

ANNEXE E
POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE D'ÉCONOMIES
D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE
RAPPORTS DES EXPERTS DU DISTRIBUTEUR
MARCHÉ GRANDES ENTREPRISES

Évaluation du potentiel technico-économique d'économies d'électricité des clients industriels Grandes entreprises

Services techniques

Direction - Efficacité énergétique, marketing et
ventes – Grandes entreprises d'Hydro-Québec



2005-06-27

Préparé par :


Services- conseils
Management & Qualité

J. Harvey Consultant & Associés Inc

3219 Du Mont-Royal Est
Montréal Qc H1Y 3L2
Tel. : 514-529-4425

AVANT-PROPOS

Ce rapport fait suite à un mandat qui nous a été confié en mai 2004 par les Services techniques de la direction principale - Efficacité énergétique, marketing et ventes – Grandes entreprises d'Hydro-Québec.

L'évaluation du potentiel technico-économique est le résultat d'un travail collaboratif impliquant des clients des grandes entreprises industrielles, des ingénieurs-conseils, des spécialistes en efficacité énergétique, des chercheurs, des équipementiers et le personnel des Services techniques de la direction principale - Efficacité énergétique, marketing et ventes – Grandes entreprises d'Hydro-Québec.

Le marché des grandes entreprises industrielles se caractérise par une consommation d'électricité intensive dans leurs procédés et par des écarts importants quant à la faisabilité technique et aux coûts des mesures d'économie d'électricité. La démarche d'évaluation que nous avons adoptée tient compte de ces caractéristiques.

Cette version est plus complète que celle émise le 31 janvier 2005. Des précisions concernant la méthodologie utilisée et un nouveau chapitre portant sur évaluation complémentaire du potentiel technico-économique des mesures douces ont été ajoutées.

Jacques Harvey

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-----------|
| REMERCIEMENTS | 6 |
| SOMMAIRE À LA DIRECTION | 8 |
| INTRODUCTION | 10 |
| 1. APPROCHE D'ÉVALUATION | 11 |
| 2. SEGMENTATION DU MARCHÉ | 13 |
| 3. POTENTIEL DES MESURES D'ÉCONOMIE D'ÉLECTRICITÉ D'INVESTISSEMENT | 14 |
| 3.1. MESURES ET TECHNOLOGIES D'ÉCONOMIE D'ÉLECTRICITÉ..... | 14 |
| 3.1.1. <i>Validation des mesures et des technologies d'économie d'électricité</i> | 15 |
| 3.1.2. <i>Mesures et technologies retenues pour l'évaluation auprès des clients</i> | 15 |
| 3.2. LE POTENTIEL TECHNIQUE..... | 16 |
| 3.2.1. <i>Méthodologie du questionnaire</i> | 17 |
| 3.2.2. <i>Participation des clients</i> | 18 |
| 3.2.3. <i>Compilation des résultats</i> | 19 |
| 3.2.4. <i>Potentiel technique pour la période 2005 à 2014</i> | 19 |
| 3.2.5. <i>Économies d'électricité réalisées et non réalisables</i> | 20 |
| 3.2.6. <i>Potentiel technique par usage</i> | 21 |
| 3.2.7. <i>Portée et limites de l'évaluation</i> | 22 |
| 3.3. LE POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE..... | 23 |
| 3.3.1. <i>Hypothèses</i> | 25 |
| 3.3.2. <i>Test des coûts évités</i> | 25 |
| 3.3.3. <i>Tests de sensibilité</i> | 25 |
| 3.3.4. <i>Analyse des résultats</i> | 26 |
| 3.3.5. <i>Résultats détaillés du potentiel technico-économique</i> | 26 |
| 3.3.6. <i>Limites de l'évaluation</i> | 35 |
| 4. POTENTIEL DES MESURES DOUCES | 36 |
| 4.1. DÉFINITIONS..... | 36 |
| 4.2. IDENTIFICATION DES MESURES DOUCES..... | 36 |
| 4.4. ÉVALUATION DU POTENTIEL TECHNICO-ECONOMIQUE DES MESURES DOUCES..... | 37 |
| 4.4.1. <i>Portée de l'évaluation</i> | 37 |
| 5. CONCLUSION | 42 |
| 5.1. NIVEAU DE CONFIANCE..... | 42 |
| 5.2. BALISAGE..... | 42 |
| RÉFÉRENCES | 43 |

TABLE DES ILLUSTRATIONS

| | | |
|--------------|---|----|
| FIGURE 1 | Étapes de l'évaluation du potentiel technico-économique | 11 |
| TABLEAU 1 | Segmentation du marché des grandes entreprises industrielles pour l'évaluation du potentiel technico-économique | 13 |
| TABLEAU 2 | Activités industrielles visées et nombre de mesures et de technologies retenues pour l'évaluation du potentiel technique..... | 16 |
| TABLEAU 3 | Participation des clients au questionnaire sur le potentiel technique | 19 |
| TABLEAU 4 | Potentiel technique en fonction des cinq secteurs industriels des grandes industries | 19 |
| GRAPHIQUE 1 | Distribution du potentiel technique..... | 20 |
| TABLEAU 5 | Répartition du potentiel technique et des économies d'électricité implantées et celles techniquement non réalisables | 21 |
| TABLEAU 6 | Potentiel technique par usage | 22 |
| TABLEAU 7 | Potentiel technico-économique..... | 23 |
| GRAPHIQUE 2 | Distribution du potentiel technico-économique par secteur industriel..... | 23 |
| GRAPHIQUE 3 | Distribution du potentiel technico-économique par usage | 24 |
| GRAPHIQUE 4 | Distribution du potentiel technico-économique par usage pour chaque secteur industriel. | 24 |
| TABLEAU 8 | Résultats des tests de sensibilité..... | 25 |
| GRAPHIQUE 5 | Potentiel technico-économique pour les systèmes auxiliaires | 27 |
| GRAPHIQUE 6 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur bois, activités pâtes et papiers..... | 28 |
| GRAPHIQUE 7 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur bois, activités fabrication de panneaux de bois..... | 29 |
| GRAPHIQUE 8 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur métallurgie | 30 |
| GRAPHIQUE 9 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur chimie et pétrochimie | 31 |
| GRAPHIQUE 10 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur fabrication, activités manufacturières, ports et aéroports et autres..... | 32 |
| GRAPHIQUE 11 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur fabrication, activités aliments et pharmaceutiques..... | 33 |
| GRAPHIQUE 12 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur mines, activités mines et traitement du minerai | 34 |
| GRAPHIQUE 13 | Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur mines, activités fabrication de ciment..... | 35 |
| TABLEAU 9 | Évaluation des économies d'électricité des mesures douces | 38 |
| GRAPHIQUE 14 | Économies d'électricité totales des mesures douces par secteur industriel | 39 |
| GRAPHIQUE 15 | Économies d'électricité des mesures douces par usage | 40 |
| GRAPHIQUE 16 | Économies d'électricité des mesures douces par secteur industriel et par usage | 41 |

DÉFINITIONS DES ABRÉVIATIONS UTILISÉES

| | |
|----------------------|--|
| CHP : | Combined Heat and Power systems (chaleur et puissance combinées) |
| CVAC : | Chauffage – Ventilation – Air Climatisé |
| DCS : | Distributed control system (système de commande distribuée) |
| ÉE : | Économies d'électricité |
| EFV : | Entraînement à fréquence variable |
| GWh/an : | Consommation d'électricité en gigawattheure par année ou 10 ⁶ kilowattheure par année |
| HP : | Horse Power |
| IF : | Infrarouge |
| kWh/an : | Consommation d'électricité en kilowattheure par année |
| kWh/t : | kilowattheure par tonne |
| lb/po ² : | livre par pouce carré |
| MDF : | Mean Density Fiber (fibre de moyenne densité) |
| OSB : | Oriented Strand Board (panneau à copeaux orientés) |
| PLC : | Programmable logic controller (automate programmable) |
| RF : | Radio fréquence |
| SCADA : | Supervisory control and data acquisition (système de supervision, de commande et d'acquisition de données) |
| UV : | Ultraviolet |

REMERCIEMENTS

Nous remercions les clients des grandes entreprises industrielles pour leur collaboration à l'évaluation du potentiel technico-économique.

Nous tenons également à témoigner notre gratitude aux spécialistes suivants pour leur participation à une rencontre d'identification de mesures d'économie d'électricité dans le secteur des grandes industries :

- Christian Goodhue - Breton, Banville & Associés, Mont St-Hilaire
- Denis Chabot – BPR, Québec
- Mario Filion – BPR - Québec
- Richard Blais - Consultant GIC, Saint-Jean-sur-le-Richelieu
- Paul Nguyen - Sandwell EPC Inc., Montréal
- Richard Lampron - Opti-Conseil Inc., Gentilly
- Pierre Boulay - Groupe Cascades Énergie - Kingsey Falls
- Gary Cooper - Jaakko-Poy ABGF inc., Montréal
- George Gellatly - KSH Tessag LTD, Montréal
- Marcel Laflamme – Mine Laboratoire Canmet, Val d'Or
- Léandre Gervais - Léandre Gervais & Ass. Inc., Val d'Or
- Pierre Thibeault - Association minière du Québec Inc., Québec
- Robert Poirier – R.O. Poirier inc., Vaudreuil
- Raymond Beaudoin - Expair
- Adam Pearce – Comairco, Laval
- François Tellier – Comairco, Laval
- Marc Malenfant – Cimco Refrigération, Montréal
- Patrice Morel – Cimco Refrigération, Montréal
- Jacques Chaurette – Fluide Design Inc., Montréal
- Magella Bilodeau – Conseil national de recherches Canada, Ottawa
- Claude Dupuis - CDI Groupe Conseil inc., Saint-Bruno
- André Allaire - Breton, Banville & Associés, Mont Saint-Hilaire
- Jacques Racine – Met-Chem Canada Inc., Montréal
- Bart Di Ciero – Invensys, Dollard-des-Ormeaux
- Nathalie Marcotte – Invensys, Dollard-des-Ormeaux
- Roger Evans– Invensys, Dollard-des-Ormeaux
- Benoit Arsenault – Rockwell Automation, Lachine
- Dominique Turenne - Rockwell Automation, Lachine
- Duc H. Tran – SNC Lavalin, Montréal
- Mohamed Ourrihan – COREM, Québec
- Yves Dessureault – Hatch, Montréal
- Georges Houlachi – LTE, Shawinigan

Nous remercions les membres suivants des Services techniques de la direction principale - Efficacité énergétique, marketing et ventes – Grandes entreprises d’Hydro-Québec qui ont participé à l’identification des mesures d’économie d’électricité, aux rencontres de validation avec les spécialistes externes et au support technique fourni aux clients pour répondre aux questionnaires :

- Jean Denis Champoux, ingénieur en efficacité énergétique
- Hélène Aubin, ingénieure en efficacité énergétique
- Daniel Lecours, ingénieur en efficacité énergétique
- Pierre Chevalier, ingénieur en efficacité énergétique
- Martine Ouellet, chef des Services techniques
- Gill Champoux, ingénieur R-D, Mines et Métallurgie

Finalement, nous tenons à souligner les efforts notables consentis par les délégués de la direction principale – Efficacité énergétique, marketing et ventes – Grandes entreprises d’Hydro-Québec qui ont demandé à leurs clients respectifs de remplir les questionnaires.

SOMMAIRE À LA DIRECTION

Le potentiel technico-économique des mesures d'investissement des grandes industries souscrivant au tarif L s'établit à 2 084 GWh/an sur un horizon de dix ans (2005 à 2014). Le potentiel technique a été évalué à 2 242 GWh/an. Les mesures et les technologies d'économie d'électricité du potentiel technico-économique présentent un coût unitaire inférieur au coût évité d'Hydro-Québec de 7,10 ¢ le kWh.

Une évaluation complémentaire établit le potentiel des mesures douces, c'est-à-dire celles ne nécessitant pas d'investissement en capital, à 1 382 GWh/an. Les économies générées par les mesures douces s'effritent cependant rapidement après quelques mois.

Démarche d'évaluation

L'évaluation du potentiel technico-économique a été réalisée en deux phases.

Phase 1 - Potentiel technico-économique des mesures et des technologies exigeant un investissement en capital

1. Segmentation du marché des grandes entreprises. Les secteurs industriels : du bois, de la fabrication, de la métallurgie, de la chimie et, de la pétrochimie ainsi que des mines ont été segmentés en deux ou trois activités industrielles afin d'identifier des mesures et des technologies d'économie d'électricité spécifiques aux activités des clients.
2. Identification des mesures et des économie d'électricité. Vingt-deux (22) mesures pour les systèmes et quatre-vingt (97) mesures et technologies d'économie d'électricité pour les procédés ont été identifiées et validées lors de comités et de rencontres techniques avec des experts du domaine.
3. Potentiel technique. Au total, 47 % des clients représentant 54 % de la consommation des grandes industries ont rempli un questionnaire personnalisé par activité industrielle afin de déterminer les mesures et technologies d'économie d'électricité pertinentes à leur usine. Les réponses aux questionnaires ont permis d'évaluer un potentiel technique de 2 242 GWh/an.
4. Potentiel technico-économique. Le potentiel technique a fait par la suite l'objet d'un test de coûts évités afin d'établir le potentiel technico-économique à 2 084 GWh/an.

Phase 2 - Mesures douces

1. Identification des mesures douces. L'identification de mesures douces a été effectuée par des comités d'experts.
2. Recherches complémentaires. L'information issue des questionnaires des clients a été complétée à l'aide de la consommation des usages des « Energy footprints » du Department of Energy¹ des États-Unis.
3. Potentiel des mesures douces. Le potentiel d'économies d'électricité des mesures douces a été évalué à 1 382 GWh/an.

Bénéfices de l'approche adoptée

L'approche adoptée a permis de valider, avec l'aide des comités et dans le cadre des rencontres techniques et par la suite avec les clients, les mesures et technologies d'économie d'électricité non seulement par rapport à

¹ Les « Energy Footprints » sont expliqués à l'adresse http://www.eere.energy.gov/industry/energy_systems/footprints.html.

leur faisabilité technique intrinsèque, mais également par rapport à leur faisabilité technique dans les environnements des usines. Le potentiel technique offre donc des mesures et des technologies d'économie d'électricité disponibles et techniquement réalisables en usine.

Potentiel technico-économique actuel par rapport à celui de 2002

Le potentiel technico-économique évalué en 2002 s'élevait à 1 140 GWh/an à des coûts évités de 3,17 ¢ le kWh.

La différence entre le potentiel technico-économique actuel et celui de 2002 s'explique en partie par l'augmentation des coûts évités qui sont passés de 3,17 ¢ le kWh en 2002 à 7,10 ¢ le kWh en 2005.

Elle est également attribuable à l'évaluation d'un plus grand nombre de mesures et de technologies d'économie d'électricité particulièrement dans d'autres secteurs industriels que le bois et à des mesures et technologies additionnelles proposées par les clients. L'évaluation par les clients de la pertinence des mesures et de leur faisabilité technique en milieu industriel accroît la précision de l'évaluation du potentiel technique par rapport à celle réalisée en 2002.

Portée et limites

La précision du potentiel technico-économique dépend pour une bonne part de la justesse de l'évaluation des coûts d'acquisition et d'implantation des mesures et des technologies d'économie d'électricité. Or, ces coûts peuvent varier considérablement d'une usine à l'autre, dans un même secteur d'activité industrielle, pour l'implantation d'une même mesure ou technologie. L'interprétation du potentiel technico-économique doit donc tenir compte de ce facteur.

Le potentiel technico-économique concerne les usines actuelles. La possibilité d'un potentiel technico-économique dans les nouvelles usines est faible pour l'horizon considéré.

INTRODUCTION

La présente évaluation a pour objectif d'établir le potentiel technico-économique d'économies d'électricité des grandes industries souscrivant au tarif L pour un horizon de dix ans (de 2004 à 2014) et de dégager, dans le cadre d'une évaluation complémentaire, le potentiel des mesures douces.

Le potentiel technico-économique représente les économies d'énergie associées à l'implantation des mesures et des technologies disponibles partout où cela est techniquement possible et économiquement rentable pour la société, sans tenir compte de l'acceptation des mesures par les clients. La mesure est considérée comme rentable lorsque le coût unitaire de l'énergie économisée est inférieur au coût évité du Distributeur.

L'évaluation du potentiel technico-économique comporte cinq étapes principales faisant l'objet de chapitres distincts.

Le premier chapitre trace un tableau sommaire de l'approche d'évaluation adoptée.

Le deuxième chapitre décrit le marché des grandes industries et la segmentation de la clientèle adoptée pour l'évaluation.

Le troisième chapitre traite du potentiel technique et du potentiel technico-économique des mesures d'économie d'électricité nécessitant un investissement en capital.

Le quatrième chapitre présente les résultats du potentiel technico-économique des mesures douces. L'évaluation des mesures douces a été réalisée dans un second temps, en complément à l'évaluation du potentiel technique.

Finalement, le cinquième chapitre tire la conclusion de l'évaluation.

1. APPROCHE D'ÉVALUATION

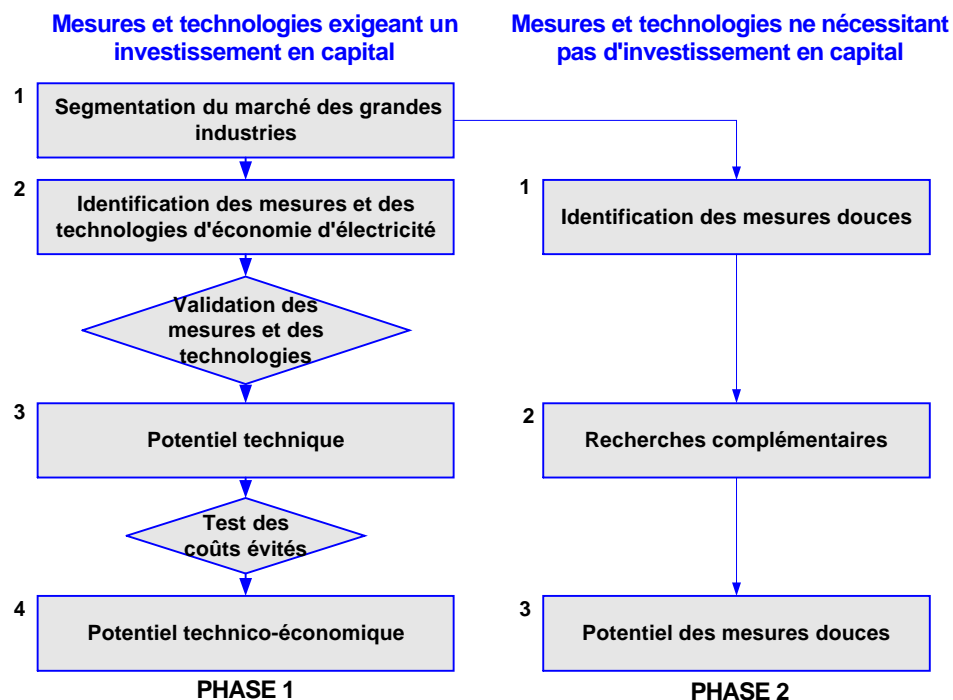
L'approche adoptée pour l'évaluation du potentiel technico-économique du marché des grands clients industriels tient compte des particularités du marché visé.

Le marché des grandes entreprises industrielles est caractérisé par :

- Son petit nombre de clients. Pour l'année de référence 2003, utilisée pour l'évaluation du potentiel technico-économique, il comptait 182 clients.
- Une consommation d'électricité dont les deux tiers sont consacrés aux procédés spécifiques à chacun des clients et le troisième tiers, aux systèmes auxiliaires. Bien que des mesures génériques existent pour les systèmes auxiliaires, l'évaluation doit identifier des mesures d'économie d'électricité pour les procédés spécifiques à chacun des clients.
- L'âge varié des usines. Par exemple, le secteur des métaux légers (magnésium et aluminium) est caractérisé par des usines récentes à la fine pointe de la technologie alors que le secteur du papier journal exploite de vieilles machines à papier. Les contraintes techniques et économiques liées à l'implantation de mesures d'économie d'électricité sont considérablement différentes entre une usine récente et une usine âgée.
- La pluralité des activités industrielles. Bien que regroupées dans cinq grands secteurs industriels (bois, chimie et pétrochimie, fabrication, métallurgie ainsi que mines et traitement du minerai), les activités industrielles sont très diversifiées d'un secteur à l'autre. Par exemple, le secteur de la fabrication regroupe 55 usines dans des domaines aussi variés que l'agroalimentaire, le transport, l'aérospatiale, les plastiques, le textile et la pharmaceutique. Cette pluralité d'activités économiques multiplie le nombre de mesures d'économie d'électricité à évaluer.
- La compétence des ressources techniques des clients. Les grandes usines sont généralement dotées d'experts en ingénierie, qui sont au fait des mesures et des technologies susceptibles d'améliorer la performance énergétique.

