

**RAPPORT TECHNIQUE DE TECHNOSIM INC
SUR LA MISE A JOUR DU POTENTIEL TECHNICO-
ÉCONOMIQUE D'AMÉLIORATION DE L'EFFICACITÉ
ÉNERGÉTIQUE AU QUÉBEC, ENSEMBLE DES
PMI DU MARCHÉ INDUSTRIEL**



**Évaluation du potentiel technico-économique
d'amélioration de l'efficacité énergétique au Québec :
ensemble des PMI du marché industriel**

Préparé par :

Technosim inc.

Pour le compte de :

Hydro-Québec

Michel Boulanger, ing. M.Sc.A.

Technosim inc.

N/D 16950

AVRIL 2002

1. Mandat et limites

Dans le cadre de la préparation d'un Plan global en efficacité énergétique, Hydro-Québec a confié à Technosim le mandat d'évaluer le potentiel d'efficacité énergétique dans le secteur des petites et moyennes industries (PMI) au Québec. L'étude vise à préciser la nature et à estimer la taille de ce potentiel à la lumière des informations actuellement disponibles. Le projet ne vise pas la conception de programmes spécifiques en efficacité énergétique.

Dans le cadre de cette étude, Hydro-Québec a fourni à Technosim un certain nombre de données et de documents de base, tels que :

- consommation des PMI par secteur industriel pour l'année 2000;
- profils de consommation des PMI par secteur industriel, établis à partir du « *Profil sectoriel de la consommation électrique – Marché industriel* » [1];
- « *Relevé des équipements et comportements énergétiques du marché industriel au Québec* » [2];
- statistiques générales provenant du programme SPVC (Systèmes de pompes, ventilateurs, compresseurs) [3].

La méthodologie retenue par Technosim pour l'évaluation du potentiel est présentée à la Section 4 de ce rapport.

Les résultats obtenus offrent un estimé des économies d'énergie électrique à l'horizon 2006 sur la base des technologies et mesures d'efficacité énergétique éprouvées et disponibles sur le marché. Cette évaluation est sujette aux limites suivantes :

- aucune prospective technologique n'a été considérée;
- les mesures de substitution d'énergie, qui conduisent à une augmentation de la consommation électrique tout en réduisant la consommation totale, ne sont pas considérées;

- les mesures de gestion tarifaire (contrôle de l'appel de puissance) ne sont pas considérées.

Enfin, il est important de noter que la réalisation de ce potentiel entraînera une réduction de la consommation spécifique par unité de production, mais pas nécessairement une diminution correspondante de la consommation totale. Les projets d'efficacité énergétique en milieu industriel conduisent souvent à une augmentation de la capacité de production, ainsi qu'à un accroissement du carnet de commandes.

2. Sommaire

Le tableau 1 présente une synthèse du potentiel technico-économique d'efficacité énergétique du secteur PMI en fonction de l'usage qui est fait de l'énergie.

Tableau 1 - Potentiel d'efficacité énergétique par usage – secteur PMI

Usage	Consommation GWh, 2000	Potentiel technico- économique GWh	% de la consommation
Force motrice de procédé	4935	169	3.4 %
Procédés (autres que force motrice)	911	18	2.0 %
CVC	1252	137	10.9 %
Éclairage	1543	112	7.2 %
Centrales d'énergie	352	0	0.0 %
Centrales de réfrigération	504	25	5.0 %
Total	9497	460	4.8 %

Note : 1 GWh = 1 000 000 kWh

La force motrice de procédé domine largement les autres usages au niveau de la consommation, et représente également le potentiel le plus important. La force motrice de procédé regroupe entre autres les pompes, compresseurs et ventilateurs industriels, les entraînements mécaniques, les machines-outils et les convoyeurs. La consommation des ventilateurs intégrés aux équipements de chauffage, ventilation et climatisation des espaces apparaît au poste CVC. De la même façon, la consommation des compresseurs de

réfrigération est traitée séparément. Les équipements de CVC et l'éclairage constituent les deux autres postes importants du potentiel technico-économique.

On trouvera à l'annexe A la ventilation du potentiel en fonction des différents secteurs d'activité industrielle de la PMI.

3. Introduction

L'évaluation du potentiel d'efficacité énergétique du secteur PMI représente un exercice complexe pour plusieurs raisons.

