	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Installer un robinet à faible débit en deçà de la norme	UDT+LOC	R	15	0,2035 \$	1 023 496
Installer un robinet à faible débit en deçà de la norme	UDT+LOC	N	15	0,1707 \$	409 398
Aérateur de robinet	UDT+LOC	N	7	0,0520 \$	1 704 121
Chauffe-eau- solaire	UDT	N	18	3,4615 \$	-
Chauffe-eau à pompe à chaleur à gaz par absorption	UDT	R	18	1,1175 \$	-
Utilisation d'un lave-vaisselle super performant	UDT+LOC	R	12	0,9279 \$	-
Couverture solaire pour piscine chauffée	UDT	D	5	0,0571 \$	177 800
Chauffe-piscine à condensation	UDT	R	15	10,5436 \$	-
Chauffe-piscine à condensation	UDT	N	15	10,5436 \$	-
Chauffe-piscine solaire en appoint à un chauffe-piscine standard	UDT	R	20,00	0,3203 \$	-
Chauffe-piscine solaire en appoint à un chauffe-piscine standard	UDT	N	20	0,2989 \$	-

Mesure de chauffage	Marché	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Baisse de la température des pièces de jour et de nuit de 2°C. (22°C à 20°C)	UDT+LOC	C	5	- \$	13 882 232
Remplacement de thermostats manuels par des programmables pour l'abaissement de température (20 à 17°C) la nuit	UDT+LOC	R	10	0,2297 \$	811 544
Remplacement de thermostats manuels par des programmables pour l'abaissement de température (20 à 17°C) la nuit	UDT+LOC	D	10	0,3141 \$	-
Remplacement de thermostats manuels par des programmables pour l'abaissement de température (20 à 17°C) la nuit dans les nouveaux logements	UDT+LOC	N	10	0,2510 \$	29 806
Remplacement de thermostats programmables par des thermostats intelligents	UDT+LOC	R	15	0,2233 \$	413 740
Remplacement de thermostats programmables par des thermostats intelligents	UDT+LOC	D	15	0,3052 \$	495 992

Mesure de chauffage	Marché	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Remplacement de thermostats programmables par des thermostats intelligents	UDT+LOC	N	15	0,2238 \$	4 789
Remise à jour des systèmes mécaniques	LOC 10+	C	5	0,4409 \$	-
Isolation des toits avec entretoit	UDT	R	30	0,1635 \$	1 084 455
Isolation des toits avec entretoit	LOC 4-10	R	30	0,1440 \$	180 743
Isolation des toits avec entretoit	LOC 10+	R	30	0,1740 \$	135 557
Isolation des toits sans entretoit	UDT	R	30	0,1870 \$	2 568 146
Isolation des toits sans entretoit	LOC 4-10	R	30	0,1934 \$	463 931
Isolation des toits sans entretoit	LOC 10+	R	30	0,1970 \$	1 855 723
Isolation des murs extérieurs	UDT	R	30	0,1922 \$	1 515 215
Isolation des murs extérieurs	LOC 4-10	R	30	0,1922 \$	378 804
Isolation des murs extérieurs	LOC 10+	R	30	0,1922 \$	811 722
Isolation des sous-sols	UDT	R	30	0,1272 \$	333 832
Isolation des sous-sols	LOC 4-10	R	30	0,1272 \$	55 639
Isolation des vides sanitaires chauffés - Région C	UDT	R	30	0,2730 \$	18 519
Isolation des vides sanitaires chauffés - Région C	UDT	R	30	0,2730 \$	19 091
Réduction des infiltrations	UDT	R	10	0,2088 \$	2 069 735
Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)	UDT	R	15	0,2240 \$	312 770
Ventilateur récupérateur de chaleur (VRC)	UDT	D	15	0,2450 \$	375 324
Utiliser des rideaux thermiques	UDT	D	20	1,7339 \$	-
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	UDT	R	20	0,2221 \$	36 048
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	UDT	D	20	0,3319 \$	-
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	UDT	N	20	0,2116 \$	2 253

Mesure de chauffage	Marché	Type de mesure	Durée de vie	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	LOC 4-10	R	20	0,2836 \$	257 794
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	LOC 4-10	D	20	0,4566 \$	-
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	LOC 4-10	N	20	0,2657 \$	10 730
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	LOC 10+	R	20	0,1499 \$	2 398 756
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	LOC 10+	D	20	0,3359 \$	-
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	LOC 10+	N	20	0,1516 \$	177 883
Générateur d'air chaud à condensation à AFUE de 97%	UDT	R	15	2,2162 \$	-
Générateur d'air chaud à condensation à AFUE de 97%	UDT	D	15	4,1596 \$	-
Générateur d'air chaud à condensation à AFUE de 97%	UDT	N	15	2,2162 \$	-
Générateur d'air chaud à condensation à AFUE de 97%	LOC 4-10	R	15	0,1208 \$	139 426
Générateur d'air chaud à condensation à AFUE de 97%	LOC 4-10	D	15	0,4786 \$	-
Générateur d'air chaud à condensation à AFUE de 97%	LOC 4-10	N	15	0,1214 \$	2 676
Chaudières à condensation à vapeur AFUE de 85 %	LOC 10+	R	30	0,9593 \$	-
Chaudières à condensation à vapeur AFUE de 85 %	LOC 10+	D	30	1,3504 \$	-
Chaudières à condensation à vapeur AFUE de 85 %	LOC 10+	N	30	0,9593 \$	-
Contrôle de l'excès d'air d'alimentation des chaudières eau / vapeur	LOC 10+	D	15	0,6584 \$	-