La figure qui suit présente les étapes de la démarche adoptée pour l'évaluation du potentiel technico-économique. Ces étapes sont décrites à la page suivante.

FIGURE 1 Étapes de l'évaluation du potentiel technico-économique



L'évaluation du potentiel technico-économique a été réalisée en deux phases.

Phase 1 - Potentiel technico-économique des mesures et technologies exigeant un investissement en capital

1. Segmentation du marché des grandes entreprises.

Les grandes industries ont été regroupées en cinq secteurs industriels : bois, fabrication, métallurgie, chimie et pétrochimie, mines.

À l'intérieur de chaque secteur industriel, les clients ont été segmentés selon deux ou trois activités industrielles. Ce regroupement va permettre déterminer des mesures et des technologies d'économie d'électricité davantage spécifiques aux activités des clients.

2. Identification des mesures et des technologies d'économie d'électricité.

Une recherche exhaustive a d'abord été réalisée dans le but d'identifier les mesures et les technologies d'économie d'électricité applicables aux différents secteurs industriels des grandes industries.

Les résultats ont par la suite été validés et enrichis par des comités techniques et des rencontres de validation tenues avec des spécialistes et des équipementiers.

Réaliser l'évaluation du potentiel technique à cette étape, à partir d'informations recueillies dans les annuaires industriels et les analyses de consommation des usages industriels, n'aurait pas permis de détecter la partie du potentiel technique déjà réalisée et celle qui n'est pas techniquement réalisable avec un niveau de précision acceptable. Une collecte d'informations auprès des clients industriels devenait alors essentielle pour atteindre le niveau de précision recherché.

3. Potentiel technique.

Les clients des grandes industries ont été appelés à remplir un questionnaire personnalisé par activité industrielle afin de déterminer les mesures et technologies d'économie d'électricité techniquement réalisables dans leur usine ainsi que celles déjà réalisées.

Les résultats des questionnaires ont permis d'évaluer le potentiel technique.

4. Potentiel technico-économique.

Le potentiel technique a fait par la suite l'objet d'un test de coûts évités afin d'établir le potentiel technico-économique.

Phase 2 - Mesures douces

1. Identification des mesures douces.

L'identification de mesures douces a été effectuée en 2003 et 2004 par des comités d'experts en pompage, ventilation, réfrigération et en compression d'air pour le compte d'Hydro-Québec.

2. Recherches complémentaires.

Des recherches complémentaires dans la littérature technique ont permis d'identifier des mesures douces additionnelles à celles identifiées par les comités d'experts.

L'information issue des recherches complémentaires et des questionnaires des clients a été complétée à l'aide de la consommation des usages des « Energy footprints² » du Department of Energy des États-Unis.

3. Potentiel des mesures douces.

Le potentiel d'économies d'électricité des mesures douces a été évalué pour l'ensemble du marché.

² Les « Energy Footprints » sont expliqués à l'adresse http://www.eere.energy.gov/industry/energy_systems/footprints.html.

2. SEGMENTATION DU MARCHÉ

Le marché des grandes entreprises, dont la puissance appelée est de 5 MW et plus, regroupait 182 clients industriels pour l'année 2003, année de référence utilisée pour l'évaluation du potentiel technico-économique. Ces clients industriels consommaient 62 727 GWh/an en 2003.

Les cinq grands secteurs industriels ont été découpés en groupes de clients selon leurs activités industrielles. Les mesures et technologies d'économie d'électricité ont ainsi pu être identifiées et évaluées spécifiquement en fonction de ces activités industrielles.

Le tableau 1 présente la segmentation du marché retenue pour l'évaluation du potentiel technico-économique.

TABLEAU 1 Segmentation du marché des grandes entreprises industrielles pour l'évaluation du potentiel technico-économique

| Secteurs industriels grandes industries | Activités industrielles | Nombre de clients | Consommation du secteur Année de référence 2003 (GWh/an) |
|---|--|-------------------|--|
| Bois | Pâtes et papiers, scieries et panneaux de bois | 58 | 19 629 |
| Chimie et pétrochimie | Chimie et pétrochimie | 24 | 6 833 |
| Fabrication | Activités manufacturières, alimentaires, pharmaceutiques et autres | 55 | 2 712 |
| Métallurgie | Métallurgie | 28 | 30 906 |
| Mines | Mines et traitement du minerai, cimenteries et mines d'amiante | 17 | 2 647 |
| | Total général | 182 | 62 727 |

La segmentation du marché en activités industrielles permet de mieux cibler les mesures et les technologies d'économie d'électricité en fonction des spécificités des clients tout en assurant une extrapolation plus cohérente des résultats pour l'ensemble du marché.

3. POTENTIEL DES MESURES D'ÉCONOMIE D'ÉLECTRICITÉ D'INVESTISSEMENT

Les mesures et les technologies d'économie d'électricité nécessitant un investissement en capital pour leur mise en œuvre ont été identifiées.

Ces mesures et ces technologies ont été validées et enrichies par des comités d'experts et leur faisabilité technique en usine a été vérifiée à l'aide des questionnaires transmis aux clients.

Finalement, le potentiel technique a fait l'objet d'une analyse des coûts évités par Hydro-Québec dans le but d'établir le potentiel technico-économique.

3.1. Mesures et technologies d'économie d'électricité

Les mesures et les technologies qui génèrent des économies d'électricité en compression, ventilation de procédés et de bâtiments, réfrigération, pompage, chauffage des bâtiments et les technologies spécifiques à des procédés ont été retenues pour l'évaluation. Le remplacement de moteurs classiques et à haut rendement par des moteurs superéconergétiques (NEMA Premium^{MC}) est considéré dans les mesures applicables aux divers systèmes industriels.

Une recherche exhaustive a d'abord été réalisée dans le but d'identifier les mesures et les technologies d'économie d'électricité applicables aux différents secteurs industriels des Grandes industries. Les sources suivantes ont été consultées :

- les listes de mesures identifiées et caractérisées en pompage, compression d'air, ventilation et réfrigération par les comités d'experts mis sur pied en 2003 et 2004 par Hydro-Québec. Ces mesures peuvent être consultées sur le site Internet d'Hydro-Québec³.
- les guides d'efficacité énergétique spécifiques à des secteurs industriels disponibles auprès de l'Office de l'efficacité énergétique, de Paprican et de l'Office of industrial technologies du Department of Energy (DOE).
- la banque de données de l'Industrial Assessment Center (IAC) comportant plus de 80 000 recommandations touchant plus de 300 mesures d'efficacité énergétique et d'amélioration de la productivité issues de 12 000 évaluations industrielles réalisées aux États-Unis. Cette base de données a été utilisée pour valider des pourcentages d'économies d'électricité, des périodes de récupération de l'investissement PRI et des coûts pour des mesures d'économie d'électricité s'appliquant pour la plupart aux systèmes auxiliaires.
- les études antérieures réalisées sur le potentiel technico-économique des Grandes industries dont l'étude du potentiel de réduction de la consommation d'énergie électrique dans l'industrie papetière québécoise réalisée par Génivel - BPR en 2002 pour le compte de l'Association des industries forestières du Québec (AIFQ), l'Agence de l'efficacité énergétique (AEE) et Hydro-Québec ainsi que l'Identification du potentiel d'amélioration d'efficacité énergétique électrique en grandes entreprises réalisée en 2002 par CIMA pour le compte d'Hydro-Québec.
- les mesures d'économie d'électricité des projets d'initiatives déjà déposés par les clients dans le programme PIIGE d'Hydro-Québec.
- les cartes routières technologiques touchant les activités industrielles visées ; ces documents permettent de détecter des technologies émergentes pour un horizon jusqu'à dix ans. Ces cartes routières explorent les technologies disponibles mondialement. Elles font souvent référence aux technologies identifiées par le Centre for the Analysis and Dissemination of Demonstrated Energy

³ http://www.hydroquebec.com/affaires/appui_pmi/index.html

Technologies (CADET), le Lawrence Berkeley National Laboratory et l'American Council for an Energy-Efficient Economy (ACEEE), des organismes reconnus à l'échelle mondiale. Les cartes routières ont été utilisées pour identifier des technologies en émergence et pour apprécier les chances qu'elles soient mises en marché dans les cinq ou dix années à venir.

Par contre, les mesures et technologies suivantes n'ont pas été retenues :

- celles qui génèrent des économies d'électricité par un transfert aux combustibles fossiles
- celles procurant seulement des économies de combustibles fossiles
- les technologies de génération d'électricité
- les technologies non pertinentes pour les secteurs industriels
- les technologies applicables seulement dans le cadre de la construction d'une nouvelle usine

Les mesures douces, c'est-à-dire celles qui ne nécessitent pas d'investissement, ont fait l'objet d'une évaluation séparée présentée au chapitre 4.

3.1.1. Validation des mesures et des technologies d'économie d'électricité

Les résultats ont par la suite été validés et enrichis par trois comités techniques par secteur industriel : pâtes et papiers, métallurgie et mines.

Sept rencontres de validation ont également été tenues avec des spécialistes et des équipementiers. Celles-ci portaient sur des mesures et des technologies transversales aux secteurs industriels : pompage, compression d'air (experts et équipementiers), ventilation industrielle, entraînements à fréquence variable, contrôle de procédés, intégration des procédés.

La liste des participants aux comités et aux rencontres techniques est présentée à la section des remerciements qui se trouve au début de ce document.

Les mesures et les technologies d'économie d'électricité soumises ont alors été validées en fonction des critères suivants :

1. Les mesures et les technologies sont disponibles - Elles sont commercialisées ou vont l'être d'ici trois à cinq ans et des implantations ou des tests pilotes ont été réalisés au Québec ou ailleurs.
2. Les mesures et les technologies sont pertinentes par rapport aux activités industrielles visées - Elles sont applicables dans les activités industrielles et les usines visées.

3.1.2. Mesures et technologies retenues pour l'évaluation auprès des clients

Cent dix-neuf (119) mesures et technologies d'économie d'électricité ont été retenues à la suite de la validation réalisée dans le cadre de rencontres techniques comprenant :

- vingt-deux mesures (22) génériques applicables aux systèmes auxiliaires touchant toutes les activités industrielles visées ;
- quatre-vingt-dix-sept (97) mesures et technologies spécifiques à des procédés propres aux activités industrielles visées.

Le tableau 2 qui suit présente les activités industrielles visées et le nombre des mesures et technologies d'économie d'électricité retenues pour l'évaluation du potentiel technique.

TABLEAU 2 Activités industrielles visées et nombre de mesures et de technologies retenues pour l'évaluation du potentiel technique

| Secteurs industriels grandes industries | Activités industrielles | Nombre de mesures et de technologies pour les procédés | Nombre de mesures génériques pour les systèmes |
|---|--------------------------------|--|--|
| Bois | Pâtes et papiers | 17 | 22 |
| | Scieries | 4 | |
| | Panneaux | 7 | |
| Chimie et pétrochimie | Chimie et pétrochimie | 9 | |
| Fabrication | Manufacturier | 7 | |
| | Aliments / Pharmaceutique | 8 | |
| | Ports et aéroports | 3 | |
| | Autres | 3 | |
| Métallurgie | Métallurgie | 16 | |
| Mines | Mines et traitement du minerai | 13 | |
| | Ciment | 4 | |
| | Amiante | 6 | |
| Total | | 97 | |

La liste des mesures et des technologies d'économie d'électricité évaluées est présentée en annexe I. Les documents de référence portant sur les mesures d'économie d'électricité choisies ou consultées sont présentés à la section « Références », à la fin de ce document.

Les mesures et les technologies retenues ont été comparées à des listes de technologies issues de deux études de potentiel technique du marché américain et, compte tenu des exclusions soulevées en 3.1 plus tôt, toutes les technologies de ces études ont été retenues pour l'évaluation du potentiel technique. Cette comparaison est présentée en annexe II.

3.2. Le potentiel technique

Le potentiel technique que nous avons identifié représente les économies d'énergie associées à l'implantation des mesures et des technologies disponibles et techniquement applicables dans le marché visé.

L'évaluation de la faisabilité technique a été réalisée à l'aide d'un questionnaire transmis avec le concours des délégués d'Hydro-Québec aux clients du marché des grandes entreprises industrielles.

Un questionnaire spécifique a été conçu par activité industrielle visée. Les questionnaires abordaient les sujets suivants :

- pertinence des mesures et des technologies d'économie d'électricité proposées pour les systèmes auxiliaires et les procédés ;
- faisabilité technique au regard de l'environnement dans le cas où la mesure est pertinente ;
- unités de production et/ou puissance visées ou autre information technique pour une mesure ou une technologie applicable et évaluation des économies d'électricité possibles à l'aide de pourcentages d'économies d'électricité accompagnant les mesures et les technologies à évaluer ;

- suggestions d'autres mesures et technologies d'économie d'électricité non abordées dans le questionnaire, mais qui pourraient être applicables.

3.2.1. Méthodologie du questionnaire

Le marché des grands clients industriels ne comporte que 182 clients utilisant des procédés variés et parfois très énergivores. Par rapport à l'ensemble du marché industriel, le marché des grands clients industriels est de loin le plus sensibilisé à l'efficacité énergétique, le mieux doté en spécialistes de procédés et en responsables de l'énergie. Ces caractéristiques font en sorte que le marché des grands clients industriels peut fournir des données fiables sur des aspects de l'efficacité énergétique touchant spécifiquement les procédés.

Encadrement

Dans le but d'assurer l'intégrité de la recherche d'information, des moyens d'encadrement ont été mis en œuvre :

- Hydro-Québec s'est engagé à une stricte confidentialité auprès de ses grands clients industriels afin de nous permettre d'obtenir des données sensibles sur leurs procédés.
- Les principales associations industrielles ont été sensibilisées à l'importance de cette opération. Ils ont d'ailleurs communiqué avec leurs membres afin d'obtenir la meilleure collaboration des usines.
- Les Services techniques du Distributeur ont désigné trois ingénieurs d'expérience pour être en contact avec les répondants des clients et les assister au besoin dans la détection des possibilités :
 - secteur chimie et pétrochimie, BSc. MSc. Chimie, 20 ans d'expérience ;
 - secteur fabrication, métallurgie et mines, B. ing. civil et BSc. A. Mécanique, 23 ans d'expérience ;
 - secteur bois, B. ing. et Maîtrise en gestion de projets, 25 ans d'expérience ;
- Plus d'une vingtaine de visites ont été réalisées chez des clients par les spécialistes des Services techniques pour remplir les questionnaires particulièrement dans les secteurs de la chimie et des panneaux de bois. De nombreuses conversations téléphoniques ont eu lieu entre des répondants des clients et des ingénieurs des Services techniques afin de leur expliquer des aspects particuliers du questionnaire.
- Un questionnaire personnalisé par secteur industriel a été élaboré ciblant le plus directement possible les mesures et les technologies pertinentes aux activités du secteur. De plus, le client pouvait proposer des mesures et des technologies additionnelles applicables à ses systèmes auxiliaires et à ses procédés.
- Afin de s'assurer que l'information recherchée couvre toutes les activités de l'usine et soit fiable, le questionnaire devait être rempli par un comité regroupant des personnes représentatives des différents secteurs de l'usine.

La validation des données du questionnaire

Le questionnaire avait pour objectif non seulement de vérifier les mesures et les technologies déjà implantées et celles non réalisables techniquement, mais également de relever les capacités de production et les puissances consacrées aux principaux usages.

L'information fournie par les clients a été validée ou complétée, le cas échéant, notamment sur les aspects suivants :

- Les capacités de production soumises ont été validées avec celles identifiées dans un ou plusieurs des documents suivants : l'étude de BPR relativement aux pâtes et papiers, les documents d'équipementiers, les annuaires industriels et les publications sur les sites Internet des clients.
- Les puissances des systèmes auxiliaires et des procédés ont été validées, complétées ou calculées au besoin et vérifiées à l'aide des moyens suivants : vérification de la puissance et de l'état des compresseurs à partir des relevés d'information des études réalisées par deux spécialistes en compression chez les clients grandes industries, comparaison avec les consommations par usage et par secteur industriel des « Energy Footprints » du DOE, comparaison avec les indicateurs de consommation par usage, lorsqu'ils étaient disponibles, (% de la consommation totale par usage ou consommation par unité produite) publiés dans des études de balisage énergétique pour les secteurs les plus importants.
- Les capacités de production et des économies réalisées ou escomptées entre des usines comparables ont été validées, particulièrement pour des usines de pâtes et papiers et des alumineries pour lesquelles des comparaisons sont possibles.
- La somme des consommations des usages a été validée avec la consommation totale du client afin de repérer les incohérences. Au besoin, une précision était demandée au client par un ingénieur des Services techniques d'Hydro-Québec.
- Les résultats du calcul des économies d'électricité ont été vérifiés. Lorsque les économies d'électricité présentaient un écart significatif par rapport aux cibles normales pour une mesure ou une technologie, l'ingénieur des Services techniques était appelé à communiquer avec le répondant pour demander des éclaircissements.

L'information recueillie à partir des questionnaires a permis d'établir le potentiel technique par client répondant et, par extrapolation, pour l'ensemble du marché.

3.2.2. Participation des clients

L'évaluation couvre 47 % des clients des grandes industries dont les consommations représentent 54 % de la consommation totale des grandes industries.

Le tableau 3 de la page suivante présente les taux de participation des clients par secteur industriel.

TABLEAU 3 Participation des clients au questionnaire sur le potentiel technique

| Secteurs industriels grandes industries | Nombre de répondants | % des répondants par rapport au nombre de clients du secteur industriel | Consommation des répondants (GWh/an) | % de la consommation des répondants par rapport à la consommation des clients du secteur industriel |
|---|----------------------|---|--------------------------------------|---|
| Bois | 26 | 45% | 6 993 | 34% |
| Chimie et pétrochimie | 10 | 42% | 1 395 | 21% |
| Fabrication | 26 | 47% | 1 341 | 51% |
| Métallurgie | 15 | 54% | 21 843 | 73% |
| Mines | 8 | 47% | 2 209 | 87% |
| Total | 85 | 47% | 33 781 | 54% |

3.2.3. Compilation des résultats

Le potentiel technique des économies d'électricité a été compilé par groupe de répondants pour une activité industrielle, puis extrapolé pour l'ensemble des clients visés par cette activité industrielle en fonction de la consommation des répondants par rapport à la consommation des clients de ce secteur d'activité.

3.2.4. Potentiel technique pour la période 2005 à 2014

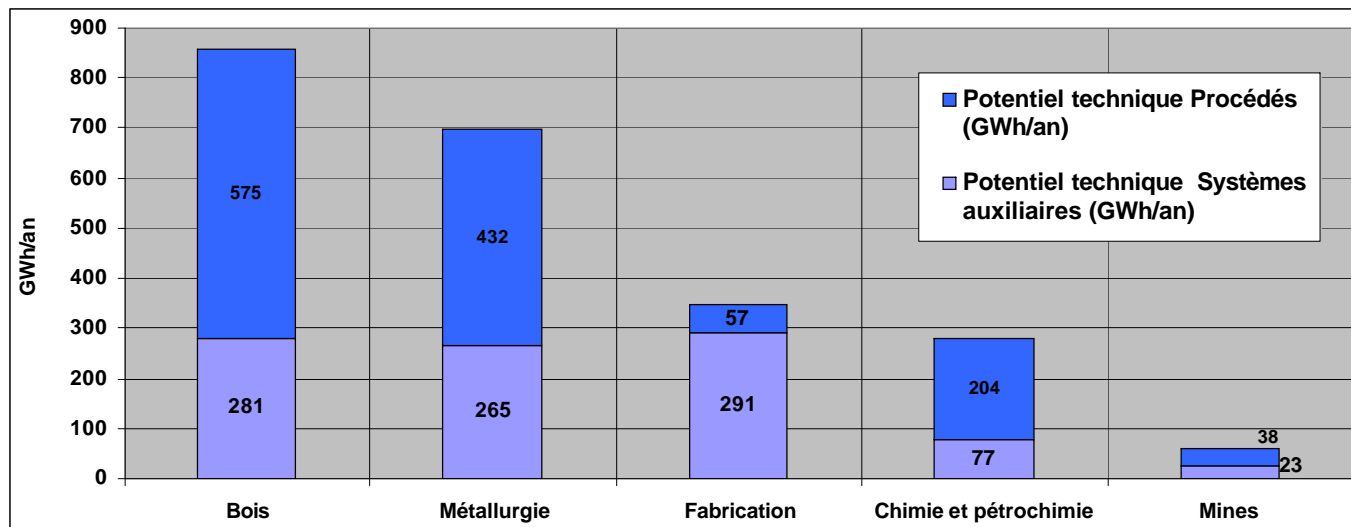
Le potentiel technique des grandes industries s'établit à 2 242 GWh/an sur un horizon de dix ans (de 2005 à 2014). Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau 4.