- *La diversité des procédés, des technologies et des infrastructures* : le marché de la PMI est extrêmement diversifié, et certains secteurs, comme l'industrie chimique, sont eux-mêmes très hétérogènes dans leur composition. Il est donc difficile de généraliser des études de cas à l'ensemble du secteur.
- *L'évolution rapide du secteur et de sa composition*, en fonction des cycles économiques et des changements structurels du marché.
- *Les modifications fréquentes aux procédés* : il y a toujours une proportion importante d'industries qui ont des projets de modification et/ou d'expansion. Ce phénomène crée un potentiel d'économies d'énergie à court terme que disparaît et se recrée continuellement, et dont la réalisation exige des diagnostics fréquents ou un suivi continu.
- *Les nombreuses formes d'implantation des mesures d'économie d'énergie* : pour un même type d'équipement dans la même usine, les mesures d'économie d'énergie applicables peuvent varier d'un équipement individuel à un autre, et un diagnostic détaillé est normalement requis pour les établir. Les économies d'énergie qui découlent de l'implantation d'une mesure sont très variables, et dépendent non seulement de la taille de

l'équipement, mais aussi de multiples conditions locales telles que son rôle dans procédé, le profil de charge, etc.

- *Le manque de connaissances sur la performance énergétique du secteur* : peu de données sont disponibles sur l'état actuel de l'efficacité énergétique dans le secteur des PMI. Le nombre élevé d'entreprises ne permet pas d'envisager une analyse individuelle par usine, comme on peut le faire dans le secteur des grandes entreprises.

L'évaluation du potentiel technico-économique d'économie d'énergie de l'ensemble des PMI représente donc un exercice difficile et sujet à plusieurs hypothèses. Il en résulte que le niveau d'incertitude dans l'évaluation est plus élevé que dans les autres secteurs.

3.1 Définitions

Coût unitaire de l'énergie économisée : coût annualisé d'une mesure d'efficacité énergétique pour toute sa durée de vie divisé par la quantité d'énergie annuelle économisée.

Dans le secteur des PMI, les économies et les coûts d'implantation d'une mesure donnée sont très variables, et exigent souvent un diagnostic détaillé. On trouvera à l'Annexe B un estimé du coût unitaire moyen de chacune des mesures considérées. Les coûts unitaires moyens varient de 0,019 à 0,055 \$/kWh.

Potentiel technique : ensemble des économies réalisables par des mesures d'efficacité énergétique, sans considération pour des critères économiques ou de marché.

Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique : économies d'énergie provenant de l'ensemble des mesures dont le coût unitaire de l'énergie économisée ne dépasse pas les coûts évités du distributeur.

Dans cette étude, un plafond nominal de 0,035 \$/kWh a été retenu pour qualifier le potentiel technico-économique. Le coût évité dépend du profil de charge de l'énergie économisée, qui peut varier cas par cas pour une même mesure selon la nature du procédé. Le plafond retenu correspond à un coût évité moyen, qui peut ainsi être mis en relation au coût unitaire moyen des différentes mesures.

4. Méthodologie

La méthodologie retenue pour évaluer le potentiel des PMI diffère de celle utilisée dans les secteurs résidentiel et commercial. Le secteur des PMI est très hétérogène, de sorte que l'approche par client type est difficilement applicable. L'analyse de ce secteur se prête mieux à une méthode basée sur les équipements de base communs aux divers procédés et autres usages de l'énergie, indépendamment de la vocation commerciale de l'entreprise. L'approche retenue repose donc fortement sur une base macro-analytique où les économies pour une mesure ou un ensemble de mesures relatives à des équipements communs sont identifiées soit à partir de statistiques provenant d'implantations réelles, soit par analogie avec des données mieux connues du secteur commercial lorsqu'applicable. Ces économies peuvent alors être appliquées à l'ensemble du secteur sur la base de l'inventaire des équipements ou de la distribution de la consommation par usage.

La première étape consiste donc à répartir la consommation d'énergie entre les différents équipements utilisant l'électricité dans la PMI. Ces données sont disponibles par secteur industriel pour l'année 1991 [1]. On a considéré que dans chaque secteur industriel, la répartition relative de la consommation entre les équipements est demeuré stable depuis ce temps. Les profils relevés en 1991 ont donc été appliqués aux nouvelles consommations de l'année 2000 pour chacun des secteurs.