Mesure de chauffage	Marché	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Contrôle de la chaudière (eau/ vapeur) en fonction de la température extérieure	LOC 10+	D	15	0,1756 \$	1 053 230
Installation d'économiseur sur chaudière à vapeur	LOC 10+	D	30	0,0468 \$	198 065
Récupération des purges des chaudières à vapeur	LOC 10+	D	30	0,9367 \$	-
Entretien des trappes à vapeur	LOC 10+	C	30	0,0437 \$	141 341
Installation d'un combo à condensation	UDT	N	18	0,0403 \$	145 441
Installation d'un combo à condensation	LOC 4-10	N	18	0,1795 \$	77 858
Installation d'un combo à condensation	LOC 10+	N	18	0,2550 \$	723 419
Chauffage au granule de bois	UDT	N	20	0,6115 \$	-
Chauffage au granule de bois	LOC 10+	N	25	0,4521 \$	-
Chauffage radiant au gaz	UDT	N	30	5,5405 \$	-
Chauffage radiant au gaz	LOC - Tous	N	30	2,1149 \$	-
Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage des espaces	UDT	D	15	2,2553 \$	-
Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage des espaces	LOC - Tous	D	15	1,7218 \$	-
Pompe à chaleur géothermique par absorption	UDT	R	15	1,7909 \$	-
Pompe à chaleur géothermique par absorption	UDT	D	15	6,0507 \$	-
Pompe à chaleur géothermique par absorption	UDT	N	15	1,3432 \$	-
Pompe à chaleur géothermique électrique en appoint	UDT	N	15	4,8356 \$	-
Mur solaire	UDT	D	30	0,8319 \$	-
Mur solaire	LOC - Tous	D	30	0,2419 \$	2 218 283
Nouvelles construction écoénergétique	UDT	N	30	1,7729 \$	-
Nouvelles construction écoénergétique	LOC - Tous	N	30	0,8540 \$	-
Foyer au gaz à haut rendement à allumage électrique	UDT+LOC	N	15	3,7712 \$	-

ANNEXE III - LISTE DES MESURES - CI

Acronymes

Type de mesure :

C : Comportemental

D : Devancement

N : Nouvelle construction

R : Remplacement en fin de vie utile

MÉEÉ : Mesures d'économies d'énergie

Mesure de base	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉEÉ (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Système de management de l'énergie	C	10	0,2745 \$	10 794 197
Remise au point des systèmes mécaniques	C	5	0,2463 \$	26 811 963
Systèmes avancés d'automatisation des bâtiments	R	10	0,3645 \$	-
Systèmes avancés d'automatisation des bâtiments	N	10	0,2561 \$	1 593 701
Récupération de chaleur de l'air évacué (Systèmes VRC)	R	15	0,1846 \$	18 783 686
Récupération de chaleur de l'air évacué (Systèmes VRC)	D	15	0,2783 \$	11 642 367
Optimisation du niveau d'air neuf (ex.par sonde de CO ₂)	R	15	0,1688 \$	21 668 428
Optimisation du niveau d'air neuf (ex.par sonde de CO ₂)	D	15	0,1921 \$	5 826 959
Fermeture de la ventilation en période inoccupée	R	15	0,0789 \$	17 169 261
Fermeture de la ventilation en période inoccupée	D	15	0,1400 \$	7 361 166
Réduction des infiltrations d'air	D	15	0,1720 \$	20 292 922
Abaissement de la température en période inoccupée	D	10	0,1000 \$	14 962 379
Récupération de chaleur des systèmes de réfrigération	R	15	0,0340 \$	12 912 235
Récupération de chaleur des systèmes de réfrigération	D	15	0,1200 \$	3 745 615
Amélioration de l'isolation des toits	R	30	0,2300 \$	4 014 708
Optimisation du contrôle des hottes de cuisine	R	15	0,2438 \$	3 045 932