TABLEAU 4 Potentiel technique en fonction des cinq secteurs industriels des grandes industries

| Secteurs industriels | Consommation du secteur (GWh/an) | Potentiel technique Systèmes (GWh/an) | Potentiel technique Procédés (GWh/an) | Potentiel technique Total (GWh/an) | % ÉÉ |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------|
| Bois | 19 629 | 281 | 575 | 856 | 4,4% |
| Chimie et pétrochimie | 6 833 | 77 | 204 | 281 | 4,1% |
| Fabrication | 2 712 | 291 | 57 | 348 | 12,8% |
| Métallurgie | 30 906 | 265 | 432 | 697 | 2,3% |
| Mines | 2 647 | 23 | 38 | 61 | 2,3% |
| Total | 62 727 | 937 | 1 305 | 2 242 | 3,6% |

Note : Les totaux et sous totaux peuvent être différents de la somme des données en raison des arrondis.

GRAPHIQUE 1 Distribution du potentiel technique



Le potentiel technique représente une proportion qui varie de 2,3 % à 12,8 % des consommations des secteurs industriels en 2003 pour une moyenne de 3,6 % pour l'ensemble du marché.

Les secteurs industriels peu énergivores sur le plan électrique présentent un potentiel technique plus élevé. C'est le cas du secteur de la fabrication. En effet, la consommation d'électricité n'est pas une dépense importante par rapport aux autres postes budgétaires et, par conséquent, les économies d'électricité ne constituent pas une priorité. D'autre part, nous avons considéré dans le potentiel la faisabilité technique spécifique des mesures dans chacune des entreprises et, à cet égard, l'implantation de mesures dans des procédés discrets, comme ceux liés à la fabrication, présente une faisabilité technique plus grande.

Par contre, les secteurs industriels énergivores tels la métallurgie et, dans une moindre mesure, le bois, présentent des potentiels techniques plus faibles. Ces clients étant de grands consommateurs d'électricité, ils sont sensibilisés aux économies d'électricité et ont déjà implanté des mesures et des technologies d'économie d'électricité.

3.2.5. Économies d'électricité réalisées et non réalisables

Les relevés effectués par les questionnaires ont permis de détecter les mesures et les technologies implantées parmi celles proposées et de déterminer des mesures et des technologies non techniquement réalisables dans l'environnement spécifique des clients.

Certains clients ont déjà implanté des mesures et des technologies proposées représentant des économies d'électricité de 1 056 GWh/an. Quelques 1 072 GWh/an ne sont pas réalisables en raison des contraintes techniques liées à l'environnement spécifique des clients.

Ces économies d'électricité déjà réalisées ou techniquement non réalisables sont évidemment exclues du potentiel technique de 2 242 GWh/an.

Le tableau 5 de la page suivante présente la répartition du potentiel technique et les économies d'électricité déjà réalisées et celles techniquement non réalisables.

TABEAU 5 Répartition du potentiel technique et des économies d'électricité implantées et celles techniquement non réalisables

| | Potentiel technique retenu (GWh/an) | Économies d'électricité techniquement non réalisables (GWh/an) | Économies d'électricité déjà réalisées (GWh/an) |
|-----------------------|-------------------------------------|--|---|
| Bois | 856 | 433 | 264 |
| Métal | 697 | 248 | 492 |
| Mines | 61 | 48 | 45 |
| Chimie et pétrochimie | 281 | 99 | 145 |
| Fabrication | 348 | 244 | 110 |
| Total | 2 243 | 1 072 | 1 056 |

Note : Les totaux et sous totaux peuvent être différents de la somme des données en raison des arrondis.

Globalement, 2 243 GWh/an d'économies d'électricité peuvent être générés par l'éventail des mesures et des technologies proposées, disponibles et techniquement réalisables dans l'environnement spécifique du client, ce qui constitue le potentiel technique.

3.2.6. Potentiel technique par usage

Le tableau 5, présenté à la page suivante, ventile le potentiel technique selon les systèmes auxiliaires et les procédés et ce, en fonction des secteurs des grands clients industriels.

Le potentiel technique représente 937 GWh/an pour les systèmes et 1 305 GWh/an, pour les procédés. Cependant, cette division n'est pas parfaite, car il devient souvent difficile de départager les équipements entre ceux appartenant aux systèmes auxiliaires et ceux appartenant aux procédés. Ainsi, la ventilation des bâtiments dans les usines métallurgiques est difficilement dissociable de celle du procédé. C'est également le cas du pompage dans l'industrie du bois (pâtes et papiers).

TABEAU 6 Potentiel technique par usage

| Usage / secteurs industriels | Bois GWh/an | Chimie et pétrochimie GWh/an | Fabrication GWh/an | Métallurgie GWh/an | Mines GWh/an | Total GWh/an |
|------------------------------|----------------|---------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------|-----------------|
| Pompage | 80,1 | 30,3 | 21,2 | 10,5 | 6,3 | 148 |
| Compression d'air | 39,5 | 13,6 | 39,3 | 44,9 | 3,2 | 141 |
| Réfrigération | - | 15,8 | 74,2 | 2,6 | - | 93 |
| Ventilation procédés | 75,3 | 5,5 | 15,3 | 29,1 | 9,4 | 135 |
| Contrôle intégré | 7,3 | 1,7 | 7,6 | 15,6 | 0,1 | 32 |
| Éclairage | 33,4 | 9,9 | 36,5 | 27,1 | 3,0 | 110 |
| Chauffage électrique | 0,2 | - | 25,3 | 51,7 | 0,9 | 78 |
| Ventilation bâtiments | 45,7 | - | 71,2 | 83,0 | 0,5 | 200 |
| Total systèmes | 281 | 77 | 290 | 265 | 23 | 937 |
| Raffineurs | 206 | - | - | - | - | 205 |
| Autres procédés | 369 | 204 | 57 | 432 | 38 | 1 100 |
| Total procédés | 575 | 204 | 57 | 432 | 38 | 1 305 |
| Total général | 856 | 281 | 348 | 696 | 61 | 2 242 |

Note : Les totaux et sous totaux peuvent être différents de la somme des données en raison des arrondis.

3.2.7. Portée et limites de l'évaluation

L'évaluation du potentiel technique prend en compte les possibilités d'économies d'électricité générées par l'implantation de mesures et de technologies visant l'amélioration d'éléments de procédés existants, en tenant compte des contraintes techniques, et ce, sans modifier la nature des matières premières et des produits fabriqués. L'évaluation du potentiel technique ne tient pas compte de l'implantation de mesures et de technologies qui visent une transformation de l'infrastructure industrielle, parce qu'elles sont tributaires des décisions stratégiques des entreprises.

Le potentiel technique présenté prend en considération la faisabilité technique de l'implantation des mesures dans les environnements industriels du marché visé.

Le potentiel technique évalué exclut les économies d'électricité obtenues par des transferts aux combustibles fossiles ou par l'autoproduction.

3.3. Le potentiel technico-économique

Le potentiel technico-économique représente les économies d'énergie associées à l'implantation des mesures et des technologies disponibles partout où cela est techniquement possible et économiquement rentable pour la société, sans tenir compte de l'acceptation des mesures par les clients. La mesure est considérée comme rentable lorsque le coût unitaire de l'énergie économisée est inférieur au coût évité d'Hydro-Québec.

Les mesures et les technologies d'économie d'électricité ayant fait l'objet d'une évaluation de potentiel technique ont été soumises au test des coûts évités pour la fourniture et le transport d'électricité pour les grandes industries souscrivant au tarif L. Ces coûts évités sont de 7,10 ¢/kWh annuité constante, sur la base d'une durée de vie de dix ans, pour la période 2005-2014.

Les mesures et technologies d'économie d'électricité utilisées pour évaluer et établir le potentiel technique et soumises au test des coûts évités sont présentées en annexe I.

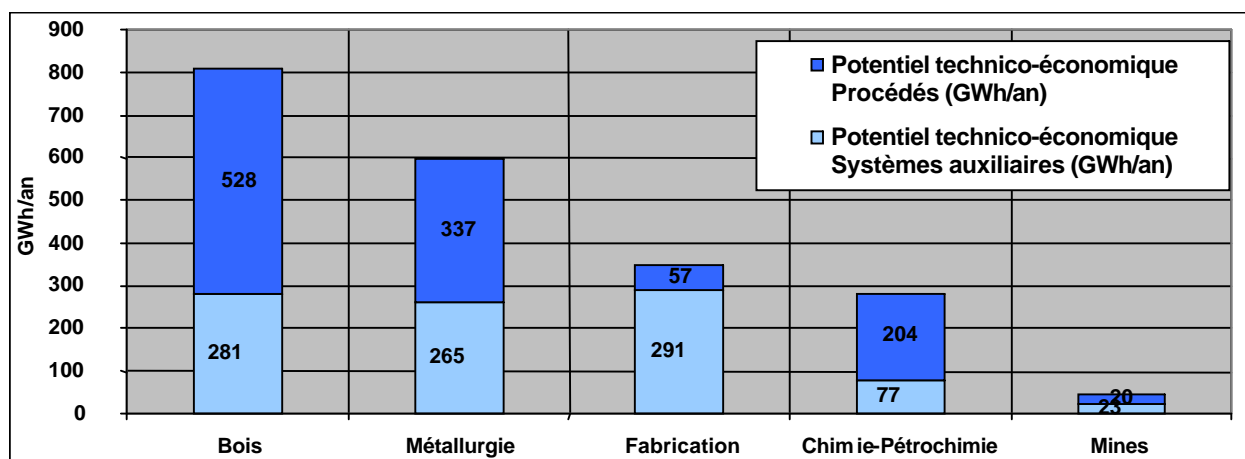
Le potentiel technico-économique s'établit à 2 084 GWh/an, dont 937 GWh/an pour les systèmes auxiliaires et 1 147 GWh/an, pour les procédés. La ventilation du potentiel technico-économique est présentée dans les tableaux et les graphiques qui suivent.

TABEAU 7 Potentiel technico-économique

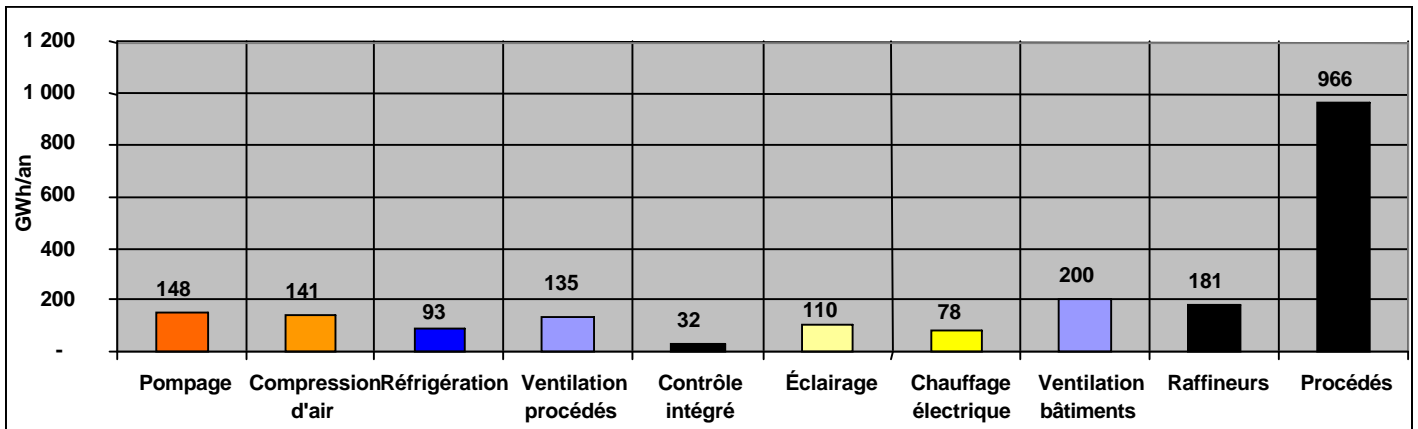
| Secteurs industriels | Consommation du secteur (GWh/an) | Potentiel technique Systèmes (GWh/an) | Potentiel technique Procédés (GWh/an) | Potentiel technique Total (GWh/an) | Potentiel technico-économique Systèmes (GWh/an) | Potentiel technico-économique Procédés (GWh/an) | Potentiel technico-économique Total (GWh/an) | % ÉÉ PTE / consommation du secteur |
|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|---|---|--|------------------------------------|
| Bois | 19 629 | 281 | 575 | 856 | 281 | 528 | 810 | 4,1% |
| Chimie et pétrochimie | 6 833 | 77 | 204 | 281 | 77 | 204 | 281 | 4,1% |
| Fabrication | 2 712 | 291 | 57 | 348 | 291 | 57 | 348 | 12,8% |
| Métallurgie | 30 906 | 265 | 432 | 697 | 265 | 337 | 602 | 1,9% |
| Mines | 2 647 | 23 | 38 | 61 | 23 | 20 | 43 | 1,6% |
| Total | 62 727 | 937 | 1 305 | 2 242 | 937 | 1 147 | 2 084 | 3,3% |

Note : Les totaux et sous totaux peuvent être différents de la somme des données en raison des arrondis.

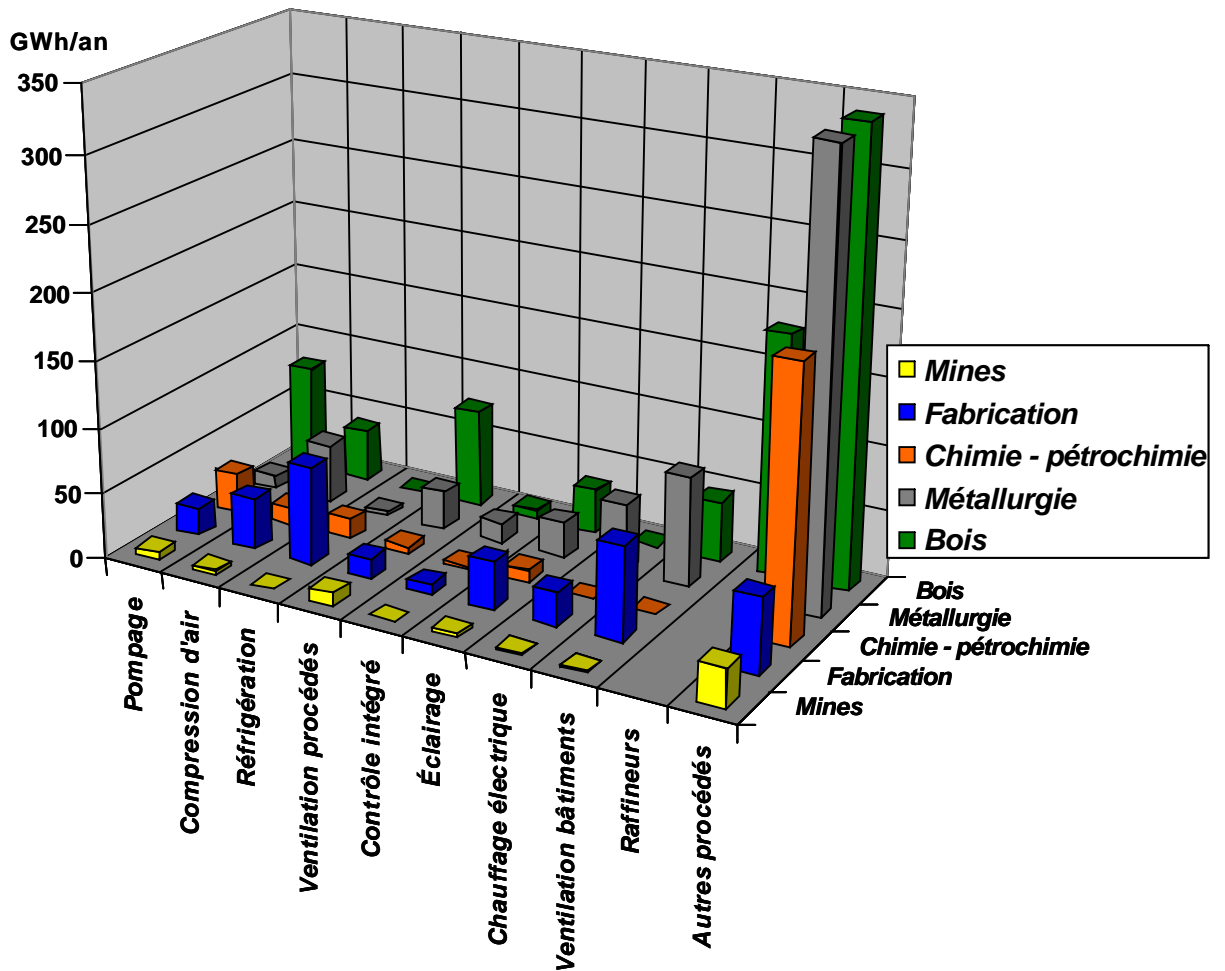
GRAPHIQUE 2 Distribution du potentiel technico-économique par secteur industriel



GRAPHIQUE 3 Distribution du potentiel technico-économique par usage



GRAPHIQUE 4 Distribution du potentiel technico-économique par usage pour chaque secteur industriel



3.3.1. Hypothèses

L'évaluation du potentiel technico-économique a été réalisée sur la base des hypothèses et des conditions suivantes :

1. Les technologies qui ont fait l'objet d'une évaluation et les coûts utilisés sont ceux décrits dans la liste des mesures et des technologies d'économie d'électricité présentée en annexe.
2. L'évaluation a été réalisée pour chacune des mesures et des technologies.
3. Le coût total de la mesure est la somme des coûts d'achat, d'installation et de fonctionnement. Les coûts de fonctionnement sont calculés sur la base des coûts marginaux de fonctionnement pour une période de dix à vingt ans sans indexation, selon les cas. Les coûts de commercialisation sont exclus.
4. Le potentiel technico-économique a été calculé par rapport à des coûts évités de :
 - 7,10 ¢ le kWh annuité constante, sur la base d'une durée de vie des mesures et des technologies de dix ans ;
 - 7,42 ¢ le kWh annuité constante, sur la base d'une durée de vie des mesures et des technologies de quinze ans ;
 - 7,69 ¢ le kWh annuité constante, sur la base d'une durée de vie des mesures et des technologies de vingt ans.

3.3.2. Test des coûts évités

Le potentiel technico-économique est évalué à 2 084 GWh/an pour les technologies dont le coût unitaire est inférieur au coût évité. Le tableau « Mesures et technologies d'économie d'électricité », qui se trouve en annexe I, présente les résultats du test des coûts évités pour chacune des mesures et des technologies soumises à l'évaluation.

La plupart des mesures et des technologies d'économie d'électricité soumises au test présentent des coûts unitaires inférieurs aux coûts évités. Les mesures qui ne satisfont pas au test représentent 158 GWh/an.

3.3.3. Tests de sensibilité

Des tests de sensibilité ont été réalisés pour des coûts évités inférieurs et supérieurs de 15 % et de 30 % aux coûts évités.

Les tests de sensibilité démontrent une très faible variation du potentiel technico-économique même lorsque les coûts évités varient de plus ou moins 30 %.

TABEAU 8 Résultats des tests de sensibilité

| % de variation des coûts évités | Écarts inférieurs | | Coûts | Écarts supérieurs | |
|--|-------------------|--------|--------|-------------------|---------|
| | -30% | -15% | 100% | 15% | 30% |
| Annuité constante 10 ans | 4,97 ¢ | 6,04 ¢ | 7,1 ¢ | 8,17 ¢ | 9,23 ¢ |
| Annuité constante 15 ans | 5,19 ¢ | 6,31 ¢ | 7,42 ¢ | 8,53 ¢ | 9,64 ¢ |
| Annuité constante 20 ans | 5,39 ¢ | 6,54 ¢ | 7,69 ¢ | 8,85 ¢ | 10,00 ¢ |
| Potentiel technico-économique (GWh/an) | 2 012 | 2 072 | 2 084 | 2 138 | 2 162 |

3.3.4. Analyse des résultats

Le potentiel technico-économique évalué en 2002 s'élevait à 1 140 GWh/an à des coûts évités de 3,17 ¢ le kWh sur la base d'une période de dix ans.