L'évaluation du potentiel est établie de façon beaucoup plus globale que dans les autres secteurs, parce que les économies et les coûts d'implantation de mesures individuelles sont très variables. Beaucoup d'exemples d'implantation rapportés dans la littérature sont des

success stories qui bénéficiaient de conditions favorables, et qui ne sont pas nécessairement représentatifs de la moyenne du parc. La publication de ces données vise surtout à sensibiliser d'autres utilisateurs et à les encourager à analyser le potentiel d'application dans leur propre environnement.

Une évaluation réaliste du potentiel technico-économique doit donc s'appuyer sur des bases statistiques plus larges. Des données statistiques d'implantation, même sommaires, constituent probablement la source d'information la plus utile et la plus fiable. Ainsi, des statistiques générales provenant du programme commercial SPVC (Systèmes de pompage, ventilation, compression) d'Hydro-Québec ont été utilisées pour évaluer le potentiel des mesures liées à la forme motrice, y compris le potentiel des systèmes de contrôles. La première phase du programme SPVC comprenait des études techniques préliminaires qui ont permis d'identifier un potentiel technique sur un parc d'équipement donné. En analysant le taux d'implantation des recommandations ainsi que les raisons qui ont motivé les décisions de non-implantation, on peut évaluer le potentiel technico-économique des mesures applicables dans le marché.

Pour d'autres mesures où de telles statistiques ne sont pas disponibles, le potentiel a été établi à partir de données provenant de la littérature technique, d'études précédentes, d'opinions d'experts ou d'analogies avec le secteur commercial.

5. Consommation électrique

En 1991, selon le « *Relevé des équipements et comportements énergétiques du marché industriel au Québec* »[2], le marché industriel comprenait 11503 petites et moyennes industries (PMI). On estime que ce nombre est passé à 13200 depuis. Ces industries ont été classées en quatre (4) catégories en fonction de leur consommation totale d'énergie.

Tableau 3 - Classement des PMI en fonction de la consommation d'énergie

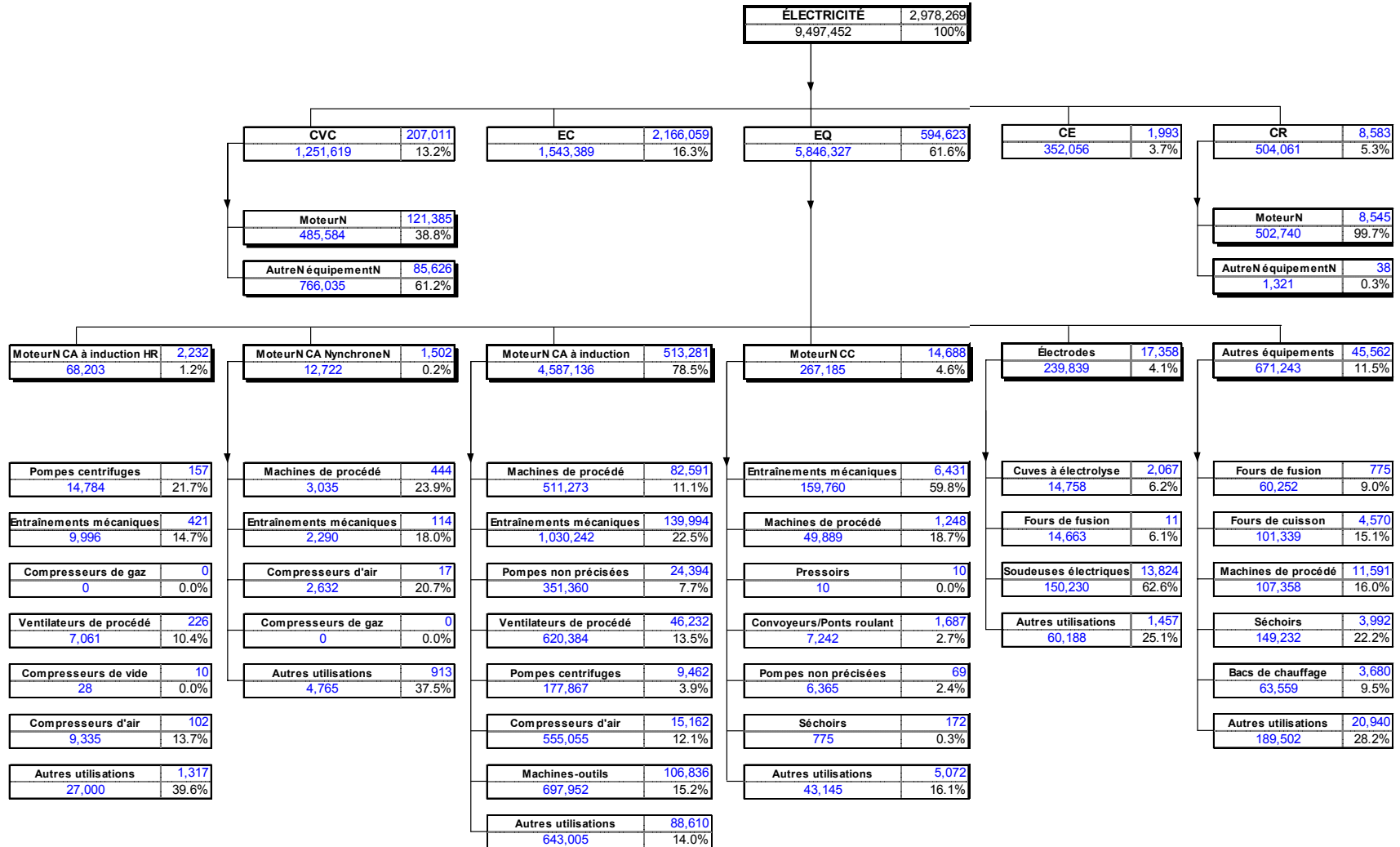
Catégorie	Nombre d'entreprises	Consommation totale d'énergie (TJ)	Consommation électrique (GWh)
Très petites entreprises < 1500 GJ	7640 (66 %)	3074	551 (7 %)
Petites entreprises 1500 à 11999 GJ	2760 (24 %)	12281	1824 (22 %)
Moyennes entreprises 12000 à 99999 GJ	980 (9 %)	32524	3694 (45 %)
Moyennes supérieures > 100000 GJ mais < 5 MW électrique	120 (1 %)	42294	2153 (26 %)
Total	11500	90173	8222 (note 1)