Mesure de base	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Optimisation du contrôle des hottes de cuisine	D	15	0,2171 \$	1 070 158
Isolation des murs extérieurs	R	30	0,1831 \$	2 145 482
Installation de vestibules aux portes	R	20	0,1840 \$	45 155
Amélioration de la fenestration (verre double standard à verre émissivité/argon)	R	15	0,2020 \$	2 910 027
Remplacement vitres simples par vitres triples	R	15	0,1800 \$	1 168 867
Récupération de chaleur des hottes	R	15	0,0785 \$	1 157 598
Aérotherme à condensation (AFUE 95 %)	R	18	0,1573 \$	2 875 918
Aérotherme à condensation (AFUE 95 %)	D	18	0,4428 \$	-
Aérotherme à condensation (AFUE 95 %)	N	18	0,1415 \$	1 358 871
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	R	20	0,2536 \$	9 959 260
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	D	20	0,4759 \$	-
Chaudière à condensation à eau chaude d'une efficacité AFUE de 96 %	N	20	0,2460 \$	4 979 630
Générateurs d'air chaud à condensation AFUE 97 %	R	15	1,2220 \$	-
Générateurs d'air chaud à condensation AFUE 97 %	D	15	2,2936 \$	-
Générateurs d'air chaud à condensation AFUE 97 %	N	15	1,1853 \$	-
Chaudières à vapeur à haute efficacité	R	30	0,3603 \$	-
Chaudières à vapeur à haute efficacité	D	30	0,6763 \$	-
Chaudières à vapeur à haute efficacité	N	30	0,3495 \$	-
Unité de toit à condensation d'une efficacité AFUE de 97%	R	25	1,1207 \$	-
Unité de toit à condensation d'une efficacité AFUE de 97%	D	25	1,3939 \$	-
Unité de toit à condensation d'une efficacité AFUE de 97%	N	25	0,9857 \$	-
Infrarouge à haute efficacité	R	15	0,1630 \$	5 634 500
Infrarouge à haute efficacité	D	15	0,3140 \$	-

Mesure de base	Type de mesure	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Infrarouge à haute efficacité	N	15	0,1590 \$	1 910 000
Contrôle de l'excès d'air d'alimentation des chaudières eau / vapeur	R	15	0,0600 \$	4 237 906
Contrôle de l'air d'alimentation des chaudières eau / vapeur	D	15	0,2300 \$	4 080 075
Contrôle de la chaudière (eau/ vapeur) en fonction de la température extérieure	R	15	0,0993 \$	6 826 848
Économiseur sur chaudière à vapeur	R	30	0,0769 \$	298 531
Récupération des purges des chaudières à vapeur	R	30	0,1231 \$	298 531
Entretien des trappes à vapeur	C	30	0,0317 \$	725 004
Chaudière à la biomasse	N	25	1,1819 \$	-
Chauffage radiant au gaz	N	30	2,5677 \$	-
Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage des espaces	R	15	5,7549 \$	-
Utilisation de l'énergie solaire pour le chauffage des espaces	N	15	6,1322 \$	-
Pompe à chaleur géothermique par absorption	R	15	1,9623 \$	-
Pompe à chaleur géothermique par absorption	D	15	3,3762 \$	-
Pompe à chaleur géothermique par absorption	N	15	1,6353 \$	-
Pompe à chaleur géothermique électrique en appoint	N	15	2,2299 \$	-
Mur solaire	R	30	0,7778 \$	-
Mur solaire	N	30	0,2593 \$	1 788 664
Ventilateur à déstratification	R	15	0,3933 \$	-
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée	D	15	0,1762 \$	4 589 896
Fermeture des volets d'air neuf en période inoccupée	R	15	0,0446 \$	21 451 169
Optimisation du contrôle de l'humidité	R	15	0,1100 \$	2 687 850
Optimisation du contrôle de l'humidité	D	15	0,1500 \$	2 448 692
Conception écoénergétique des bâtiments	N	30	1,0247 \$	-

ANNEXE IV - LISTE DES MESURES - INDUSTRIEL

Acronymes

M : Coûts évités base et chauffage

C : Coûts évités chauffage

B : Coûts évités Base

MÉÉ : Mesures d'économies d'énergie

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉÉ (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Transformation aliments	311-312	M	Gestion d'énergie	10	0,2219 \$	18 677 028
Transformation aliments	311-312	B	Intégration des procédés	7	0,0565 \$	3 558 405
Transformation aliments	311-312	B	Utilisation de la biomasse pour la production de vapeur ou eau chaude de procédé (Grande installation)	21	2,2511 \$	-
Transformation aliments	311-312	B	Cogénération cycle ORC à partir de la chaleur produite par des déchets industriels ou municipaux.	21	1,9375 \$	-
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration du programme de maintenance	2	0,0201 \$	477 232
Transformation aliments	311-312	B	Développement d'un programme de maintenance	2	0,0627 \$	620 583
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration de l'isolation de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0609 \$	676 056
Transformation aliments	311-312	B	Réparation de l'isolant de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0914 \$	12 472
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration du traitement de l'eau	10	0,0227 \$	349 157
Transformation aliments	311-312	B	Mise en oeuvre ou réparation du système de traitement de l'eau	10	0,0063 \$	304 642
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration du programme de gestion des purges	2	0,0221 \$	844 481
Transformation aliments	311-312	B	Mise en oeuvre d'un programme de gestion des purges	2	0,0249 \$	998 690
Transformation aliments	311-312	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0641 \$	442 119