La différence entre le potentiel technico-économique actuel, soit 2 084 GWh/an, et le potentiel réalisé en 2002 s'explique comme suit :

- L'augmentation des coûts évités de 3,17 ¢ en 2002 à 7,10 ¢ le kWh en 2005 contribue pour 65 % de l'accroissement du potentiel.
- Des mesures et des technologies additionnelles proposées par les clients, spécifiques à leurs procédés, contribuent pour 25 % de l'augmentation du potentiel.
- L'évaluation d'un plus grand nombre de mesures et de technologies d'économie d'électricité en 2005, particulièrement pour d'autres secteurs industriels que le bois, contribue pour 10 % de l'accroissement du potentiel.

L'évaluation de la pertinence des mesures et de leur faisabilité technique en milieu industriel par les clients accroît la précision de l'évaluation du potentiel technico-économique par rapport à celle réalisée en 2002.

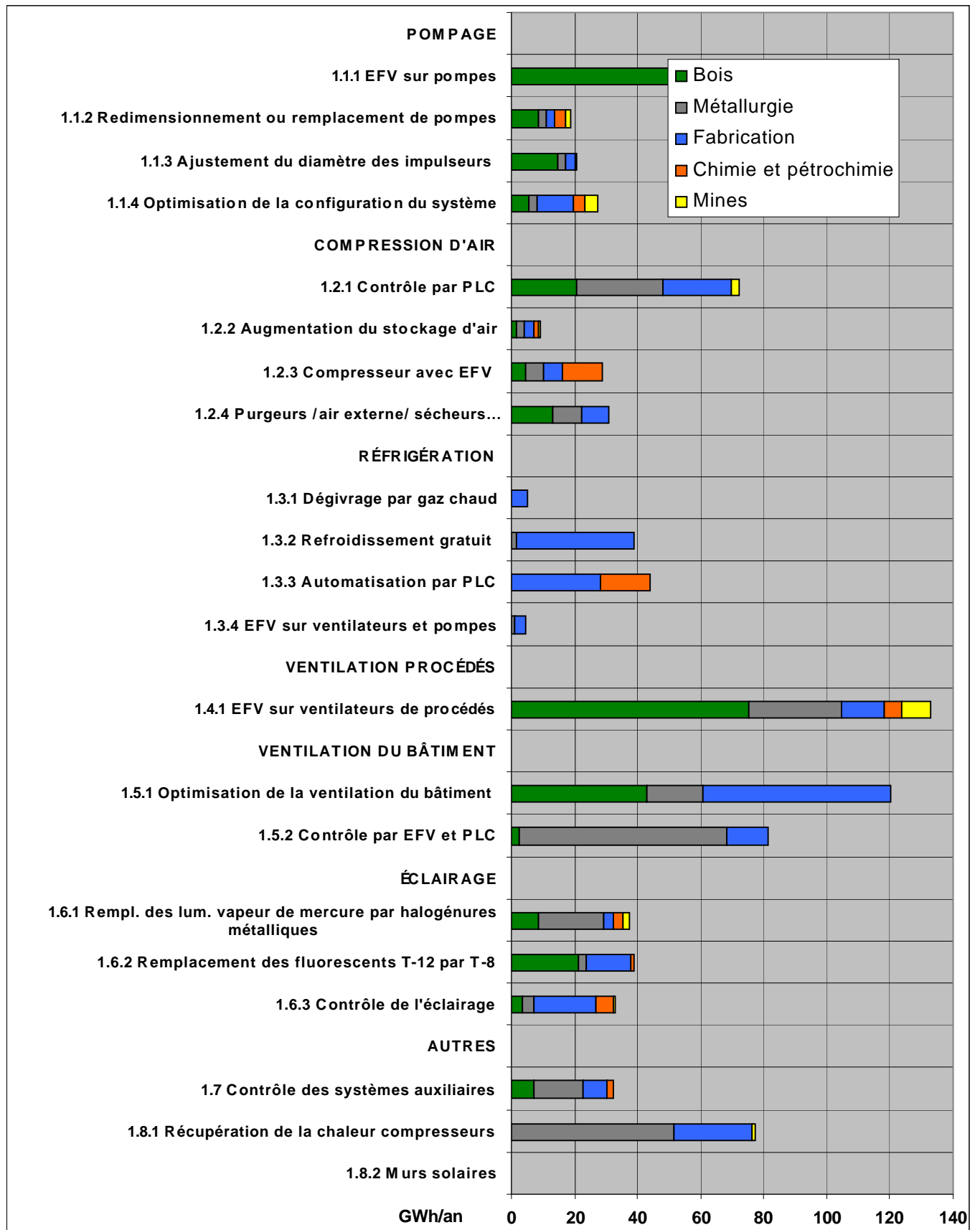
3.3.5. Résultats détaillés du potentiel technico-économique

Les tableaux des pages suivantes présentent la ventilation du potentiel technico-économique par usage pour les systèmes et pour les procédés en fonction des cinq secteurs industriels des grandes entreprises.

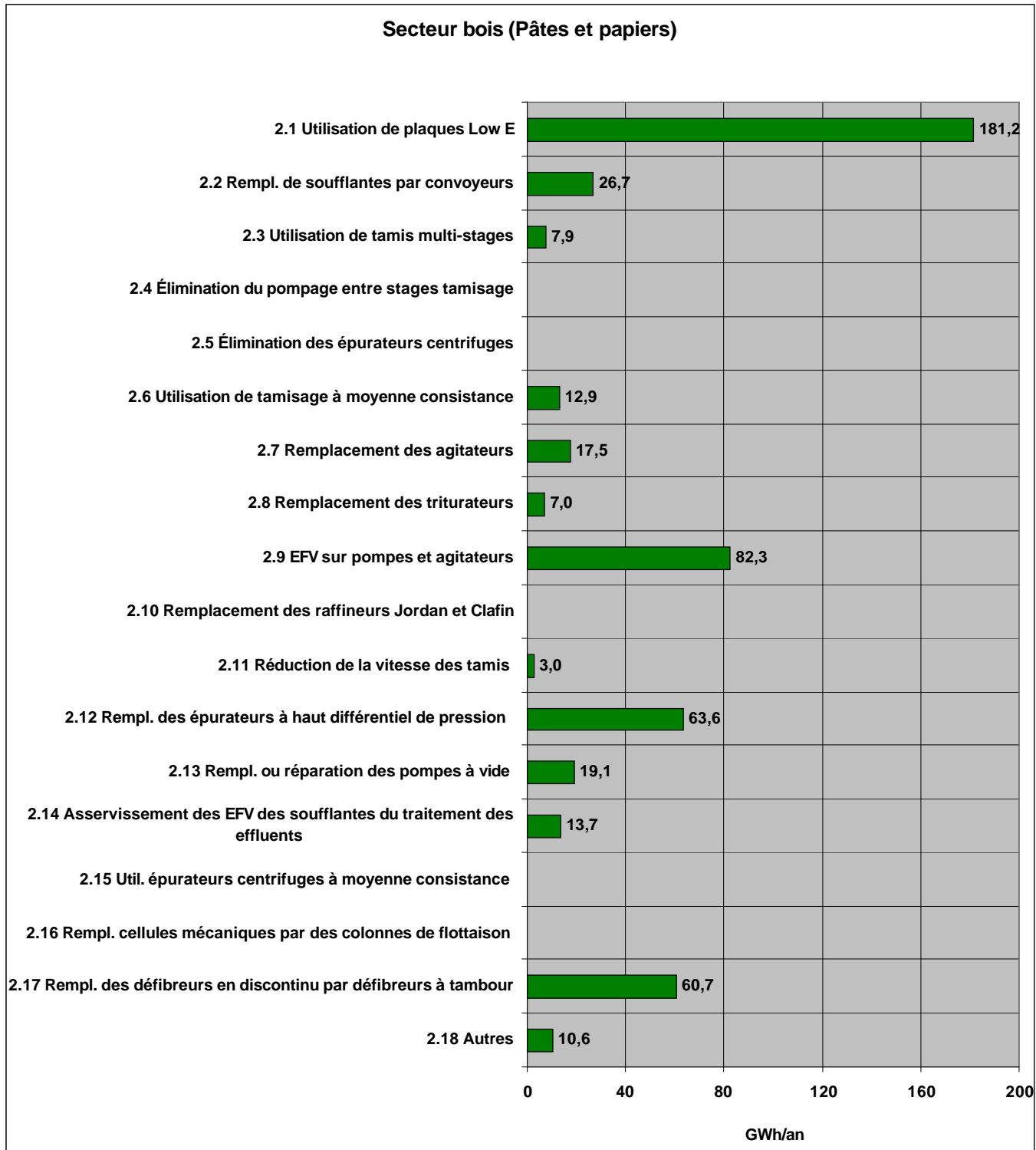
Les descriptions des mesures et des technologies d'économie d'électricité sont présentées en annexe.

Les clients étaient invités à proposer de nouvelles mesures ou de nouvelles technologies d'économie d'électricité. Celles qui s'appliquent aux procédés sont de nature compétitive. Afin d'en assurer la confidentialité, ces mesures et technologies sont regroupées sous la rubrique « Autres mesures proposées par les clients » dans la liste des mesures et technologies présentée en annexe I. Elles sont également identifiées sous la rubrique « Autres » dans les graphiques présentés dans les pages qui suivent.

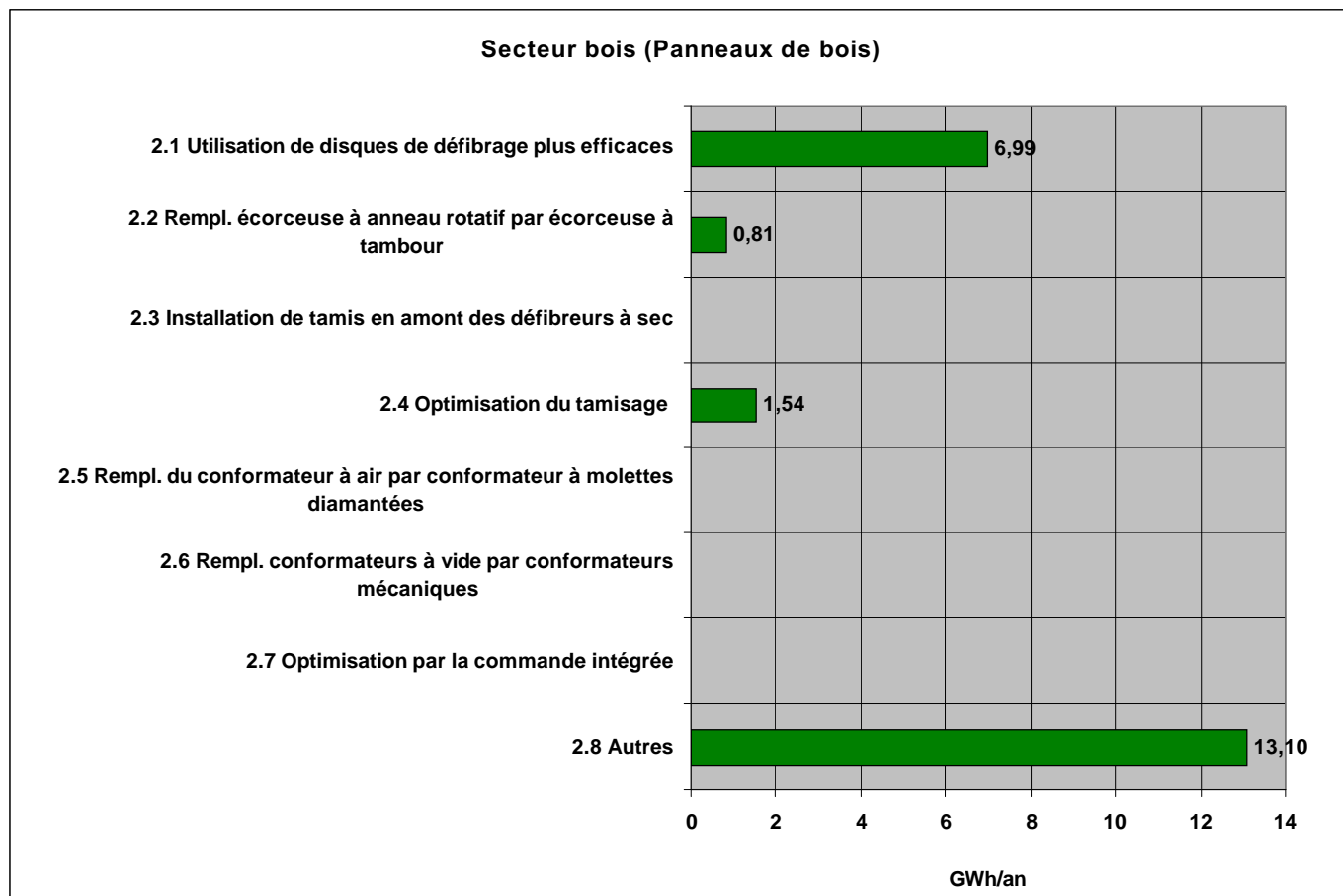
GRAPHIQUE 5 Potentiel technico-économique pour les systèmes auxiliaires



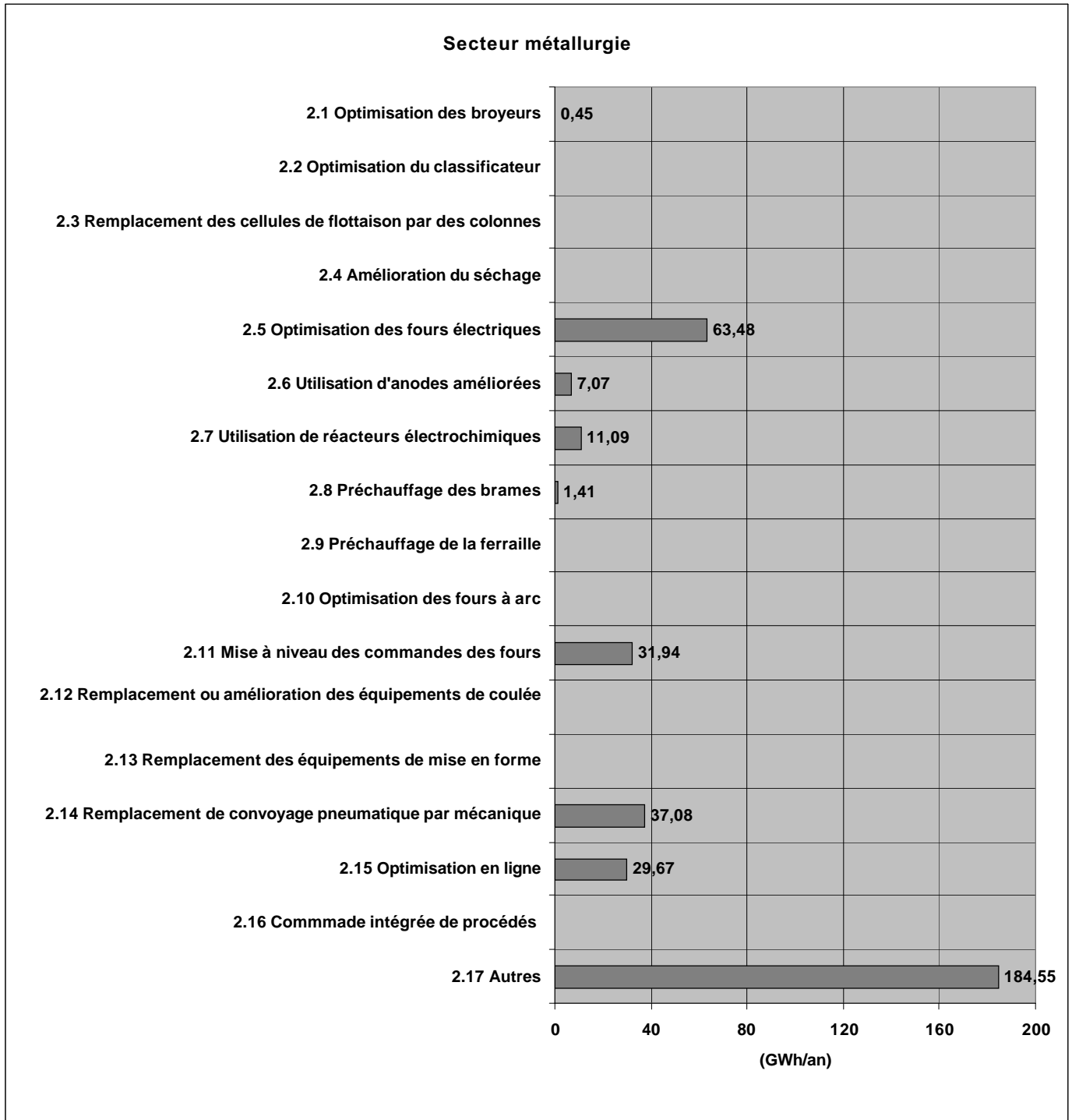
GRAPHIQUE 6 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur bois, activités pâtes et papiers



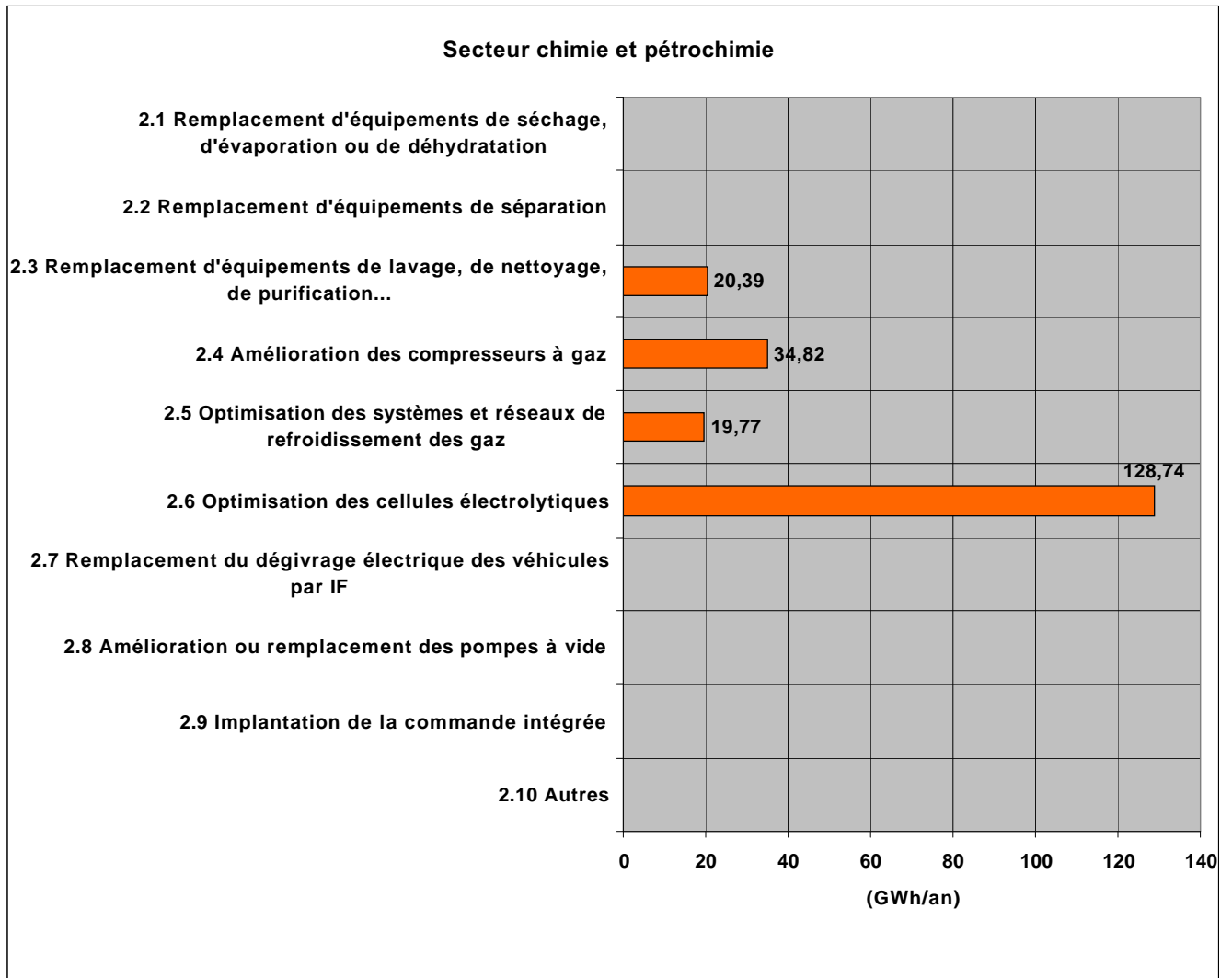
GRAPHIQUE 7 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur bois, activités fabrication de panneaux de bois