Note 1 : données de 1991

En combinant les deux dernières catégories, on constate que 1100 entreprises (soit 10 % du nombre) comptent pour 71 % de la consommation du secteur PMI.

La consommation d'électricité du secteur PMI a été de 9497 GWh en l'an 2000. Le tableau 4 illustre la répartition de la consommation en fonction des différents usages, pour l'ensemble des PMI.

Profil de la consommation électrique pour les PMI Ensemble des PMI



LÉGENDE

Équipement/utilisation	Quantité
Consommation (MWh)	% cons.

CE: Centrales d'énergie

CR: Centrales de réfrigération

CVC: Chauffage, ventilation et
climatisation

EC: Éclairage

EQ: Équipements de procédé

Tableau 4

Le tableau 5 présente un sommaire du profil de consommation par secteur industriel, en regroupant ensemble les principaux usages de la force motrice.

Tableau 5 – Profil de consommation par usage et par secteur

Secteur	Force motrice	Procédés autres que force motrice	Éclairage	CVC	Centrales d'énergie	Centrales de réfrigération
ALIMENTS ET BOISSONS	43 %	4 %	14 %	11 %	7 %	20 %
BOIS	73 %	8 %	8 %	9 %	3 %	-
CHIMIE	58 %	7 %	10 %	13 %	4 %	9 %
PRODUITS MÉTALLIQUES	45 %	17 %	20 %	15 %	2 %	-
APPAREILS ÉLECTRIQUES	26 %	12 %	21 %	36 %	1 %	4 %
TEXTILES	50 %	17 %	17 %	11 %	3 %	1 %
PAPIERS	77 %	4 %	11 %	5 %	3 %	-
IMPRIMERIE ET ÉDITION	41 %	10 %	22 %	17 %	3 %	6 %
MÉTALLIQUE PRIMAIRE	53 %	28 %	14 %	4 %	1 %	-
PRODUITS MINÉRAUX	61 %	8 %	12 %	14 %	5 %	-
MATÉRIEL DE TRANSPORT	35 %	10 %	32 %	22 %	1 %	-
VÊTEMENT	24 %	3 %	44 %	14 %	15 %	1 %
MINES	86 %	2 %	5 %	7 %	-	-
MEUBLE ET AMEUBLEMENT	33 %	15 %	23 %	24 %	4 %	1 %
CAOUTCHOUC	58 %	16 %	13 %	7 %	1 %	5 %
MACHINERIE	46 %	13 %	22 %	15 %	4 %	-
PÉTROLE ET CHARBON	70 %	10 %	8 %	9 %	3 %	-
CUIR	29 %	1 %	38 %	16 %	16 %	-
TABAC	44 %	-	51 %	-	-	5 %
DIVERS MANUFACTURIERS	46 %	11 %	25 %	12 %	1 %	5 %
TOTAL	52 %	10 %	16 %	13 %	4 %	5 %

L'examen du tableau 5 permet d'apporter les observations suivantes.