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Transformation aliments	311-312	B	Optimisation de la récupération des condensats (remplacement de cycles ouverts par fermés)	15	0,0581 \$	345 132
Transformation aliments	311-312	B	Réparation des fuites de vapeur du réseau de distribution	3	0,0356 \$	148 513
Transformation aliments	311-312	B	Réduction des infiltrations d'air	3	0,1412 \$	202 257
Transformation aliments	311-312	B	Préchauffage de l'eau d'alimentation des bouilloires et chauffe de procédé par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	15	0,1162 \$	907 426
Transformation aliments	311-312	B	Ajout de chauffe-eau à contact direct pour préchauffer l'eau de bouilloires	15	0,0282 \$	596 784
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration des pratiques d'opération des bouilloires	3	0,0236 \$	110 397
Transformation aliments	311-312	B	Réduction de la pression de vapeur	3	0,0118 \$	75 902
Transformation aliments	311-312	B	Surveillance du dégazeur et des événements	7	0,0310 \$	33 812
Transformation aliments	311-312	B	Utilisation du condensat à haute pression pour générer de la vapeur basse pression	7	0,1175 \$	80 556
Transformation aliments	311-312	B	Enlèvement des lignes de vapeur non utilisées	15	0,0047 \$	45 919
Transformation aliments	311-312	B	Remplacement ou réparation des réfractaires de bouilloires	15	0,1716 \$	4 837
Transformation aliments	311-312	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1115 \$	37 773
Transformation aliments	311-312	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4454 \$	-

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Transformation aliments	311-312	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0019 \$	293 912
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration de la maintenance	2	0,0104 \$	595 103
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration de l'isolation de la chaudière et du circuit de distribution	10	0,0224 \$	694 716
Transformation aliments	311-312	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	15	0,0253 \$	471 001
Transformation aliments	311-312	B	Préchauffage de l'eau ou des liquides d'alimentation des chaudières par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	15	0,0843 \$	253 946
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration des pratiques d'opération des chaudières	3	0,0253 \$	121 120
Transformation aliments	311-312	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1138 \$	41 601
Transformation aliments	311-312	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4548 \$	-
Transformation aliments	311-312	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0011 \$	321 754
Transformation aliments	311-312	B	Remplacement d'un générateur d'air chaud par un générateur à condensation à haut rendement à brûleur modulant.	15	0,2205 \$	1 149 356
Transformation aliments	311-312	B	Système de contrôle de pression	3	0,1052 \$	993 043
Transformation aliments	311-312	B	Contrôle avancé de la combustion (modulation)	10	0,0960 \$	352 144

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Transformation aliments	311-312	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0651 \$	348 133
Transformation aliments	311-312	B	Préchauffage de l'air de combustion	15	0,0690 \$	53 476
Transformation aliments	311-312	B	Réduction des infiltrations d'air dans les fournaies et les pertes thermiques	5	0,1184 \$	53 422
Transformation aliments	311-312	B	Modernisation des brûleurs par des brûleurs régénératifs à injection directe	10	0,0704 \$	78 452
Transformation aliments	311-312	B	Amélioration de l'isolation des fournaies	10	0,0960 \$	239 807
Transformation aliments	311-312	B	Contrôle de combustion pour brûleur de procédé	5	0,0592 \$	86 202
Transformation aliments	311-312	B	Remplacement de la vapeur par un tube immergé	10	0,0409 \$	28 518
Transformation aliments	311-312	B	Réduction des pertes thermiques des cuves et bassins	5	0,1776 \$	3 405
Transformation aliments	311-312	B	Remplacement de la combustion indirecte par des tubes immergés	10	0,3409 \$	-
Transformation aliments	311-312	C	Amélioration de l'isolation du bâtiment	30	0,2134 \$	257 432
Transformation aliments	311-312	C	Amélioration de l'isolation des conduits d'air chaud	10	0,3199 \$	-
Transformation aliments	311-312	C	Remplacement d'aérotherme par aérotherme à condensation	15	0,2418 \$	1 061 908
Transformation aliments	311-312	C	Optimisation de la ventilation et du débit d'air neuf	5	0,2952 \$	167 250
Transformation aliments	311-312	C	Préchauffer l'air neuf par des murs solaires	25	0,0556 \$	110 664

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Transformation aliments	311-312	C	Récupération en continu de la chaleur des purges (chauffage des espaces)	15	0,0841 \$	21 141
Transformation aliments	311-312	B	Optimisation de l'utilisation de l'eau de nettoyage	10	0,2989 \$	-
Transformation aliments	311-312	B	Chauffage solaire de l'eau de procédé	15	0,3688 \$	-
Transformation aliments	311-312	B	Génération de biogaz à partir du lactosérum ou de graisses pour remplacer le gaz naturel	15	1,1171 \$	-
Brasseries	311-312	B	Amélioration du contrôle du procédé de cuisson du moult et récupération d'énergie des cuves	10	0,3212 \$	-
Brasseries	311-312	B	Optimisation du lavage des bouteilles, isolation des laveuses et des pasteurisateurs des bouteilles et récupération de chaleur	10	0,4184 \$	-
Brasseries	311-312	B	Recyclage de l'eau chaude	10	0,5977 \$	-
Brasseries	311-312	B	Récupération de chaleur des effluents liquides	10	0,1793 \$	376 853
Textiles et vêtements	3130 à 3162	M	Gestion d'énergie	10	0,5438 \$	-
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Intégration des procédés	7	0,3571 \$	-
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Utilisation de la biomasse pour la production de vapeur ou eau chaude de procédé (Grande installation)	21	2,2511 \$	-
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Cogénération cycle ORC à partir de la chaleur produite par des déchets industriels ou municipaux.	21	1,8750 \$	-
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration du programme de maintenance	2	0,0201 \$	61 985
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Développement d'un programme de maintenance	2	0,0627 \$	80 604