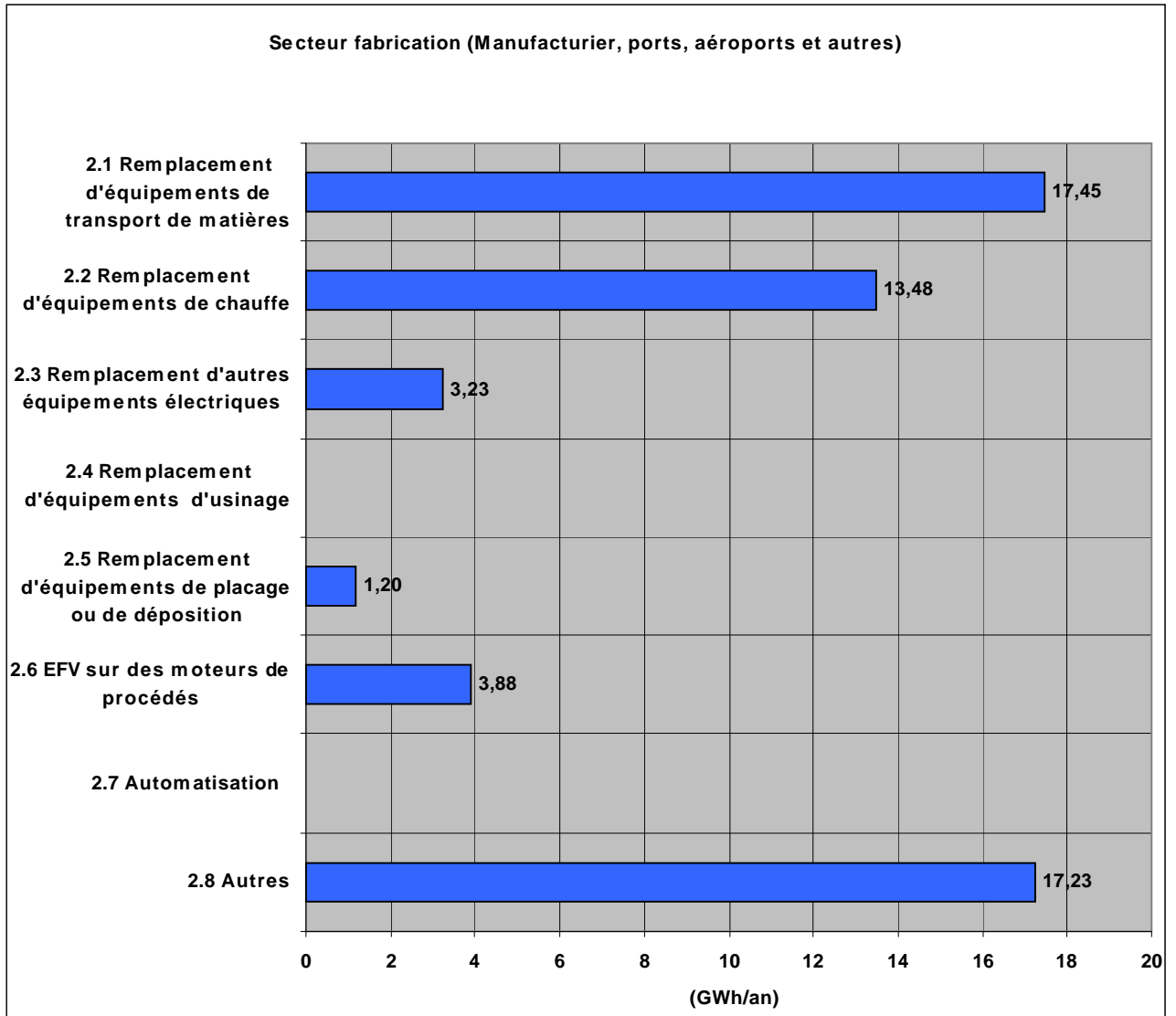
GRAPHIQUE 8 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur métallurgie



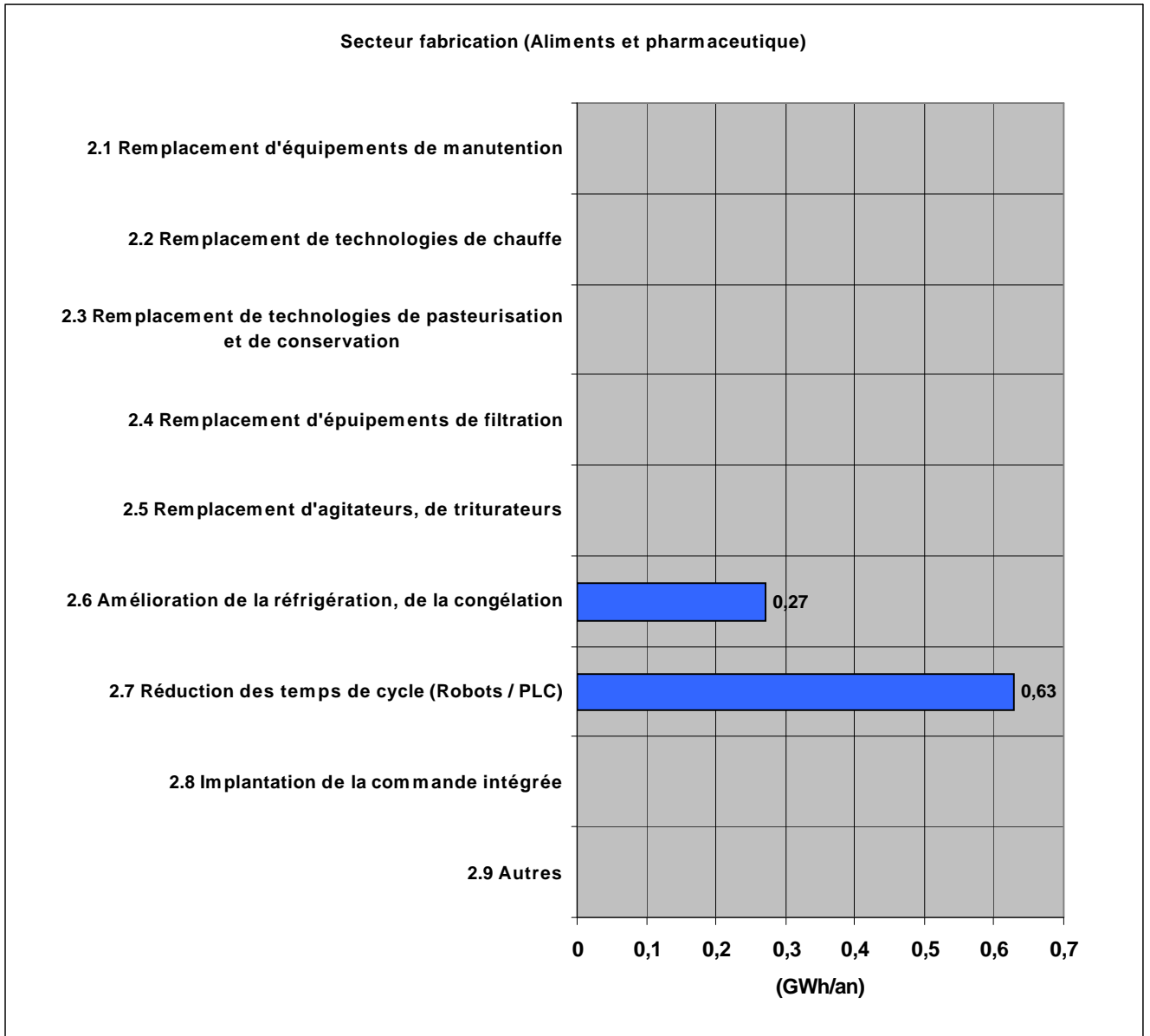
GRAPHIQUE 9 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur chimie et pétrochimie



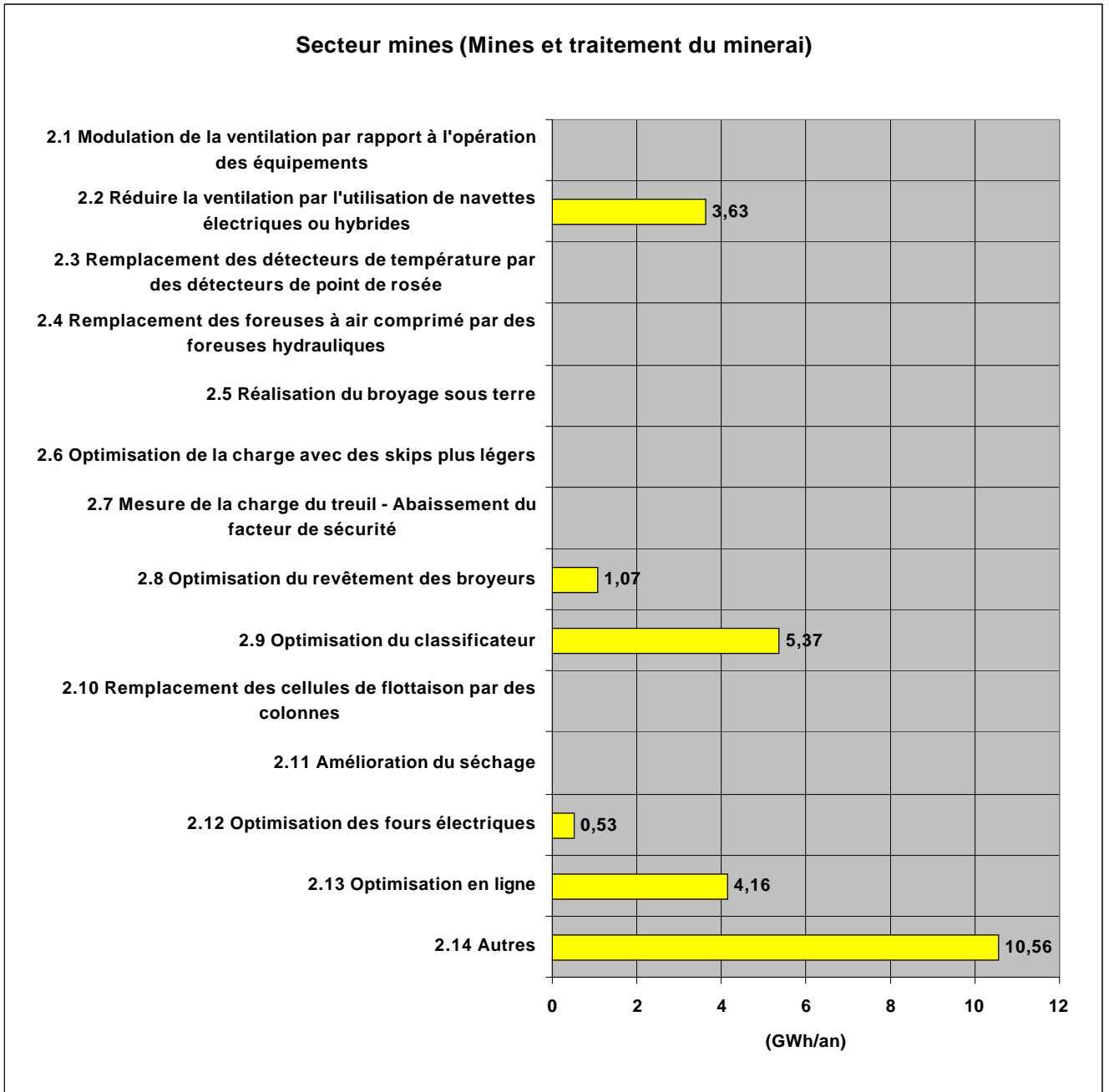
GRAPHIQUE 10 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur fabrication, activités manufacturières, ports et aéroports et autres



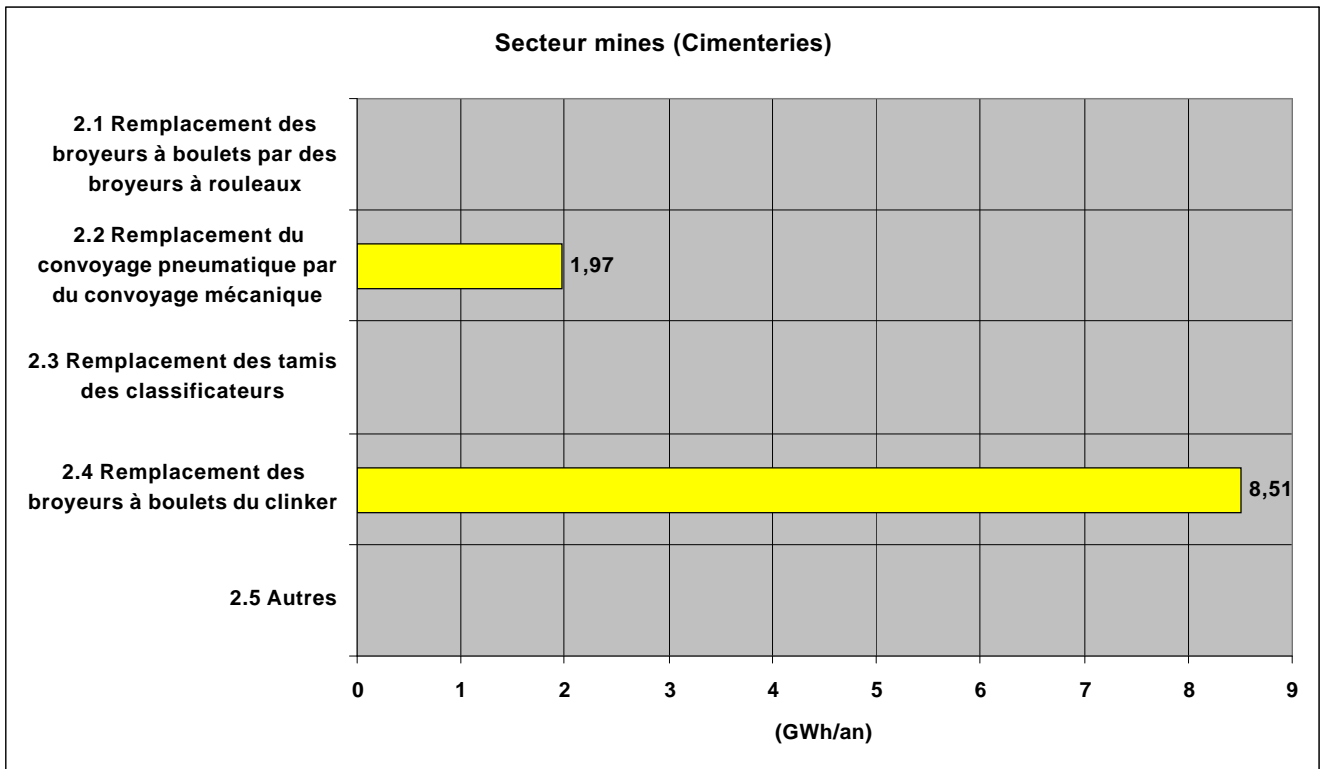
GRAPHIQUE 11 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur fabrication, activités aliments et pharmaceutiques



GRAPHIQUE 12 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur mines, activités mines et traitement du minerai



GRAPHIQUE 13 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur mines, activités fabrication de ciment



3.3.6. Limites de l'évaluation

La précision du potentiel technico-économique dépend pour une bonne part de la justesse de l'évaluation des coûts d'acquisition et d'implantation des mesures et des technologies d'économie d'électricité.

Or, ces coûts peuvent varier considérablement d'une usine à l'autre d'un même secteur d'activité pour l'implantation d'une même mesure ou technologie. En effet, il n'est pas rare d'observer des variations de coûts d'un facteur 2 ou 3 et même 10 pour certaines mesures complexes visant les procédés. Ces variations découlent des contraintes dues aux environnements des usines (compatibilité des équipements, âge et particularités des procédés, etc.).

L'interprétation du potentiel technico-économique doit donc tenir compte de ce facteur.

4. POTENTIEL DES MESURES DOUCES

4.1. Définitions

Les mesures douces regroupent les interventions sur les systèmes industriels qui procurent des économies d'électricité dans le cadre de la maintenance préventive, de l'ajustement du fonctionnement des appareils ou d'une amélioration du comportement dans la gestion de l'énergie.

Les mesures douces ne requièrent pas d'investissement important, et leurs périodes de récupération de l'investissement (PRI) sont généralement inférieures à un an, voire quelques mois pour plusieurs d'entre elles. Par contre, les économies d'électricité générées par les mesures douces en milieu industriel sont élevées, mais leur durée de vie est très courte (généralement inférieure à un an).

Les mesures douces génèrent des économies d'électricité dont les coûts sont inférieurs au coût évité d'Hydro-Québec. On considère donc le potentiel d'économies d'électricité des mesures douces comme un potentiel technico-économique.

4.2 Identification des mesures douces

Les mesures douces évaluées sont extraites pour la plupart des conclusions des comités d'experts portant sur les mesures d'économie d'électricité relatives à l'entretien des systèmes auxiliaires créés en 2003 et publiées dans la section « Aide à la décision » du site Internet d'Hydro-Québec à l'adresse http://www.hydroquebec.com/affaires/appui_pmi/index.html.

Ces mesures douces ont été à l'origine identifiées à l'aide de documents provenant de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE), de l'Office of Industrial Technologies (OIT), du Department of Energy des États-Unis (DOE), de l'Industrial Refrigeration Consortium (IRC), du Compressed Air Challenge, de l'Hydraulic Institute, de CADDET et des sites Internet de BC Hydro et de la Bonneville Power Administration.

Les mesures ont été validées par les comités d'experts quant à leur pertinence pour l'industrie québécoise et à l'acceptabilité des taux d'économies d'électricité proposés. Les mesures retenues sont celles qui présentaient un consensus entre les experts.

Les mesures douces identifiées et les taux d'économies d'électricité sont présentés en détail dans la liste des mesures douces à l'annexe III.

Le taux de saturation⁴ de l'implantation des mesures douces varie de 25 % à 75 % selon les mesures. Le taux de saturation des mesures douces applicables aux :

- systèmes auxiliaires liés aux procédés, y compris les moteurs, est évalué à 50 % (en moyenne, une installation sur deux n'étant pas maintenue à un niveau optimal selon les participants aux comités d'experts d'Hydro-Québec) ;
- systèmes de ventilation des bâtiments est évalué à 75 % (en moyenne, trois installations sur quatre ne sont pas maintenues à un niveau optimal selon les participants aux comités d'experts d'Hydro-Québec) ;
- courroies et à la lubrification est évalué à 25 % ; ces mesures seraient appliquées pour une grande part dans la grande industrie selon des consultations concernant cet aspect.

⁴ Taux de saturation : Pourcentage maximal des économies d'électricité qui peuvent être générées en tenant compte de celles qui sont déjà réalisées.

4.4 Évaluation du potentiel technico-économique des mesures douces

Le relevé effectué à l'aide des questionnaires remplis par les clients a permis d'évaluer la consommation d'électricité des systèmes auxiliaires et des procédés. Les données de consommation obtenues ont été validées et complétées au besoin à l'aide de la répartition de la consommation selon les usages présentés dans les « Energy Footprints »

Le tableau 10 de la page suivante présente l'évaluation des économies d'électricité des mesures douces retenues.

Les économies d'électricité totales générées par l'implantation des mesures douces s'élèvent à 1 382 GWh/an. Il s'agit d'un potentiel technico-économique parce que les coûts des mesures douces sont de toute évidence inférieurs au coût évité d'Hydro-Québec.