- La force motrice est l'usage dominant du secteur des PMI avec 52% de la consommation. Cet usage est particulièrement important dans les secteurs suivants : Mines (86%), Papiers (77%), Bois (73 %), Pétrole et charbon (70 %) .
- Les procédés autres que la force motrice représentent une consommation relativement limitée (10 % en moyenne), avec une exception notable pour le secteur Métallique primaire (28 %).
- L'éclairage est l'usage dominant dans seulement trois secteurs : Tabac, Vêtement et Cuir.
- La consommation liée à la réfrigération se retrouve principalement dans les secteurs Aliments et boissons (20 %) et Chimie (9 %).

6. Usages et potentiels d'économies énergétiques

Le tableau 6 présente le sommaire du potentiel technico-économique pour l'ensemble des PMI.

Tableau 6 : Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique – secteur PMI

Usage	Consommation GWh (2000)	Potentiel technico-économique GWh
Force motrice		
▪ Systèmes de pompage	550	33
▪ Ventilateurs	627	46
▪ Compresseurs	567	37
▪ Entraînements mécaniques	1907	38
▪ Autres applications	1283	-
▪ Entretien et ajustements	-	15
Sous-total - force motrice	4935	169
Procédés autres que force motrice	911	18
CVC	1252	137
Éclairage	1543	112
Centrales d'énergie	352	-
Centrales de réfrigération	504	25
TOTAL	9497	460

6.1 Force motrice

Les mesures reliées à la force motrice représentent 37 % du potentiel technico-économique. Ce potentiel n'est pas relié à l'efficacité des moteurs eux-mêmes, mais à l'utilisation qui en est faite. Aucun potentiel n'a été associé aux moteurs à haute efficacité, étant donné que les moteurs à induction de 1 à 200 HP sont soumis au Règlement sur l'efficacité énergétique du Canada [5] depuis le 27 novembre 1997 (depuis le 27 novembre 1999 dans le cas des moteurs antidéflagrants et des moteurs placés dans un train d'engrenages intégrés).

L'analyse des résultats du programme SPVC [3] révèle que plusieurs types de mesures conduisent en bout de ligne à une diminution de la consommation des moteurs électriques. La première phase du programme SPVC comprenait des études techniques préliminaires qui permettent d'identifier la nature et la valeur du potentiel technique sur un parc d'équipement donné. En analysant le taux d'implantation des recommandations ainsi que les raisons qui ont motivé les décisions de non-implantation, on peut évaluer le véritable potentiel technico-économique des mesures recommandées dans le marché. On peut regrouper ces mesures dans les catégories suivantes :

- modification ou ajout de contrôles
- contrôle des fuites (air comprimé)
- entraînement à fréquence variable
- modification de l'appareil entraîné
- modification de l'arrangement de l'appareil entraîné
- entretien et ajustements
- remplacement de l'appareil entraîné
- redimensionnement du moteur
- entretien du réseau (air comprimé)
- moteur multi-vitesse

Le tableau 7 présente le potentiel de ces classes de mesures pour l'ensemble des usages de la force motrice : systèmes de pompage, ventilateurs, compresseurs et entraînements mécaniques.

Tableau 7 : Détail du potentiel de la force motrice

Classe de mesures	Potentiel GWh	% du potentiel
Modification ou ajout de contrôles	61	36 %
Contrôles des fuites (air comprimé)	24	14 %
Entraînement à fréquence variable (EFV)	22	13 %
Modification de l'appareil entraîné	20	12 %
Modification de l'arrangement	13	8 %
Entretien et ajustements	15	9 %
Remplacement de l'appareil entraîné	8	5 %
Redimensionnement du moteur	2	1 %
Entretien du réseau (air comprimé)	3	2 %
Moteur multi-vitesse	1	-
Total	169	100 %

Les mesures reliées aux contrôles, ou mesures de gestion de la force motrice, représentent à elles seules 36 % du potentiel de cet usage, soit 61 GWh. L'implantation de la plupart des classes de mesures nécessitent une analyse détaillée du procédé : l'accès à une expertise technique appropriée est essentielle à la l'identification de ce potentiel. Dans le cas des mesures reliés aux contrôles, une expertise additionnelle en contrôles industriels est requise au niveau de l'implantation des solutions identifiées.