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration de l'isolation de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0609 \$	87 809
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Réparation de l'isolant de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0914 \$	1 620
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration du traitement de l'eau	10	0,0227 \$	45 350
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Mise en oeuvre ou réparation du système de traitement de l'eau	10	0,0063 \$	39 568
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration du programme de gestion des purges	2	0,0221 \$	109 685
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Mise en oeuvre d'un programme de gestion des purges	2	0,0332 \$	97 285
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0639 \$	57 634
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Optimisation de la récupération des condensats (remplacement de cycles ouverts par fermés)	15	0,0579 \$	44 991
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Réparation des fuites de vapeur du réseau de distribution	3	0,0355 \$	19 360
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Réduction des infiltrations d'air	3	0,1407 \$	26 366
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Préchauffage de l'eau d'alimentation des bouilloires par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	15	0,1930 \$	70 974
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Ajout de chauffe-eau à contact direct pour préchauffer l'eau de bouilloires	15	0,0279 \$	78 222
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration des pratiques d'opération des bouilloires	3	0,0234 \$	14 470
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Réduction de la pression de vapeur	3	0,0117 \$	9 949
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Surveillance du dégazeur et des événements	7	0,0307 \$	4 432

Mesures industrielles VGE	SCIEN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Utilisation du condensat à haute pression pour générer de la vapeur basse pression	7	0,1165 \$	10 559
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Enlèvement des lignes de vapeur non utilisées	15	0,0047 \$	6 019
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Remplacement ou réparation des réfractaires de bouilloires	15	0,1700 \$	634
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1105 \$	4 951
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4414 \$	-
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0018 \$	38 524
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration de la maintenance	2	0,0104 \$	8 690
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration de l'isolation de la chaudière et du circuit de distribution	10	0,0224 \$	10 145
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	15	0,0253 \$	6 878
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Préchauffage de l'eau ou des liquides d'alimentation des chaudières par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	15	0,0843 \$	3 708
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Amélioration des pratiques d'opération des chaudières	3	0,0253 \$	1 769
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1138 \$	608
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4548 \$	-

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Contrôle avancé de la combustion (micromodulation)	5	0,1776 \$	6 303
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0019 \$	4 699
Textiles et vêtements	3130 à 3162	C	Amélioration de l'isolation du bâtiment	30	0,2134 \$	40 233
Textiles et vêtements	3130 à 3162	C	Amélioration de l'isolation des conduits d'air chaud	10	0,3199 \$	-
Textiles et vêtements	3130 à 3162	C	Optimisation de la ventilation et du débit d'air neuf	5	0,2952 \$	29 873
Textiles et vêtements	3130 à 3162	C	Préchauffer l'air neuf par des murs solaires	25	0,0556 \$	19 766
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Récupération de chaleur des machines de lavage, de blanchiment et de teinture	10	0,1169 \$	23 601
Textiles et vêtements	3130 à 3162	B	Optimisation du séchage	7	0,8629 \$	-
Fabrication du papier	3220	M	Gestion d'énergie	10	0,0870 \$	16 086 021
Fabrication du papier	3220	B	Intégration des procédés	7	0,0237 \$	7 489 651
Fabrication du papier	3220	B	Utilisation de la biomasse pour la production de vapeur ou eau chaude de procédé (Grande installation)	21	2,2511 \$	-
Fabrication du papier	3220	B	Cogénération cycle ORC à partir de la chaleur produite par des déchets industriels ou municipaux.	21	1,9244 \$	-
Fabrication du papier	3220	B	Amélioration du programme de maintenance	2	0,0367 \$	2 126 358
Fabrication du papier	3220	B	Développement d'un programme de maintenance	2	0,1075 \$	2 942 644
Fabrication du papier	3220	B	Amélioration de l'isolation de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0605 \$	5 533 788
Fabrication du papier	3220	B	Réparation de l'isolant de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0908 \$	102 089