4.4.1 Portée de l'évaluation

Les technologies qui ne font pas appel à la force motrice telles que l'électrolyse, l'infrarouge et les micro-ondes font l'objet d'un plus grand intérêt de la part de leurs exploitants, car elles ont des impacts directs sur la productivité et la qualité des produits. Elles sont par conséquent mieux entretenues et gérées que celles liées aux systèmes auxiliaires. Le potentiel des mesures douces d'économie d'électricité applicables est donc peu important et nous en n'avons pas tenu compte dans notre analyse.

TABLEAU 9 Évaluation du potentiel d'économies d'électricité des mesures douces

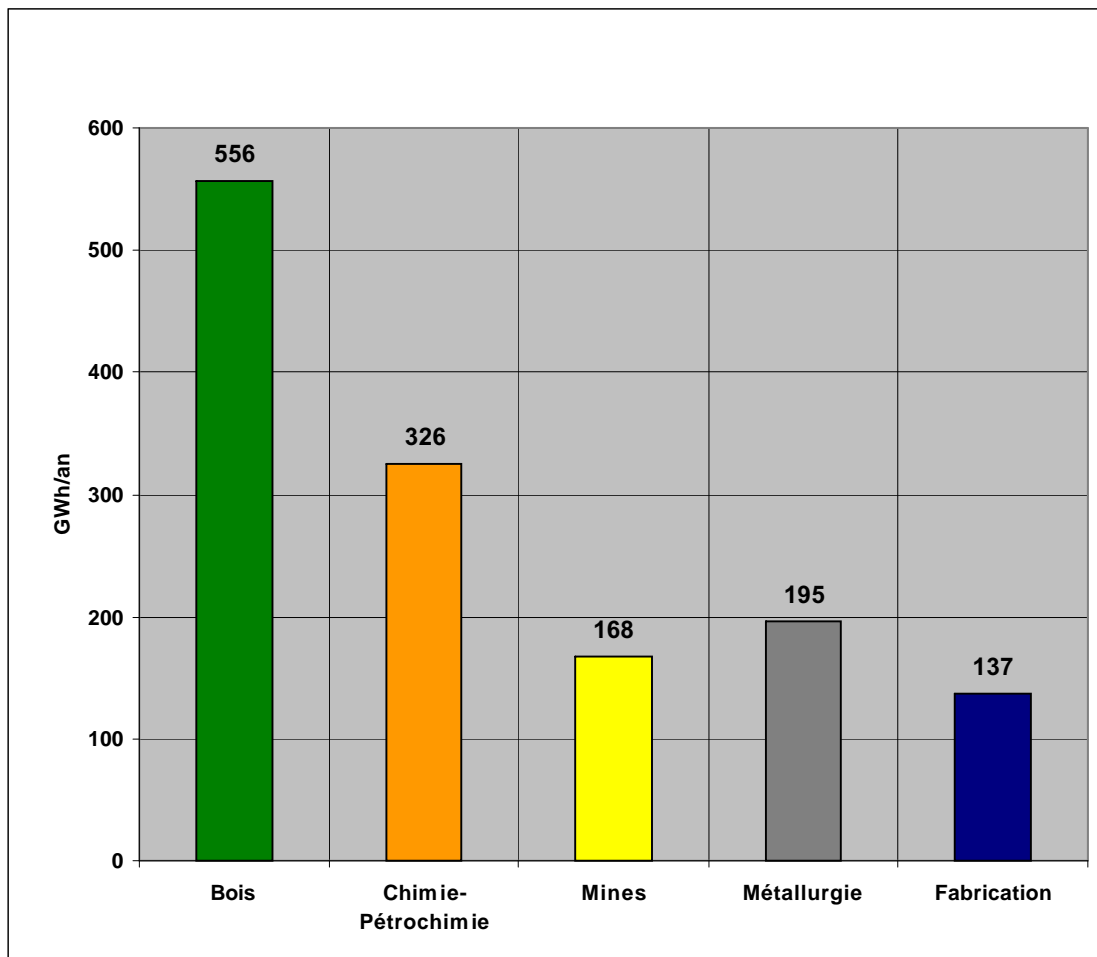
| Mesures douces | Taux d'ÉE | Réf.(*) | Taux de saturation | Bois (GWh/an) | Métallurgie (GWh/an) | Chimie et pétrochimie (GWh/an) | Fabrication (GWh/an) | Mines (GWh/an) | Potentiel technico-économique (GWh/an) |
|---|-----------|---------|--------------------|------------------|-------------------------|-----------------------------------|-------------------------|-------------------|---|
| Systèmes de compression | | | | | | | | | |
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des compresseurs | 12,5% | 4 | 50% | 29 | 23 | 34 | 14 | 12 | 113 |
| Réduction des fuites d'air comprimé | 14,5% | 4 | 50% | 34 | 27 | 39 | 16 | 14 | 131 |
| Maintenir la pression de service à la valeur minimale requise | 4,3% | 4 | 50% | 10 | 8 | 12 | 5 | 4 | 39 |
| Économies d'électricité (GWh/an) | | | | 74 | 58 | 84 | 35 | 31 | 282 |
| Systèmes de pompage | | | | | | | | | |
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des systèmes de pompage | 3,5% | 4 | 50% | 81 | 4 | 35 | 13 | 5 | 139 |
| Économies d'électricité (GWh/an) | | | | 81 | 4 | 35 | 13 | 5 | 139 |
| Systèmes de réfrigération | | | | | | | | | |
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des compresseurs de réfrigération | 7,5% | 4 | 50% | 0 | 17 | 30 | 8 | 1 | 56 |
| Entretenir les évaporateurs et les condenseurs de réfrigération | 11,0% | 4 | 50% | 0 | 25 | 44 | 11 | 2 | 82 |
| Augmenter la température de consigne des systèmes de réfrigération | 3,0% | 4 | 50% | 0 | 7 | 12 | 3 | 0 | 22 |
| Réduire les gains thermiques des systèmes de réfrigération | 2,5% | 4 | 50% | 0 | 6 | 10 | 3 | 0 | 19 |
| Entretenir la tuyauterie et les accessoires des systèmes de réfrigération | 2,5% | 4 | 50% | 0 | 6 | 10 | 3 | 0 | 19 |
| Économies d'électricité (GWh/an) | | | | 0 | 61 | 105 | 27 | 4 | 197 |
| Systèmes de ventilation | | | | | | | | | |
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des systèmes de ventilation (Procédés et bâtiments) | 4,5% | 4 | 75% | 35 | 3 | 13 | 11 | 45 | 108 |
| Optimiser la taille des poulies des ventilateurs (Procédés et bâtiments) | 4,0% | 4 | 75% | 31 | 3 | 12 | 10 | 40 | 96 |
| Ventilation des bâtiments | | | | | | | | | |
| Procéder à une étude et à un équilibrage aérauliques (Bâtiments) | 30,0% | 4 | 75% | 110 | 21 | 10 | 10 | 6 | 158 |
| Économies d'électricité (GWh/an) | | | | 176 | 27 | 35 | 31 | 92 | 361 |
| Systèmes de manutention | | | | | | | | | |
| Entretenir les systèmes de manutention | 3,0% | 32 | 50% | 21 | 18 | 2 | 3 | 7 | 51 |
| Économies d'électricité (GWh/an) | | | | 21 | 18 | 2 | 3 | 7 | 51 |
| Force motrice totale | | | | | | | | | |
| Lubrification | 3,0% | 32 | 25% | 134 | 16 | 39 | 14 | 17 | 220 |
| Moteurs de 50 HP et moins | | | | | | | | | |
| Gestion des moteurs - Remplacement de moteurs rebobinables par des moteurs superéconergétiques NEMA Premium ^{MC} | 4,2% | 33 | 50% | 56 | 9 | 19 | 11 | 9 | 104 |
| Moteurs de 20 HP et moins | | | | | | | | | |
| Remplacer les courroies trapézoïdales par des courroies synchronisées | 5,0% | 34 | 25% | 14 | 3 | 5 | 3 | 2 | 28 |
| Économies d'électricité (GWh/an) | | | | 204 | 27 | 64 | 28 | 29 | 351 |
| Économies d'électricité totales (GWh/an) | | | | 556 | 195 | 326 | 137 | 168 | 1 382 |

Note : Les totaux et sous totaux peuvent être différents de la somme des données en raison des arrondis.

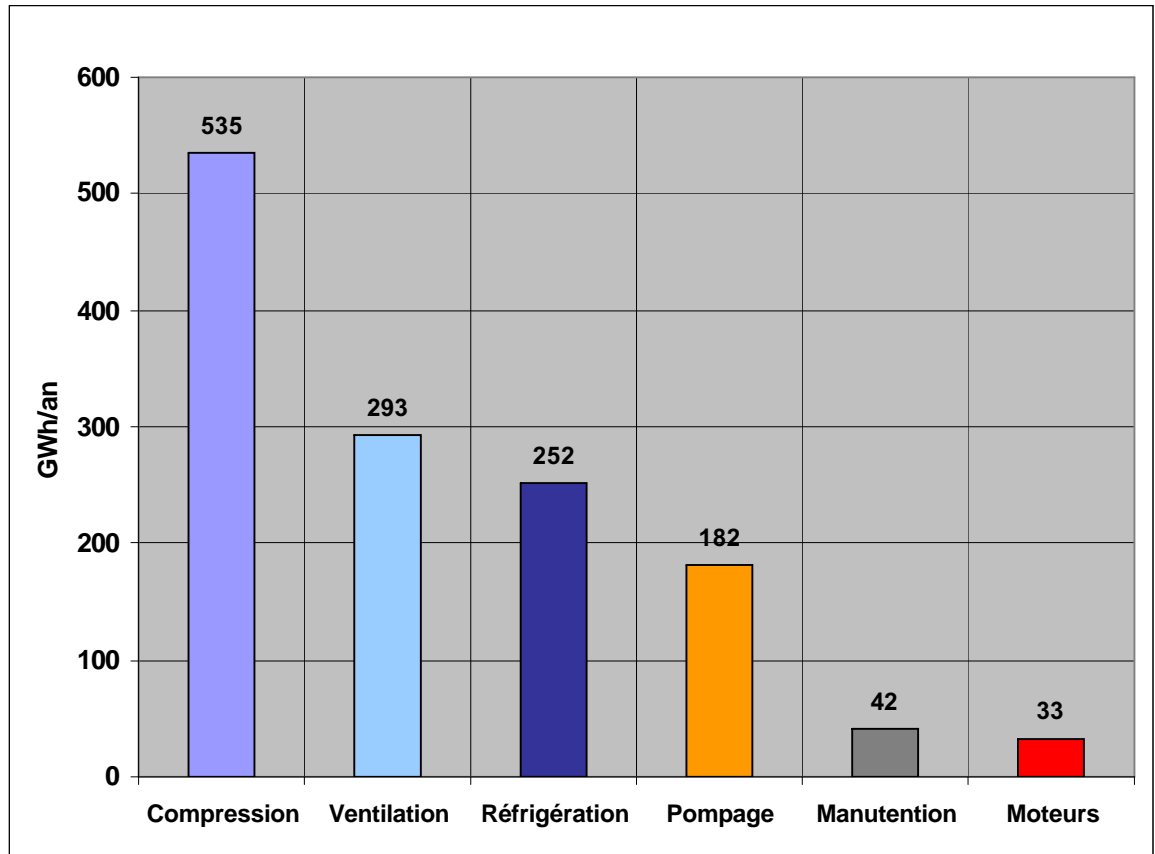
(*) Les numéros font référence aux sources d'information présentées à la section Référence à la page 43

Les graphiques qui suivent présentent les résultats détaillés du potentiel technico-économique des mesures douces.

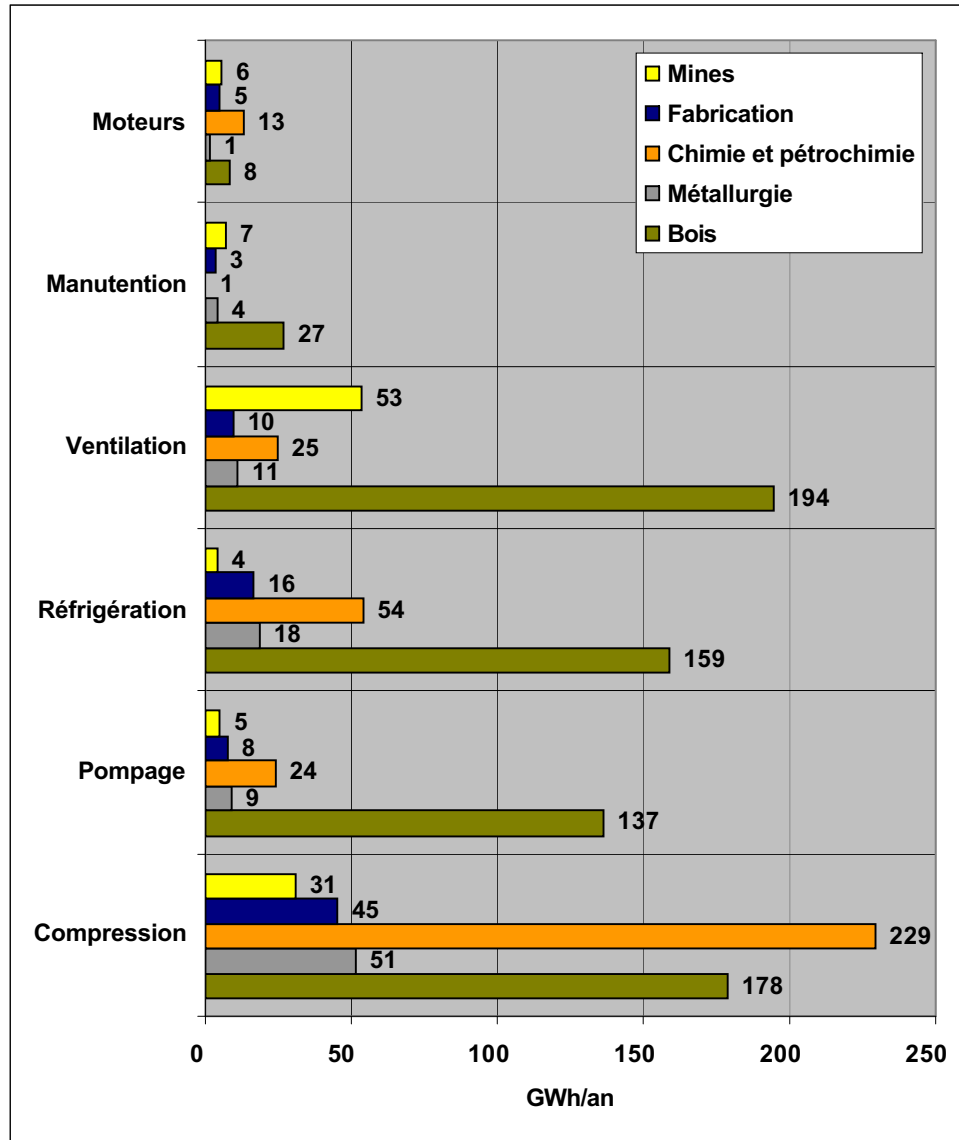
GRAPHIQUE 14 Potentiel d'économies d'électricité des mesures douces par secteur industriel



GRAPHIQUE 15 Potentiel d'économies d'électricité des mesures douces par usage



GRAPHIQUE 16 Potentiel d'économies d'électricité des mesures douces par secteur industriel et par usage



5. CONCLUSION

Le potentiel technico-économique des grandes industries souscrivant au tarif L généré par la mise en place de mesures et de technologies nécessitant un investissement en capital s'établit à 2 084 GWh/an sur un horizon de dix ans (de 2005 à 2014).

À ce potentiel technico-économique s'ajoute un potentiel de 1 382 GWh/an généré par l'implantation de mesures douces qui ne nécessitent aucun investissement en capital. Ce potentiel présente cependant un effritement rapide quelques mois après l'implantation des mesures.

5.1. Niveau de confiance

Notre niveau de confiance sur la validité et la précision des résultats obtenus est élevé pour la plupart des secteurs industriels pour les raisons suivantes :

- Les comités d'experts ont identifié de nombreuses mesures et technologies pertinentes aux secteurs industriels visés.
- Les questionnaires ont généralement été remplis avec minutie, souvent par plusieurs intervenants dans une usine qui, d'après leurs réponses, sont au fait de l'efficacité énergétique. Le taux de réponse obtenu de 47 % est très élevé pour ce genre d'opération. Les calculs réalisés par les clients à l'aide des cibles d'économies d'électricité fournies étaient justes.
- Les ingénieurs des Services techniques d'Hydro-Québec ont assuré un encadrement et un soutien de qualité aux clients pour remplir le questionnaire.

Notre niveau de confiance est cependant moyen pour le secteur de la chimie et de la pétrochimie. Il s'agit d'un secteur dont l'expertise n'est pas accessible au Québec et pour lequel nous n'avons pas beaucoup d'information. De plus, les mesures et les technologies n'ont pas pu être validées par des experts. Par contre, pour palier au manque d'information, les questionnaires ont été remplis par un ingénieur des Services techniques du Distributeur lors de rencontres avec les clients du secteur chimie.

La participation des clients à l'évaluation du potentiel technique a permis :

- d'identifier des potentiels additionnels d'économies d'électricité ;
- de mieux évaluer les économies d'électricité déjà implantées ;
- d'identifier les mesures et les technologies non techniquement implantables dans des environnements spécifiques ;
- d'augmenter la sensibilité des clients à l'efficacité énergétique.

5.2. Balisage

Finalement, ce potentiel technico-économique peut paraître différent lorsqu'on le balise avec d'autres résultats pour le secteur industriel. Contrairement à des évaluations similaires qui considèrent l'ensemble du marché industriel, cette évaluation présente le potentiel technico-économique des 182 clients les plus énergivores d'Hydro-Québec (1 % des clients industriels). Une part plus grande des coûts d'énergie dans les coûts d'exploitation favorise la recherche d'un rendement énergétique plus élevé que la moyenne de l'industrie et, par conséquent réduit, toutes proportions gardées, le potentiel d'économies d'électricité.

D'autres part, contrairement à d'autres évaluations, cette évaluation ne considère pas le potentiel d'économies d'électricité attribuable à l'autoproduction ou au transfert aux combustibles fossiles ainsi que le potentiel qui n'est pas spécifiquement réalisable dans l'environnement du client et celui qui est déjà réalisé.

RÉFÉRENCES

1. Compte rendu du comité technique Pâtes et papiers – 2004.
2. Compte rendu du comité technique Mines et traitement du minerai – 2004.
3. Compte rendu du comité technique Métallurgie – 2004.
4. Site Internet Programme Mieux consommer – Systèmes industriels
http://www.hydroquebec.com/affaires/appui_pmi/index.html.
5. Réduction de la consommation d'énergie électrique dans l'industrie papetière québécoise – BPR 2002.
6. Réduction des coûts énergétiques dans l'industrie des pâtes et papiers – Paprican 1999.
7. Base de données de l'Industrial Assessment Center OIT.
8. Cement Plant Grinding Mill and Air Compressor Upgrades CADDET.
9. Canadian Industry Program for Energy Conservation CIPEC 2000/2001 Annual Report.
10. Réduction des coûts énergétiques dans l'industrie des pâtes et papiers – une analyse comparative de l'énergie, D.W. Francis, M.T. Towers et T.C. Browne, Institut canadien de recherches sur les pâtes et papiers (Paprican), Ressources naturelles Canada – 2002.
11. Learning from Experiences with Energy Conservation in Pulp and Paper Industry – Åsbad, Franck et Bertnsson – CADDET – 2002.
12. Learning from Experiences with Industrial Ventilation – Aro et Koivula – CADDET – 1993.
13. Output of a Seminar on Energy Conservation in Plastic Forming Industry – The Energy Conservation Center (ECC), Japan – 1995.
14. Site Internet Energy Efficiency *Environment Australia* Mining Industry.
15. ACEEE Report #IE003, Lawrence Berkeley National Laboratory and the American Council for an Energy-Efficient Economy.
16. Possibilités d'amélioration du rendement énergétique dans les industries des produits en bois massifs, Carroll-Hatch (International) Ltd et Ressources naturelles Canada – 1996.
17. Occasions de pratiquer l'efficacité énergétique dans l'industrie canadienne du caoutchouc, Ressources naturelles Canada – 1999.
18. SOLARWALL© Air Preheating System, OIT, USDOE – 2001.
19. Guide de référencement en matière de consommation énergétique – Raffinage classique du pétrole au Canada, Nyboer et Rivers, CIEEDAC, Ressources naturelles Canada – 2002.
20. Guide technologique de l'industrie canadienne de la fonderie, Ressources naturelles Canada – 2000.
21. Carte routière pour l'énergie électrique canadienne – Prévisions, Industries Canada – 2000.
22. Roadmap for Process Heating Technology, Industrial Heating Equipment Association and U.S. Department of Energy – 2001.
23. Exploration and Mining Technology Roadmap, Industry of the Future – 2002.
24. Mineral Processing Technology Roadmap, Industry of the Future – 2000.
25. New Process Chemistry Technology Roadmap, American Chemical Society – 2001.
26. Guide de l'efficacité énergétique des alumineries, Ressources naturelles Canada – 1998.
27. US Steel Industry Technology Roadmap – 2000.
28. Metal Casting Technology Roadmap – 2000.
29. Bois de sciage et produits à valeur ajoutée, Forintek Canada Inc. – 2003.
30. Les possibilités d'amélioration du rendement énergétique dans les fonderies canadiennes, OEE – 2004.
31. Carte routière technologique : Panneaux dérivés du bois, Forintek Canada Inc. – 1998.
32. Emerging Energy Efficient Industrial Technologies, Martin et al., Lawrence Berkeley National Laboratory – 2000.
33. Moteurs à rendement supérieur – Fiche technique – Ressources naturelles Canada – 2004.
34. Site Internet BC Hydro – Power Smart <http://www.bchydro.com/business/investigate/investigate6033.html>.