6.2 Autres équipements de procédés

Dans cet exercice, aucun potentiel n'a été associé à des modifications aux procédés, parce que les améliorations technologiques dépendent fortement des efforts de R&D et sont essentiellement implantées lors de la construction de nouvelles usines ou de la construction de nouvelles lignes de production. Les cycles économiques dominent largement les variations de consommation observables pour cet usage. L'introduction de nouvelles électrotechnologies conduit habituellement à une augmentation de la consommation d'électricité en remplaçant des procédés moins efficaces basés sur l'utilisation de combustibles fossiles.

La seule mesure retenue pour cet usage est l'ajout et l'optimisation de contrôles sur les procédés existants. Le potentiel technico-économique de cette mesure est évalué à 18 GWh. Ici encore, l'implantation nécessite la combinaison d'une expertise en procédés et d'une expertise en contrôles industriels.

6.3 L'éclairage

Les mesures se retrouvant dans le potentiel pour cet usage sont, en ordre décroissant d'importance :

- optimisation de l'intensité lumineuse,
- luminaires à haute efficacité dans les espaces à plafond élevé,
- utilisation de fluorescents compacts,
- cellules photoélectriques pour les stationnements.

Le tableau 8 présente le potentiel attribuable aux mesures sur l'éclairage intérieur et extérieur.

Tableau 8 : Détails du potentiel industriel – usage éclairage

Mesures	Potentiel GWh	% du potentiel
Optimisation de l'intensité	46	41 %
Luminaires à haute efficacité	30	27 %
Fluorescent compact	26	23 %
Cellules photoélectriques	10	9 %
Total	112	100 %

6.4 Chauffage, ventilation, climatisation (CVC)

Un potentiel de 148 GWh s'applique aux équipements CVC et provient essentiellement de l'installation de systèmes de contrôle et de gestion de l'énergie dans les bâtiments industriels. Cette mesure permet de mettre en œuvre plusieurs types d'intervention telles que arrêt/départ des évacuateurs et des systèmes de ventilation, recirculation de l'air, abaissement de température, ajustements des points de consigne, etc....

6.5 Réfrigération

Le potentiel de 25 GWh relié à la réfrigération se retrouve essentiellement dans le secteur Aliments et boissons. Ce potentiel est lié à une diminution de la consommation des systèmes de réfrigération industrielle par la réduction des charges, l'utilisation d'équipements plus efficaces, l'optimisation des conditions d'opération et l'installation de systèmes de contrôles centralisés. Les mesures de récupération de chaleur ne sont pas considérées ici, parce qu'elles conduisent typiquement à une augmentation de la consommation électrique accompagnée d'une diminution de la consommation de combustibles fossiles.

7. Conclusion

Le potentiel technico-économique d'efficacité énergétique dans le secteur de la PMI est estimé à 460 GWh. La gestion de la force motrice et les autres mesures reliées aux contrôles constituent la composante dominante du potentiel d'économie d'énergie électrique. Trois secteurs industriels représentent plus de 40 % de la consommation et du potentiel : Aliments et boissons, Bois et Chimie.

L'évaluation du potentiel technico-économique est basé en principe sur des règles économiques qui ne tiennent pas compte des critères de décision et du comportement d'investissement des clients. Dans le secteur industriel, ces critères ont une influence majeure sur les résultats qui peuvent effectivement être atteints.

- *Les règles d'investissement*

Un facteur important est le comportement d'investissement des industriels, qui exigent des périodes de recouvrement très courtes pour les projets en efficacité énergétique [4] : une période de recouvrement typique de 1 an est acceptable pour environ 50 % des manufacturiers; environ un autre quart accepte une période de 2 ans; le dernier quart ne tolérera même pas une période de recouvrement d'un an : ils désirent 6 mois. Ce comportement n'est pas uniquement relié à la disponibilité de capital, mais aussi au phénomène de modifications fréquentes des procédés. Une période de recouvrement de plusieurs années est jugée risquée parce que les conditions de production sont susceptibles d'évoluer durant la période considérée.