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Fabrication du papier	3220	B	Amélioration du traitement de l'eau	10	0,0225 \$	2 857 995
Fabrication du papier	3220	B	Mise en oeuvre ou réparation du système de traitement de l'eau	10	0,0063 \$	2 493 615
Fabrication du papier	3220	B	Amélioration du programme de gestion des purges	2	0,0219 \$	6 912 421
Fabrication du papier	3220	B	Mise en oeuvre d'un programme de gestion des purges	2	0,0495 \$	4 087 340
Fabrication du papier	3220	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0633 \$	3 645 357
Fabrication du papier	3220	B	Optimisation de la récupération des condensats (remplacement de cycles ouverts par fermés)	15	0,0573 \$	2 845 683
Fabrication du papier	3220	B	Réparation des fuites de vapeur du réseau de distribution	3	0,0352 \$	1 224 523
Fabrication du papier	3220	B	Réduction des infiltrations d'air	3	0,1393 \$	1 667 650
Fabrication du papier	3220	B	Préchauffage de l'eau d'alimentation des bouilloires par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	15	0,1911 \$	4 489 146
Fabrication du papier	3220	B	Ajout de chauffe-eau à contact direct pour préchauffer l'eau de bouilloires	15	0,0276 \$	4 947 538
Fabrication du papier	3220	B	Amélioration des pratiques d'opération des bouilloires	3	0,0232 \$	915 229
Fabrication du papier	3220	B	Réduction de la pression de vapeur	3	0,0116 \$	629 250
Fabrication du papier	3220	B	Surveillance du dégazeur et des événements	7	0,0304 \$	280 309
Fabrication du papier	3220	B	Utilisation du condensat à haute pression pour générer de la vapeur basse pression	7	0,1153 \$	667 834
Fabrication du papier	3220	B	Enlèvement des lignes de vapeur non utilisées	15	0,0046 \$	380 685

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Fabrication du papier	3220	B	Remplacement ou réparation des réfractaires de bouilloires	15	0,1683 \$	40 101
Fabrication du papier	3220	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1093 \$	313 152
Fabrication du papier	3220	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4369 \$	-
Fabrication du papier	3220	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0018 \$	2 436 625
Fabrication du papier	3220	B	Système de contrôle de pression	3	0,1052 \$	772 129
Fabrication du papier	3220	B	Contrôle avancé de la combustion (modulation)	10	0,0945 \$	278 018
Fabrication du papier	3220	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0651 \$	270 659
Fabrication du papier	3220	B	Préchauffage de l'air de combustion	15	0,0690 \$	41 575
Fabrication du papier	3220	B	Réduction des infiltrations d'air dans les fournaies et les pertes thermiques	5	0,1184 \$	41 534
Fabrication du papier	3220	B	Modernisation des brûleurs par des brûleurs régénératifs à injection directe	10	0,0704 \$	60 993
Fabrication du papier	3220	B	Amélioration de l'isolation des fournaies	10	0,0960 \$	186 440
Fabrication du papier	3220	C	Amélioration de l'isolation du bâtiment	30	0,2134 \$	1 080 744
Fabrication du papier	3220	C	Amélioration de l'isolation des conduits d'air chaud	10	0,3199 \$	-
Fabrication du papier	3220	C	Remplacement d'aérotherme par aérotherme à condensation	15	0,2418 \$	1 783 228

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Fabrication du papier	3220	C	Optimisation de la ventilation et du débit d'air neuf	5	0,2952 \$	762 330
Fabrication du papier	3220	C	Préchauffer l'air neuf par des murs solaires	25	0,0556 \$	504 408
Fabrication du papier	3220	C	Récupération en continu de la chaleur des purges (chauffage des espaces)	15	0,0841 \$	96 362
Fabrication du papier	3220	B	Optimisation de l'usage de la vapeur pour le séchage	10	0,1525 \$	832 824
Fabrication du papier	3220	B	Recompression mécanique de la vapeur des sècheurs de la MPA pour réutilisation en séchage	10	0,2294 \$	1 763 637
Fabrication du papier	3220	B	Accroissement de l'extraction de l'eau	10	0,2239 \$	1 396 800
Fabrication du papier	3220	B	Remplacement du séchage vapeur des MAP par séchage air chaud direct	10	0,4772 \$	-
Fabrication du papier	3220	C	Optimisation de l'utilisation de la vapeur pour le chauffage des espaces	10	0,1114 \$	89 161
Fabrication du papier	3220	C	Récupération de chaleur ventilée provenant des hottes des MAP pour chauffer des locaux en hiver.	10	0,0688 \$	8 645 955
Fabrication du papier	3220	B	Récupération de chaleur des rejets de vapeur des digesteurs	10	0,1835 \$	15 947 687
Fabrication du papier	3220	B	Optimisation de l'utilisation de la vapeur pour le chauffage de l'eau	10	0,0896 \$	513 316
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	M	Gestion d'énergie	10	0,0720 \$	4 087 527
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Intégration des procédés	7	0,0360 \$	2 147 314

Mesures industrielles VGE	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Utilisation de la biomasse pour la production de vapeur ou eau chaude de procédé (Grande installation)	21	2,2511 \$	-
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Cogénération cycle ORC à partir de la chaleur produite par des déchets industriels ou municipaux.	21	1,8781 \$	-
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Amélioration du programme de maintenance	2	0,0367 \$	686 705
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Développement d'un programme de maintenance	2	0,4300 \$	-
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Amélioration de l'isolation de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0602 \$	1 796 110
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Réparation de l'isolant de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,0903 \$	33 135
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Amélioration du traitement de l'eau	10	0,0224 \$	927 624
Fabrication d'autres produits du pétrole et du charbon	3241	B	Mise en oeuvre ou réparation du système de traitement de l'eau	10	0,0063 \$	809 357
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Enlèvement des lignes de vapeur non utilisées	15	0,0045 \$	6 137
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Remplacement ou réparation des réfractaires de bouilloires	15	0,1641 \$	646
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1066 \$	5 048
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4260 \$	-