ANNEXE I
LISTES DES MESURES ET DES TECHNOLOGIES D'ÉCONOMIE D'ÉLECTRICITÉ
NÉCESSITANT DES INVESTISSEMENTS

- **Potentiel technique d'économies d'électricité**
- **Coûts des mesures et des technologies**
- **Coûts évités**
- **Potentiel technico-économique d'économies d'électricité**

| MESURES POUR LES SYSTÈMES AUXILIAIRES | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico économique (kWh/an) |
|---------------------------------------|--|----------------|--------------------------------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|
| SA1.1. | Optimisation des systèmes de pompage (Sauf pour les systèmes de réfrigération) | 4 | | 30 779 995 | 15 | 2,10 | 148 403 546 | 7,42 | 148 403 546 |
| | Installer des entraînements à fréquence variable (EFV) sur des pompes à débit variable ou présentant de la recirculation ou des restrictions dues à des fermetures partielles de vannes | | 12 à 15% | | | | | | - |
| | Redimensionner ou remplacer des pompes et les moteurs par d'autres plus efficaces | | 7 à 12% | | | | | | - |
| | Améliorer le rendement des pompes par l'ajustement du diamètre des impulseurs | | 7 à 11% | | | | | | - |
| | Optimiser la configuration du système et ou du nombre de pompes : utiliser des filtres et des vannes plus efficaces, arrêts de pompes. | | 7 à 11% | | | | | | - |
| SA1.2. | Optimisation des systèmes d'air comprimé | 4 | 20 à 30% | 29 112 879 | 15 | 2,09 | 140 712 248 | 7,42 | 140 712 248 |
| | Optimiser le fonctionnement de plusieurs compresseurs fonctionnant à charges partielles à l'aide d'un contrôle par automate programmable (séquenceur, PLC) | | 10 à 15% | | | | | | - |
| | Augmenter la capacité de stockage d'air comprimé pour palier à des écarts de pression ou aux cycles de régulation trop court des compresseurs | | 3 à 3,5% | | | | | | - |
| | Remplacer un compresseur existant par un compresseur à vitesse variable afin de moduler le fonctionnement du système d'air comprimé, notamment s'il se compose de plusieurs appareils | | 7 à 14% | | | | | | - |
| | Optimiser les systèmes d'air comprimé à l'aide de diverses mesures telles que le remplacement des purgeurs manuels ou classiques par des purgeurs automatiques qui n'engendrent pas de pertes d'air, l'installation de prise d'air frais externe ou l'optimisation des cycles de régénération du sécheur dessicatif à l'aide d'un contrôleur de point de rosée | | 2 à 15% | | | | | | - |
| SA1.3. | Optimisation des systèmes de réfrigération | 4 | | 8 925 887 | 10 | 1,27 | 92 576 459 | 7,10 | 92 576 459 |
| | Utiliser le refroidissement gratuit (free cooling) sur les systèmes de réfrigération de 0 à 20 C | | 10 à 15% pouvant atteindre 20% | | | | | | - |
| | Automatiser les installations de réfrigération à l'aide d'automates programmables (PLC) | | 10 à 25% | | | | | | - |
| | Installer des EFV sur les ventilateurs et pompes des condenseurs et tours d'eau | | 10 à 50% | | | | | | - |

| MESURES POUR LES SYSTÈMES AUXILIAIRES | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) |
|---|---|----------------|---------------------------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|
| SA1.4. | Optimiser les systèmes de ventilation reliés aux procédés | 4 | 5 à 20% | 43 068 461 | 15 | 3,24 | 134 588 939 | 7,42 | 134 588 939 |
| | Moduler la vitesse des ventilateurs à débit variable à l'aide d'entraînement à fréquence variable (EFV) tels que les ventilateurs des bouilloires, ventilateurs des épurateurs et des échangeurs | | 10 à 15% | | | | | | - |
| SA1.5. | Optimiser les systèmes de ventilation des bâtiments (CVC) | 4 | 10 à 25% | 71 262 958 | 15 | 3,60 | 200 427 068 | 7,42 | 200 427 068 |
| | Optimiser la ventilation des bâtiments en balançant les systèmes de ventilation, en remplaçant des ventilateurs par des ventilateurs plus efficaces ou en les redimensionnant ou en utilisant des registres à ventelles autoréglables | | 20 à 50% | | | | | | - |
| | Optimiser la ventilation en contrôlant les ventilateurs en fonction de la demande à l'aide d'entraînement à fréquence variable (EFV) et d'automates programmables (PLC) | | 5 à 20% | | | | | | - |
| SA1.6. | Optimiser les systèmes d'éclairage. | | 15 à 30% | 18 303 401 | 10 | 2,20 | 109 820 405 | 7,10 | 109 820 405 |
| | Remplacer les luminaires incandescents ou à vapeurs de mercure par des luminaires à halogénure métallique dans les ateliers où un bon rendu de couleur est requis ou par sodium à haute pression | | 5 à 15% | | | | | | - |
| | Remplacer les fluorescents T-12 par des fluorescents T-8 | | 15 à 30% | | | | | | - |
| | Moduler l'intensité de l'éclairage au besoin à l'aide de détecteurs de présence, de minuteries ou par contrôle en fonction des cycles d'activités à l'aide d'automates programmables | | 15 à 30% | | | | | | - |
| SA1.7. | Surveiller et contrôler les systèmes auxiliaires à l'aide des SCADA (Supervisory control and data acquisition), DCS (Distributed control system) ou par automates programmables (PLC) | | 5 à 15% | 8 064 311 | 10 | 3,30 | 32 257 244 | 7,10 | 32 257 244 |
| SA1.8. | Optimiser le chauffage électrique (Utiliser la chaleur des compresseurs) | | Pouvant aller jusqu'à 15% | 11 722 056 | 10 | 1,98 | 78 147 038 | 7,10 | 78 147 038 |
| Totaux pour les systèmes auxiliaires | | | | 221 239 947 | | | 936 932 947 | | 936 932 947 |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) |
|-------------------------------------|---|--------------------------|----------------|--------------------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|
| SECTEUR BOIS | | | | | | | | | | |
| PP2.1 | Utilisation de plaques orientées (Low E) dans les raffineurs primaires | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 10% | 1 630 719 | 10 | 0,12 | 181 190 958 | 7,10 | 181 190 958 |
| PP2.2 | Remplacer les soufflantes de transport de copeaux par des convoyeurs | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 50% | 13 327 052 | 15 | 5,06 | 26 656 770 | 7,42 | 26 656 770 |
| PP2.3 | Utilisation de tamis multi-étages | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 1,8 kWh/tma | 2 304 861 | 10 | 3,84 | 7 920 484 | 7,10 | 7 920 484 |
| PP2.4 | Élimination du pompage entre les étages de tamisage | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 0,91 kWh/tma | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| PP2.5 | Élimination des épurateurs centrifuges des machines à papier | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 10 kWh/tma | 15 593 387 | 15 | 9,94 | 15 887 185 | 7,42 | - |
| PP2.6 | Utilisation du tamisage et de l'épaississement à moyenne consistance | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 5,25 kWh/tma | 775 497 | 15 | 0,61 | 12 924 947 | 7,42 | 12 924 947 |
| PP2.7 | Remplacer les agitateurs par des agitateurs plus performants | Procédés pâtes & papiers | 1,11 | 25 à 35 % | 1 152 428 | 10 | 0,87 | 17 461 031 | 7,10 | 17 461 031 |
| PP2.8 | Remplacer les triturateurs par des triturateurs plus performants pour la pâte Kraft | Procédés pâtes & papiers | 1,11 | 20 à 30 % | 438 966 | 10 | 0,83 | 6 967 711 | 7,10 | 6 967 711 |
| PP2.9 | Remplacement des entraînements mécaniques par des entraînements à fréquence variable (EFV) sur les moteurs à charges variables des pompes centrifuges à consistance moyenne et agitateurs et pompes des réservoirs de pâtes | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 5 à 30 % | 1 563 140 | 10 | 0,25 | 82 270 514 | 7,10 | 82 270 514 |
| PP2.10 | Remplacement des raffineurs Jordan et Claflin par des raffineurs coniques modernes ou à disques multiples | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 20% | 18 000 000 | 15 | 7,49 | 24 331 003 | 7,42 | - |
| PP2.11 | Réduction de la vitesse des tamis | Procédés pâtes & papiers | 1,11 | 5% | 177 271 | 10 | 0,78 | 3 004 585 | 7,10 | 3 004 585 |
| PP2.12 | Remplacer les épurateurs à haut différentiel de pression par des épurateurs à bas différentiel de pression des machines à papier | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 0 à 65% | 7 635 092 | 10 | 1,58 | 63 625 768 | 7,10 | 63 625 768 |
| PP2.13 | Remplacer ou réparer les pompes à vide à anneau liquide désuètes de la machine à papier | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 0 à 20% | 6 549 223 | 15 | 3,48 | 19 052 064 | 7,42 | 19 052 064 |
| PP2.14 | Asservissement des entraînements à fréquence variable (EFV) des soufflantes du traitement secondaire et des aérateurs des effluents au taux d'oxygène dissout | Procédés pâtes & papiers | 1, 5,11 | 1,7 MWh/jour/usine | 1 802 173 | 10 | 1,74 | 13 652 823 | 7,10 | 13 652 823 |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) | |
|-------------------------------------|--|-------------------------------|----------------|---------------------------------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| PP2.15 | Utilisation d'épurateurs centrifuges à moyenne consistance (1,2%) procure des économies de pompage pour le désencrage utilisant la technologie d'agglomération | Procédés pâtes | 1, 6, 11 | 1,7 MWh/jour/usine | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| PP2.16 | Remplacement des cellules mécaniques classiques à stades multiples par des technologies de colonne de flottaison dans les ateliers de désencrage | Procédés pâtes | 1, 6, 11 | 0 à 60% | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| PP2.17 | Remplacement des défibreurs en discontinu par des défibreurs à tambour en continu dans les ateliers de désencrage | Procédés pâtes | 1, 6, 11 | 35 à 50 % | 35 000 000 | 15 | 5,84 | 60 650 993 | 7,42 | 60 650 993 | |
| PP2.18 | Autres mesures proposées par les clients | Procédés pâtes | | Variable | 3 184 658 | 10 | 3,96 | 10 615 528 | 7,10 | 10 615 528 | |
| PB2.1 | Utilisation de disques de défibrage plus efficaces (Panneaux MDF) | Panneaux de bois (MDF) | 31 | 150 MWh/tm/j | 1 049 185 | 10 | 1,98 | 6 994 565 | 7,10 | 6 994 565 | |
| PB2.2 | Remplacer les écorceuses à anneau rotatif par des écorceuses à tambour (Panneaux OSB) | Panneaux de bois (OSB) | 31 | 15 à 25 % | 323 429 | 15 | 4,05 | 808 572 | 7,42 | 808 572 | |
| PB2.3 | Installer des tamis en amont des défibreurs à sec | Panneaux de bois (Particules) | 31 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| PB2.4 | Optimisation du tamisage (Panneaux Particules) | Panneaux de bois (Particules) | 31 | jusqu'à 60% | 308 656 | 10 | 2,64 | 1 543 281 | 7,10 | 1 543 281 | |
| PB2.5 | Remplacer les conformateurs à air (machines de formation du matelas) par des conformateurs à molettes diamantées (Panneaux Particules) | Panneaux de bois (Particules) | 31 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| PB2.6 | Remplacer les conformateurs à vide par des conformateurs mécaniques | Panneaux de bois (MDF) | 31 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| PB2.7 | Optimisation de la production et réduction des coûts et de la dépense énergétique par la commande intégrée des procédés (Tous les panneaux) | Panneaux de bois (Tous) | 31 | 0,25% de la consommation totale | 1 559 339 | 10 | 9,34 | 2 200 445 | 7,10 | - | |
| PB2.8 | Autres mesures proposées par les clients | Panneaux de bois (Tous) | | variable | 3 931 221 | 10 | 3,96 | 13 104 070 | 7,10 | 13 104 070 | |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) | |
|-------------------------------------|--|----------------|----------------|----------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| SC2.1 | Remplacer les cylindres à air des chargeuses, des balayeurs, des culbuteurs, des portes, des engins de levage, etc. par des cylindres hydrauliques lorsque cela est possible | Sciage du bois | 16,7, 29 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| SC2.2 | Remplacer les pompes de régulation de pression avec régulateur de débit à action proportionnelle pour l'entraînement de convoyeurs exigeant une fluctuation de vitesse par une transmission hydrostatique dans un système bouclé | Sciage du bois | 16,7, 29 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| SC2.3 | Ajouter un capteur de charge et une robinetterie d'asservissement appropriée sur les pompes de régulation de pression avec régulateur de débit à action proportionnelle pour l'entraînement de convoyeurs ou cylindres linéaires à vitesse constante | Sciage du bois | 16,7, 29 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| SC2.4 | Remplacer l'entraînement des chariots à grumes de la scie de tête par de nouvelles technologies d'entraînement | Sciage du bois | 16,7, 29 | 10 à 25% | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| SC2.5 | Autres mesures non évaluées économiquement | | | | | | 4 210 348 | | | | |
| Totaux pour le secteur Bois | | | | | 116 306 295 | 235 | 68 | 575 073 643 | | 528 444 662 | |

SECTEUR FABRICATION

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--|---------------|----------------|-----------|---|----|------|------------|------|------------|---|
| IF2.1 | Remplacement d'équipements de transport (convoyeurs, lignes d'assemblage..) par des équipements utilisant des technologies moins énergivores | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | 50 à 85 % | 4 067 | 15 | 5,06 | 8 133 | 7,42 | 8 133 | |
| IF2.2 | Remplacement d'équipements électrique de chauffe dans les procédés | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | 5 à 35 % | 4 044 603 | 10 | 3,96 | 13 482 010 | 7,10 | 13 482 010 | |
| IF2.3 | Remplacement d'équipements électriques de séchage, de collage, de polymérisation, de vulcanisation etc. par d'autres équipements électriques moins énergivores | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| IF2.4 | Remplacement d'équipements d'usinage utilisant des technologies électriques pour la mise en forme ou l'usinage | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| IF2.5 | Remplacement d'équipements utilisant l'électricité pour le placage ou la déposition des matériaux | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | 4 à 8 % | 360 043 | 10 | 3,96 | 1 200 144 | 7,10 | 1 200 144 | |
| IF2.6 | Installation d'entraînement à fréquence variable (EFV) sur les moteurs des équipements de procédés à charge variable | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | 5 à 30 % | 543 778 | 10 | 1,85 | 3 884 129 | 7,10 | 3 884 129 | |
| IF2.7 | Réduction des temps de cycle de fabrication à l'aide de systèmes robotisés et d'automates programmables (PLC) | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| IF2.8 | Autres mesures proposées par les clients | Manufacturier | 7, 9,13, 17,22 | | 4 308 020 | 10 | 3,30 | 17 232 078 | 7,10 | 17 232 078 | |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico économique (kWh/an) |
|-------------------------------------|---|----------------------------|----------------|----------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|
| AP2.1 | Remplacement d'équipements de manutention (convoyeurs, lignes d'embouteillage ou d'emballage, ensachage...) par des équipements utilisant des technologies moins énergivores | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | 50 à 85% | 404 261 | 15 | 4,71 | 868 904 | 7,42 | 868 904 |
| AP2.2 | Remplacement technologies électrique de chauffe dans les procédés (Cuisson et blanchiment, séchage, braisage, déshydratation, torréfaction...) | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | |
| AP2.3 | Remplacement technologies électriques conventionnelles utilisés pour la stérilisation, la pasteurisation ou la conservation par des technologies moins énergivores | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | |
| AP2.4 | Remplacement d'équipements de filtration utilisant des technologies électriques par d'autres moins énergivores telle que l'osmose inversée | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | |
| AP2.5 | Remplacement d'agitateurs, de triturateurs ou autres équipements d'agitation ou de brassage par des équipement plus performants | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | |
| AP2.6 | Amélioration de procédés de congélation, de réfrigération ou de refroidissement permettant des économies d'électricité | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | | 103 498 | 15 | 4,01 | 261 359 | 7,42 | 261 359 |
| AP2.7 | Réduction des temps de cycle de fabrication à l'aide de systèmes robotisés et d'automates programmables (PLC) | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | | 200 000 | 10 | 4,35 | 605 631 | 7,10 | 605 631 |
| AP2.8 | Optimisation de la production et réduction des coûts et de la dépense énergétique par la commande intégrée des procédés | Aliments et pharmaceutique | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | |
| PA2.1 | Remplacer ou moderniser des appareils mécaniques de manutention, de triage, de levage, de transport utilisant l'électricité à l'aide de technologies électriques moins énergivores | Ports et aéroports | 7, 9,13, 17,22 | | 8 113 490 | 15 | 4,71 | 17 438 605 | 7,42 | 17 438 605 |
| PA2.2 | Améliorer ou remplacer des appareils pneumatiques ou des soufflantes pour le transport du matériel en vrac par des appareils mécaniques | Ports et aéroports | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | |
| PA2.3 | Améliorer ou remplacer des procédés de lavage, de nettoyage, de purification des eaux, de traitement des eaux usées, de filtration, de séchage, d'humidification, de déshumidification et autres procédés utilisant l'électricité par des procédés électriques consommant moins d'énergie | Ports et aéroports | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | |
| PA2.4 | Autres mesures proposées par les clients | Ports et aéroports | | | | | | - | | - |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) | |
|-------------------------------------|---|--------|----------------|----------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| TE2.1 | Remplacer ou moderniser des appareils mécaniques de manutention, de levage, de transport utilisant l'électricité à l'aide de technologies électriques moins énergivores | Autres | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| TE2.2 | Améliorer ou remplacer des appareils pneumatiques ou des soufflantes pour le transport du matériel en vrac par des appareils mécaniques | Autres | 7, 9,13, 17,22 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| TE2.3 | Améliorer ou remplacer des procédés de lavage, de nettoyage, de filtration, de séchage, d'humidification, de déshumidification et autres procédés utilisant l'électricité par des procédés électriques consommant moins d'énergie | Autres | 7, 9,13, 17,22 | Variable | 1 291 423 | 10 | 5,27 | 3 228 557 | 7,10 | 3 228 557 | |
| PA2.4 | Autres mesures proposées par les clients | Autres | | | | | | - | | - | |
| Totaux secteur Fabrication | | | | | 19 373 182 | | | 57 376 933 | | 58 209 550 | |