- *Les priorités d'investissement*

Les liquidités souvent limitées sont réservées en priorité aux modifications et ajouts à la capacité de production. Les projets en économie d'énergie sont en compétition avec les autres types d'investissement plus stratégiques de l'entreprise. L'efficacité énergétique est rarement un critère de décision dominant : la plupart des mesures retenues le sont d'abord

parce qu'elles conduisent à une meilleure productivité ou à une amélioration de la qualité des produits. Ces décisions entraînent souvent une augmentation de la capacité de production, et par conséquent de la consommation totale d'énergie.

- *Le risque réel ou perçu*

Une mesure d'efficacité énergétique a peu de chance d'être adoptée si elle est susceptible d'entraîner des complications dans l'opération, une fiabilité moindre ou même des problèmes de relations de travail suite à une modification des conditions. Dans cette optique, les industriels sont souvent prêts à payer une prime sur les coûts de l'énergie.

Ces différentes contraintes, qui sont propres au secteur industriel, ont un impact majeur sur les résultats qui peuvent être attendus de programmes d'efficacité énergétique. Le potentiel réalisable, qui tient compte des critères de décision et du comportement d'investissement des industriels, sera beaucoup plus faible que le potentiel évalué selon des critères strictement technico-économiques.

Annexe A – Ventilation du potentiel par secteur industriel

Potentiel technico-économique d'efficacité énergétique
par secteur industriel - PMI

Secteur	Consommation GWh, 2000	% de la consommation totale des PMI	Potentiel technico- économique GWh
ALIMENTS ET BOISSONS	1609	16.9 %	79
BOIS	1459	15.4 %	58
CHIMIE	862	9.1 %	44
PRODUITS MÉTALLIQUES	753	7.9 %	37
APPAREILS ÉLECTRIQUES	597	6.3 %	39
TEXTILES	594	6.3 %	25
PAPIERS	486	5.1 %	20
IMPRIMERIE ET ÉDITION	364	3.8 %	18
MÉTALLIQUE PRIMAIRE	335	3.5 %	13
PRODUITS MINÉRAUX	325	3.4 %	17
MATÉRIEL DE TRANSPORT	310	3.3 %	20
VÊTEMENT	243	2.6 %	13
MINES	242	2.5 %	9
MEUBLE ET AMEUBLEMENT	189	2.0 %	11
CAOUTCHOUC	179	1.9 %	7
MACHINERIE	130	1.4 %	6
PÉTROLE ET CHARBON	111	1.2 %	4
CUIR	49	0.5 %	3
TABAC	26	0.3 %	1
DIVERS MANUFACTURIERS	634	6.7 %	35
TOTAL	9497	100 %	460

Annexe B – Mesures composant le potentiel technico-économique

ANNEXE B

Mesures composant le potentiel technico-économique - secteur industriel PMI - force motrice

Mesure	Secteur	Coût unitaire moyen (\$/kWh)	Potentiel technico-économique (GWh/an)	% de la consommation initiale	Potentiel cumulé PMI	
Compresseurs		Consommation en GWh/ an : 567 PMI				
I-15	Modification des contrôles	PMI	0.035	6.8	1.2%	6.8
I-16	Contrôle des fuites	PMI	0.015	23.6	4.2%	30.5
I-17	Entretien du réseau	PMI	0.013	3.0	0.5%	33.4
I-18	Remplacement du compresseur	PMI	0.031	2.9	0.5%	36.3
I-19	Modifications de l'arrangement	PMI	0.025	0.5	0.1%	36.8
I-20	Entraînement à fréquence variable	PMI	0.025	0.1	0.0%	36.9
I-21	Redimensionnement du moteur	PMI	0.025	0.0	0.0%	36.9

Coût unitaire moyen : 0.020 \$/kWh

Total -- Compresseurs

36.9

ANNEXE B

Mesures composant le potentiel technico-économique - secteur industriel PMI - force motrice

Mesure	Secteur	Coût unitaire moyen (\$/kWh)	Potentiel technico-économique (GWh/an)	% de la consommation initiale	Potentiel cumulé PMI	
Entraînement mécanique		Consommation en GWh/ an : 1907 PMI				
I-22	Modification ou ajout de contrôles	PMI	0.035	38.1	2.0%	38.1