Mesures industrielles Affaires	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (Ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0018 \$	39 280
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Amélioration de la maintenance	2	0,0104 \$	44 069
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Amélioration de l'isolation de la chaudière et du circuit de distribution	10	0,0224 \$	51 445
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	15	0,0253 \$	34 879
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Préchauffage de l'eau ou des liquides d'alimentation des chaudières par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	15	0,0843 \$	18 805
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Amélioration des pratiques d'opération des chaudières	3	0,0253 \$	8 969
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1138 \$	3 081

Mesures industrielles Affaires	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (Ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4548 \$	-
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Contrôle avancé de la combustion (micromodulation)	5	0,1776 \$	31 961
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0011 \$	23 827
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Système de contrôle de pression	3	0,1052 \$	61 197
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Contrôle avancé de la combustion (modulation)	10	0,0960 \$	21 701
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0651 \$	21 454
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Préchauffage de l'air de combustion	15	0,0690 \$	3 295
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Réduction des infiltrations d'air dans les fournaies et les pertes thermiques	5	0,1184 \$	3 292
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Modernisation des brûleurs par des brûleurs régénératifs à injection directe	10	0,0704 \$	4 835
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	B	Amélioration de l'isolation des fournaies	10	0,0960 \$	14 778
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	C	Amélioration de l'isolation du bâtiment	30	0,2134 \$	21 304
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	C	Amélioration de l'isolation des conduits d'air chaud	10	0,3199 \$	-

Mesures industrielles Affaires	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (Ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	C	Remplacement d'aérotherme par aérotherme à condensation	15	0,2418 \$	35 151
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	C	Optimisation de la ventilation et du débit d'air neuf	5	0,2952 \$	15 027
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	C	Préchauffer l'air neuf par des murs solaires	25	0,0556 \$	9 943
Préservation du bois et usines de panneaux particules	3211-3212	C	Récupération en continu de la chaleur des purges (chauffage des espaces)	15	0,0841 \$	1 899
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	M	Gestion d'énergie	10	0,3770 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Utilisation de la biomasse pour la production de vapeur ou eau chaude de procédé (Grande installation)	21	3,6018 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Cogénération cycle ORC à partir de la chaleur produite par des déchets industriels ou municipaux.	21	3,7878 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Amélioration du programme de maintenance	2	0,0881 \$	25 747
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Développement d'un programme de maintenance	2	1,3410 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Amélioration de l'isolation de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,1202 \$	80 982
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réparation de l'isolant de la bouilloire et du circuit de distribution de vapeur	10	0,1794 \$	1 501
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Amélioration du traitement de l'eau	10	0,0445 \$	42 028
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Mise en oeuvre ou réparation du système de traitement de l'eau	10	0,0124 \$	36 760

Mesures industrielles Affaires	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (Ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Amélioration du programme de gestion des purges	2	1,7281 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Mise en oeuvre d'un programme de gestion des purges	2	1,7300 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0610 \$	109 813
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Optimisation de la récupération des condensats (remplacement de cycles ouverts par fermés)	15	0,0553 \$	85 723
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réparation des fuites de vapeur du réseau de distribution	3	0,0339 \$	36 888
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réduction des infiltrations d'air	3	0,1344 \$	50 236
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Préchauffage de l'eau d'alimentation des bouilloires par la récupération de chaleur des gaz de Carneau	15	0,1843 \$	135 231
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Ajout de chauffe-eau à contact direct pour préchauffer l'eau de bouilloires	15	0,0266 \$	149 040
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Amélioration des pratiques d'opération des bouilloires	3	0,0224 \$	27 570
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réduction de la pression de vapeur	3	0,0112 \$	18 956
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Surveillance du dégazeur et des événements	7	0,0293 \$	8 444
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Utilisation du condensat à haute pression pour générer de la vapeur basse pression	7	0,1112 \$	20 118
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Enlèvement des lignes de vapeur non utilisées	15	0,0045 \$	11 468
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Remplacement ou réparation des réfractaires de bouilloires	15	0,1624 \$	1 208

Mesures industrielles Affaires	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (Ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m ³)	PTÉ (m ³)
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Pré-chauffage de l'air de combustion	15	0,1055 \$	9 433
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Remplacement des chaudières par des plus efficaces (95%) équipées de brûleurs à haute efficacité et d'économiseurs	30	0,4215 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Ajout de turbulateurs dans les tubes à convection des chaudières	15	0,0018 \$	73 401
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Remplacement d'un chauffe- eau par un chauffe-eau à contact direct	15	- \$	613
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Système de contrôle de pression	3	0,1052 \$	1 143 823
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Contrôle avancé de la combustion (modulation)	10	0,0960 \$	405 612
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réduction des pertes de combustion par l'optimisation de l'alimentation en air	5	0,0651 \$	400 992
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Préchauffage de l'air de combustion	15	0,0690 \$	61 595
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réduction des infiltrations d'air dans les fournaies et les pertes thermiques	5	0,1184 \$	61 534
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Modernisation des brûleurs par des brûleurs régénératifs à injection directe	10	0,0704 \$	90 364
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Amélioration de l'isolation des fournaies	10	0,0960 \$	276 218
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Contrôle de combustion pour brûleur de procédé	5	0,0592 \$	476 225
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Remplacement de la vapeur par un tube immergé	10	0,0409 \$	157 551
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Réduction des pertes thermiques des cuves et bassins	5	0,1776 \$	18 812

Mesures industrielles Affaires	SCIAN	Type usage	Mesures	Durée de vie (Ans)	Coût unitaire MÉE (\$/m³)	PTÉ (m³)
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	B	Remplacement de la combustion indirecte par des tubes immergés	10	0,3409 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	C	Amélioration de l'isolation du bâtiment	30	0,2134 \$	343 298
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	C	Amélioration de l'isolation des conduits d'air chaud	10	0,3199 \$	-
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	C	Remplacement d'aérotherme par aérotherme à condensation	15	0,2418 \$	566 441
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	C	Optimisation de la ventilation et du débit d'air neuf	5	0,2952 \$	242 154
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	C	Préchauffer l'air neuf par des murs solaires	25	0,0556 \$	160 225
Autres industries manufacturières	3328 à 3359	C	Récupération en continu de la chaleur des purges (chauffage des espaces)	15	0,0841 \$	30 609

ANNEXE V - BIBLIOGRAPHIE DES MESURES INDUSTRIELLES

Minnesota Gas Energy Efficiency Potential – Navigant Consulting – 2009

Energy Conservation Opportunities in Ontario's Mining Industry - G. D. Scott CEng MIET – 2008

Le puisage des économies d'énergie à la mine Brunswick de la Xstrata – NB Power – 2009

Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for the Pulp and Paper Industry - An ENERGY STAR® Guide for Energy and Plant Managers - Klaas Jan Kramer, Eric Masanet, Tengfang Xu & Ernst Worrell – LBNL – 2009

Pulp and Paper Energy Best Practice Guidebook – Focus on Energy – 2005

Opportunities to Improve Energy Efficiency and Reduce Greenhouse Gas Emissions in the U.S. Pulp and Paper Industry - N. Martin, N. Anglani, D. Einstein, M. Khrushch, E. Worrell, and L.K. Price – LBNL – 2000

Energy Management in Kraft Mills: the Role of Process Analysis Tools Philippe Navarri, Luciana Savulescu, Alberto Alva-Argaez and Abdelaziz Hammache - Industrial Systems Optimization- CANMET – 2009

Energy Efficient Technologies and CO₂ Reduction Potentials in the Pulp and Paper Industry - A Workshop in the Framework of the G8 Dialogue on Climate Change, Clean Energy and Sustainable Development – 2006

Pulp and Paper Energy Best Practice Guidebook – Focus on Energy – 2005

Metal Casting Industry - Energy Best Practice Guidebooks – Focus on Energy 2006

Energy Savings in Chemical Industry - K. Van Reusel, LABORELEC, Belgium - R. Belmans, Katholieke Universiteit Leuven

Improving Energy Efficiency in the Chemical Industry - Jeremy J. Patt and William F. Banholzer – 2009

Rapport indicateur de rendement énergétique : usines produisant du lait de consommation – Conseil national de recherche Canada – 2001

Économies de coût dans l'industrie de la transformation du fromage - Récupération de la chaleur de condensation - Économies d'électricité - Réduction de la consommation d'eau - Ministère de l'Agriculture et de l'Alimentation de l'Ontario (MAAO)

Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities for Breweries - An ENERGY STAR® Guide for Energy and Plant Managers - Christina Galitsky, Nathan Martin, Ernst Worrell and Bryan Lehman – LBNL – 2003

SolarWall, <http://solarwall.com/en/home.php>

Energy Conservation in the Wood-Furniture Industry – Emplaincourt, Findley & Hodge – Assessment Industrial Center – Mississippi State University

Energy Efficiency Opportunities In the U.S. Pulp and Paper Industry - Klaas Jan Kramer, Eric Masanet, and Ernst Worrell Lawrence Berkeley National Laboratory - 2010

Available and Emerging Technologies for Reducing Greenhouse Gas Emissions from the Pulp and Paper

Manufacturing Industry - EPA - 2009

Steam System Opportunity Assesement for the Pulp and Paper, Chemical Manufacturing, and Petroleum Refining Industries - US DOE

Les chaudières à condensation. http://www.energieplus-lesite.be/energieplus/page_10954.htm

Optimisations énergétiques sur un réseau vapeur - Patricia Provot, Steam System Engineer

Les meilleures pratiques en efficacité énergétique dans le secteur alimentaire et agroalimentaire - Canmet Énergie - 2010

Energy Efficiency Improvement and Cost Saving Opportunities For Petroleum Refineries - Ernst Worrell and Christina Galitsky - LBNL - 2005

Development of State of the Art-Techniques in Cement Manufacturing: Trying to Look Ahead - Cement Sustainability Initiative (CSI) - 2009

Waste Heat Reduction and Recovery for Improving Furnace Efficiency, Productivity and Emissions Performance - US DoE – 2004