Total -- Entraînement mécanique 38.1

Entretien et ajustements		Consommation en GWh/ an : 4935 PMI				
I-23	Entretien et ajustements	PMI	0.016	14.8	0.3%	14.8

Total -- Entretien et ajustements 14.8

ANNEXE B

Mesures composant le potentiel technico-économique - secteur industriel PMI

- procédés autres que force motrice

- gestion de l'édifice

Mesure	Secteur	Coût unitaire moyen (\$/kWh)	Potentiel technico-économique (GWh/an)	% de la consommation initiale	Potentiel cumulé PMI
Procédés autres que force motrice (excluant l'électrolyse)		Consommation en GWh/ an :		911 PMI	
I-24	Modification ou ajout de contrôles	PMI	0.035	18.2	2.0%
					18.2

Total -- Procédés autres que force motrice 18.2

Gestion de l'édifice		Consommation en GWh/ an :		1252 PMI	
I-25	Ajout de systèmes de contrôles	PMI	0.035	136.6	10.9%
					136.6

Total -- Gestion de l'édifice 136.6

ANNEXE B

Mesures composant le potentiel technico-économique - secteur industriel PMI - éclairage

Mesure	Secteur	Coût unitaire moyen (\$/kWh)	Potentiel technico-économique (GWh/an)	% de la consommation initiale	Potentiel cumulé PMI	
Éclairage		Consommation en GWh/ an : 1543 PMI				
Sodium HP ou halogénure métallique						
I-26	Optimisation de l'intensité lumineuse	PMI	0.035	46.3	3.0%	46.3
I-27	Fluorescents T5	PMI	0.035	30.0	1.9%	76.3
I-28	Fluorescents compacts	PMI	0.035	25.6	1.7%	101.9
I-29	Remplacement fluorescents	PMI	0.055 *	0.0	0.0%	101.9
I-30	Cellules photoélectriques stationnement	PMI	0.015	10.0	0.6%	111.8
I-31	Détecteurs de présence	PMI	0.040 *	0.0	0.0%	111.8

Coût unitaire moyen : 0.033 \$/kWh

* exclus du potentiel technico-économique

Total -- Éclairage**111.8**

ANNEXE B

Mesures composant le potentiel technico-économique - secteur industriel PMI - réfrigération

Mesure	Secteur	Coût unitaire moyen (\$/kWh)	Potentiel technico-économique (GWh/an)	% de la consommation initiale	Potentiel cumulé PMI	
Réfrigération		Consommation en GWh/ an : 504 PMI				
I-32	Amélioration de l'opération	PMI	0.035	25.2	5.0%	25.2

Total -- réfrigération

25.2

Annexe C – Bibliographie

Annexe C

- 1- « Profil sectoriel de la consommation électrique - Ensemble des PMI du marché industriel », Hydro-Québec, Vice-présidence Efficacité énergétique, Service Conception de programmes - Marché industriel, janvier 1994.
- 2- « Relevé des équipements et comportements énergétiques du marché industriel au Québec » Rapport synthèse, Tecslut Inc. en collaboration avec COGEM Recherche Inc., octobre 1993.
- 3- Programme SPVC, Bilan des économies indentifiées et implantées, Document interne d'Hydro-Québec, 1998.
- 4- Opportunities Remain for Industrial Energy Savings, Energy Conservation News, Vol. 15, no 11, juin 1993.
- 5- « Guide d'interprétation du Règlement sur l'efficacité énergétique du Canada », Office de l'efficacité énergétique, Ressources naturelles Canada, octobre 2001 [<http://reglement.rncan.gc.ca>].
- 6- Industrial Operations and Maintenance Energy Measures : a Review, S.A. Parker, K.L. Gaustad, D.W. Winiarski, NTIS DE95007278, décembre 1994.
- 7- Emerging Energy-Efficient Industrial Technologies, N. Martin et al., American Council for an Energy-Efficient Economy, ACEEE Report Number IE012.
- 8- Toward Energy Efficient Refrigeration – Industrial Research and Development Opportunities to the year 2010, CANMET Energy Technology Centre (CETC), April 1994.
- 9- Monitoring and Targeting in small and medium-sized companies, Good Practice Guide 125, Department of the Environment, Transport and the Regions (DETR), United Kingdom.