SECTEUR MÉTALLURGIE

| | | | | | | | | | | | |
|--------|---|-------------|-----------------------------|----------|---|----|------|------------|------|------------|---|
| IM2.1 | Optimisation des broyeurs | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | 1 à 2 % | 229 889 | 15 | 5,16 | 450 763 | 7,42 | 450 763 | |
| IM2.2 | Optimisation du classificateur | Métallurgie | 3 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| IM2.3 | Remplacement des cellules de flottaison par des colonnes | Métallurgie | 3 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| IM2.4 | Amélioration du séchage | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| IM2.5 | Optimisation des fours électriques à l'aide de diverses mesures telles que la réduction des pertes thermiques, le contrôle de l'arc, le contrôle de l'opération pour réduire les temps de cycle | Métallurgie | 3, 7 | 1 à 10 % | 20 791 183 | 10 | 4,32 | 63 475 816 | 7,10 | 63 475 816 | |
| IM2.6 | Utilisation d'anodes améliorées dans les procédés d'électrolyse | Métallurgie | 26 | 1 à 3 % | 2 829 834 | 10 | 5,27 | 7 074 585 | 7,10 | 7 074 585 | |
| IM2.7 | Utilisation de réacteur électrochimique à haute efficacité pour la récupération des métaux à faible concentration | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | 2% | 5 500 000 | 10 | 6,54 | 11 089 838 | 7,10 | 11 089 838 | |
| IM2.8 | Préchauffage des brames avant leur introduction dans le laminoir | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | 2 à 5 % | 424 475 | 15 | 3,04 | 1 414 917 | 7,42 | 1 414 917 | |
| IM2.9 | Réchauffage de la ferraille dans les fonderies avant leur introduction dans un four électrique | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| IM2.10 | Optimisation des fours à arc électrique | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | 1% | 12 500 000 | 10 | 8,50 | 19 378 986 | 7,10 | - | |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico économique (kWh/an) |
|---|--|-------------|-----------------------------|--------------------------------------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|
| IM2.11 | Mise à niveau des commandes électriques des fours à induction pour en réduire les pertes de distorsion harmonique. | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | 0 à 2% | 6 387 501 | 10 | 2,64 | 31 937 505 | 7,10 | 31 937 505 |
| IM2.12 | Remplacement ou amélioration de la coulée par de nouvelles technologies de coulée en continue, sous vide, sous pression | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| IM2.13 | Remplacement ou modernisation d'équipements ou de technologies de procédés de mise en forme | Métallurgie | 3, 7, 12, 20, 21, 26, 27,28 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| IM2.14 | Remplacement le convoyage pneumatique qui exige beaucoup d'énergie et d'entretien par du convoyage pneumatique plus performant (phase dense ou lit fluidisé) ou par des transporteurs à courroie ou à godets | Métallurgie | 3, 7 | 50 à 80% | 16 853 834 | 15 | 4,60 | 37 082 143 | 7,42 | 37 082 143 |
| IM2.15 | Optimisation en ligne | Métallurgie | 3, 28 | 0,5 à 1% de la consommation | 16 000 000 | 10 | 7,11 | 29 666 108 | 7,10 | - |
| IM2.16 | Optimisation de la production et réduction des coûts et de la dépense énergétique par la commande intégrée des procédés | Métallurgie | 3, 28 | 0,2 à 0,5% de la consommation totale | 27 394 627 | 10 | 7,91 | 45 657 711 | 7,10 | - |
| IM2.17 | Autres mesures proposées par les clients | Métallurgie | | Variable | 55 365 983 | 10 | 3,96 | 184 553 278 | 7,10 | 184 553 278 |
| Totaux pour le secteur Métallurgie | | | | | 164 277 327 | | | 431 781 650 | | 337 078 845 |

SECTEUR MINES

| | | | | | | | | | | |
|-------|---|---------------------------------|------------------|------------------|---|----|------|-----------|------|-----------|
| MT2.1 | Modulation de la ventilation de la mine en fonction des équipements en opération à l'aide d'un système de supervision | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | 40% du chauffage | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| MT2.2 | Remplacement des navettes à combustible par des navettes électriques ou hybrides | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | | 1 351 427 | 10 | 4,90 | 3 633 487 | 7,10 | 3 633 487 |
| MT2.3 | Remplacement des détecteurs de température par des détecteurs de point de rosée dans le «shaft» | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| MT2.4 | Remplacement des foreuses à air comprimé par des foreuses hydrauliques | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) | |
|-------------------------------------|---|---------------------------------|------------------|----------|---|----|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| MT2.5 | Réalisation du broyage sous-terre | Mines et traitement du minerais | 3 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |
| MT2.6 | Optimisation de la charge des treuils en utilisant des « skips » plus légers | Mines et traitement du minerais | 3 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |
| MT2.7 | Mesurage de la charge du treuil pour abaisser le facteur de sécurité | Mines et traitement du minerais | 3 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |
| MT2.8 | Optimisation des revêtements des broyeurs | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | 1 à 2% | 181 772 | 10 | 2,24 | 1 069 245 | 7,10 | 1 069 245 | | |
| MT2.9 | Optimisation du classificateur | Mines et traitement du minerais | 3 | 5 à 10% | 3 500 000 | 10 | 8,59 | 5 374 564 | 7,10 | - | | |
| MT2.10 | Remplacement des cellules de flottaison par des colonnes | Mines et traitement du minerais | 3 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |
| MT2.11 | Amélioration du séchage | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |
| MT2.12 | Optimisation des fours électriques à l'aide de diverses mesures telles que la réduction des pertes thermiques, le contrôle de l'arc, le contrôle de l'opération pour réduire les temps de cycle | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | 1 à 10% | 133 656 | 10 | 3,30 | 534 623 | 7,10 | 534 623 | | |
| MT2.13 | Optimisation en ligne | Mines et traitement du minerais | 2, 7, 14, 23, 24 | 0,5% | 1 247 809 | 10 | 3,96 | 4 159 364 | 7,10 | 4 159 364 | | |
| MT2.14 | Autres mesures proposées par les clients | Mines et traitement du minerais | 7 | Variable | 2 639 955 | 10 | 3,30 | 10 559 820 | 7,10 | 10 559 820 | | |
| AM2.1 | Remplacement d'équipements de manutention (convoyeurs, lignes d'emballage, ensachage...) par des équipements utilisant des technologies moins énergivores | Mines amiante | 7 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |
| AM2.2 | Amélioration du procédé de broyage | Mines amiante | 7 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |
| AM2.3 | Amélioration des classificateurs | Mines amiante | 7 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | | - |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) | |
|-------------------------------------|---|-----------------------|----------------|--------------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|---|
| AM2.4 | Amélioration des systèmes de séparation de la fibre (soufflantes) pour réduire la consommation d'électricité | Mines amiante | 7 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| AM2.5 | Réduction des temps de cycle de fabrication à l'aide de systèmes robotisés et d'automates programmables (PLC) | Mines amiante | 7 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| AM2.6 | Optimisation de la production et réduction des coûts et de la dépense énergétique par la commande intégrée des procédés | Mines amiante | 7 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| CM2.1 | Remplacement des broyeurs à boulets par des broyeurs à rouleaux | Fabrication du ciment | 7, 8 | 7 kWh/t | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| CM2.2 | Remplacer les systèmes de convoyage pneumatique par des convoyeurs mécaniques | Fabrication du ciment | 7, 8 | 2 kWh/t | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| CM2.3 | Remplacer les tamis de classification par des tamis plus performants | Fabrication du ciment | 7, 8 | 2,7 kWh/t | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| CM2.4 | Remplacement des broyeurs à boulets du clinker par des broyeurs plus efficaces à rouleaux | Fabrication du ciment | 7, 8 | 8 à 20 kWh/t | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| CM | Autres mesures non évaluées économiquement | | | | | | | 12 183 963 | | | |
| Totaux secteur Mines | | | | | 9 054 618 | | | 37 515 065 | | 19 956 538 | |

SECTEUR CHIMIE ET PÉTROCHIMIE

| | | | | | | | | | | | |
|-------|--|-----------------------|-----------|----------|---|----|------|------------|------|------------|---|
| CP2.1 | Remplacer ou moderniser des équipements de séchage, d'évaporation, de déshydratation utilisant de la chauffe électrique | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| CP2.2 | Remplacer ou moderniser des équipements de séparation utilisant l'électricité (distillation, concentration, purification et régénération) par des technologies moins énergivores | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | | - |
| CP2.3 | Améliorer ou remplacer des procédés de lavage, de nettoyage, de purification des eaux, de traitement des eaux usées, de filtration et autres procédés utilisant l'électricité par des procédés électriques consommant moins d'énergie | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | variable | 5 097 544 | 10 | 3,30 | 20 390 177 | 7,10 | 20 390 177 | |
| CP2.4 | Améliorer les compresseurs à gaz par des contrôles évolués ou les remplacer par des compresseurs plus efficaces. | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | 15% | 12 510 118 | 15 | 3,64 | 34 819 829 | 7,42 | 34 819 829 | |
| CP2.5 | Optimiser les systèmes et réseaux de refroidissement des gaz par des technologies plus efficaces telles que des sécheurs dessiccateurs plus performants, des contrôles évolués, une meilleure isolation des réservoirs et la tuyauterie. | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | 5 à 20% | 7 838 350 | 10 | 5,23 | 19 772 264 | 7,10 | 19 772 264 | |

| MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS | | | Références (*) | % ÉÉ | Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels) | Durée de vie (Ans) | Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technique (kWh/an) | Coût évité annuité constante (¢/kWh) | Potentiel technico-économique (kWh/an) |
|--|--|-----------------------|----------------|---------|---|--------------------|---|------------------------------|--------------------------------------|--|
| CP2.6 | Optimiser les cellules électrolytiques par des mesures telles que des électrodes plus performantes, la réduction de l'espacement des plaques | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | 2 à 4 % | 32 816 939 | 10 | 3,36 | 128 743 375 | 7,10 | 128 743 375 |
| CP2.7 | Remplacer le dégivrage électrique des wagons et camions de transport des produits par un dégivrage à infrarouge | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| CP2.8 | Améliorer ou remplacer les pompes à vide par des pompes plus efficaces | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| CP2.9 | Optimisation de la production et réduction des coûts et de la dépense énergétique par la commande intégrée des procédés | Chimie et pétrochimie | 7, 25, 19 | | Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage | | | | | - |
| CP2.10 | Autres mesures proposées par les clients | Chimie et pétrochimie | | | | | | - | | - |
| Totaux secteur Chimie et pétrochimie | | | | | 58 262 952 | | | 203 725 646 | | 203 725 646 |
| Grand total Marché des grandes industries | | | | | 588 514 320 | | | 2 242 405 884 | | 2 084 348 188 |

ANNEXE II
COMPARAISON AVEC DES TECHNOLOGIES RECONNUES EN EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

1. Mise en situation

Les listes qui suivent présentent les technologies évaluées dans le potentiel technico-économique 2005 par rapport aux technologies présentées dans les documents suivants :

- Les technologies présentées dans les tableaux ES-1 et ES-2 de Emerging Energy Efficient Industrial Technologies, Martin et al. (2000), évaluées dans le PTE 2005
- Technologies présentées dans le tableau 4.1, page 9, de Energy Efficiency and Conservation Measure Resource Assessment, Ecotope, ACEEE, Tellus (2003), évaluées dans le PTÉ 2005

Les technologies des études citées plus haut sont regroupées comme suit :

- Technologies procurant des économies d'électricité retenues dans l'évaluation du potentiel technico-économique 2005
- Technologies procurant des économies d'électricité non retenues dans l'évaluation du potentiel technico-économique 2005
- Technologies de récupération d'énergie thermique exigeant une dépense additionnelle d'électricité non retenues dans le potentiel technico-économique 2005
- Technologies procurant des économies de combustibles fossiles non retenues dans l'évaluation du potentiel technico-économique 2005
- Technologies de génération d'électricité non retenues dans l'évaluation du potentiel technico-économique 2005
- Technologies non pertinentes pour les secteurs industriels des grandes industries non retenues dans l'évaluation du potentiel technico-économique 2005
- Mesures douces retenues dans l'évaluation du potentiel des mesures douces
- Mesures douces non retenues dans l'évaluation du potentiel des mesures douces

Le chapitre 2 de cette annexe présente l'évaluation par rapport aux technologies extraites de Emerging Energy Efficient Industrial Technologies, Martin et al. (2000).

Le chapitre 3 de cette annexe l'évaluation par rapport aux technologies extraites de Energy Efficiency and Conservation Measure Resource Assessment, Ecotope, ACEEE, Tellus (2003).

2. Comparaison avec les technologies décrites dans Emerging Energy Efficient Industrial Technologies, Martin et al. (2000)

Technologies procurant des économies d'électricité retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| Technologies | Secteur industriel | Commentaires |
|---|---------------------|--|
| Formage à haute consistance 3 à 8 % (High consistency forming 3 – 8 %) | Pâtes et papiers | Avons traité la mesure intermédiaire, moyenne consistance entre 3 et 5 % |
| Technologies de membranes à gaz (Gaz membrane technologies) | Chimie | |
| Nouvelle technologie de catalyse (New catalyst) | Chimie | |
| Refroidissement et emmagasinement – EFV, banque thermique, moteurs à gaz, refroidissement par absorption (Cooling & storage – ASD, thermal storage, gas engine, absorption cooling) | Aliments | Oui pour ASD, banque à glace et pompe à chaleur par absorption. Pas traité pour les moteurs à gaz car transfert au gaz |
| Mise en forme de métaux en forme précise (Near Net shape casting / Strip casting) | Aciers | |
| Nouveau procédé de four à arc électrique (New Electric arc furnace EAF processes) | Aciers | |
| Formage avancé / Mise en forme de métaux en forme précise (Advanced Forming/Near Net Shape Casting) | Aluminium | |
| Amélioration du design des cellules d'électrolyse (Efficient Cell Retrofit Designs) | Aluminium | |
| Anodes inertes / Cathodes mouillées (Inert Anodes/Wetted Cathodes) | Aluminium | |
| EFV avancé (Advanced ASD Designs) | Tous secteurs | |
| Contrôles avancés des compresseurs (Advanced Compressor Controls) | Tous secteurs | |
| Optimisation des systèmes de force motrice (Motor System Optimization) | Tous secteurs | |
| Intégration des procédés / Analyse Pinch (Process Integration/Pinch Analysis) | Tous secteurs | Retenue. Génère beaucoup d'économies d'énergie de combustibles fossiles. Peut générer de faibles économies d'électricité |
| Contrôle des procédés et senseurs (Process Control and Sensors) | Tous secteurs | |
| Design avancé de l'éclairage (Advanced Lighting Design) | Tous secteurs | |
| Hautes technologies CVAC (High Tech Facilities HVAC Improvements) | Tous secteurs | |
| Amélioration de l'efficacité des systèmes de pompage (Pump System Efficiency Improvements) | Tous secteurs | |
| Traitement anaérobie des eaux usées (Anaerobic Wastewater Treatment) | Traitement des eaux | |

Technologies procurant des économies d'électricité non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| Technologies | Secteur industriel | Raison de la non retenue |
|--|--------------------|---|
| Biodésulfurisation (Biodesulfurization) | Pétrole | Informations de nature stratégique non disponibles de la part des clients |
| Entraînement à reluctance commutée (Switched Reluctance Drives) | Tous secteurs | Exige utilisation de moteurs SR. La technologie « Advanced ASD » retenue peut procurer des économies comparables avec moteurs actuels |
| Technologies avancées d'éclairage T-5 (Advanced Lighting Technologies T-5) | Tous secteurs | Utilisation non recommandée en milieu industriel – Trop sensible à la température. |
| Croissance de cristal de silicium par fusion continue (Continuous melt crystal silicon growth) | Électronique | Informations de nature stratégique non disponibles de la part des clients |

Technologies de récupération d'énergie thermique exigeant une dépense additionnelle d'électricité non retenues dans le PTÉ 2005

| Technologies | Secteur industriel | Commentaires |
|---|---------------------|---|
| Récupération de chaleur – papiers (Heat recovery – paper) | Pâtes et papiers | Une économie d'électricité est possible relativement à la ventilation de la machine à papier. Cependant, cette mesure exige l'installation préalable de hottes de récupération de vapeur permettant de procurer d'importantes économies de combustibles fossiles. Les usines ne le font pas parce que la vapeur à basse pression n'a pas d'utilisation. Une recompression mécanique de la vapeur serait nécessaire mais cela exige une dépense très importante d'électricité. |
| Technologies de récupération de chaleur (Heat recovery technologies) | Chimie | |
| Technologies de membranes de traitement des eaux usées (Membrane Technology Wastewater) | Traitement des eaux | |

Technologies procurant des économies de combustibles fossiles non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| Technologies | Secteur industriel |
|--|--------------------|
| Séchage par courroie de condensation (Condebelt drying) | Pâtes et papiers |
| Caustification directe par électrolyse (Direct electrolytic causticizing) | Pâtes et papiers |
| Formage à sec de la feuille (Dry sheet forming) | Pâtes et papiers |
| Séchage par impulsion (Impulse drying) | Pâtes et papiers |
| Minimisation de l'encrassement (Fouling minimization) | Pétrole |
| Fractionnement propre (Clean fractionation) | Chimie |
| Technologies des membranes liquides (Liquide membrane technologies) | Chimie |
| Réformation autothermale - ammoniac (Autothermal reforming- ammonia) | Chimie |
| Récupération du plastique (Plastic recovery) | Plastique |
| Récupération de chaleur à basse température (Low temperature recovery) | Aliments |
| Technologie des membranes (Membrane technology) | Aliments |
| Séchage avancé par ultrasons (Ultrasound enhanced dyeing) | Textile |
| Technologies de récupération de chaleur pour les environnements difficiles (Heat recovery technologies for harsh environment) | Chimie |
| Récupération des gaz et de la chaleur des fournaies basiques à oxygène (Gaz & heat recovery at basic oxygene furnace) | Aciers |
| Brûleurs à faible NOx et Oxy-combustibles dans les fournaies de réchauffage d'acier (Low NOx Oxy-Fuel Burners in Steel Reheating Furnaces) | Aciers |
| Processus de Réduction de Fonte (Smelting Reduction Processes) | Aciers |
| Technologies de recyclage améliorées (Improved Recycling Technologies) | Aluminium |
| Brûleurs à haute efficacité / Brûleurs à NOx bas (High-Efficiency/Low NOx-Burners) | Autres |

Technologies de génération d'électricité non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| Technologies | Secteur industriel |
|--|--------------------------|
| Gasification de la liqueur noire (Black liquor gasification) | Pâtes et papiers |
| Turbines CHP avancées (Advanced CHP Turbines) | Compagnies d'électricité |
| Moteurs à pistons avancés (Advanced Reciprocating Engines) | Tous secteurs |
| Piles à combustible (Fuel Cells) | Tous secteurs |
| Micro turbines | Tous secteurs |

Technologies non pertinentes pour les secteurs industriels des grandes industries non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| Technologies | Secteur industriel | Commentaires |
|---|---------------------|--|
| Four rotatif (Roller kiln) | Céramique | Pas d'usine de céramique |
| 100 % utilisation des fragments de verre et préchauffage (100 percent cullet use & cullet preheating) | Contenants de verre | Pas de fabricant de contenants de verre |
| Acide levulinique à partir de biomasse (Levulinic acid from biomass) | Chimie | Pas d'application au Québec. Disponibilité de biomasse |
| Pasteurisation par faisceau d'électrons (Electron beam pasteurization) | Aliments (Laiterie) | Pas de laiterie au tarif L |
| Machine d'extraction variable (Variable Mining Machine) | Mines | Technologies pour mines de charbon |

Mesures douces retenues dans l'évaluation du potentiel des mesures douces

| Technologies | Secteur industriel | Commentaires |
|--|--------------------|--|
| Gestion des systèmes d'air comprimé (Compressed Air System Management) | Tous secteurs | |
| Lubrifiants avancés (Premium Lubricants) | Tous secteurs | Considéré dans l'entretien préventif des systèmes de manutention. Contrairement à la PMI, les grandes industries utilisent beaucoup les lubrifiants synthétiques (Premium) pour prolonger la durée de vie de leurs équipements |

Mesures douces non retenues dans l'évaluation du potentiel des mesures douces

| Technologies | Secteur industriel | Commentaires |
|--|--------------------|---|
| Diagnostic des moteurs (Motor Diagnostics) | Tous secteurs | % d'économies d'électricité non significatif. Près de 0 % selon Emerging Energy Efficient Industrial Technologies, Martin et al. (2000), page 130 – Étude détaillée |

3. Comparaison avec les technologies décrites dans Energy Efficiency and Conservation Measure Resource Assessment

Technologies procurant des économies d'électricité retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| |
|--|
| Design avancé de moteurs – Moteurs superéconergétiques (Advanced Motor Design) |
| Senseurs et contrôles (Sensors and Controls) |
| Cuisson par UV (UV Curing) |
| Refroidissement des aliments et entreposage (Food Cooling and Storage) |
| Amélioration de l'efficacité des pompes (Pump Efficiency Improvement) |
| Systèmes d'air comprimé (Air Compressor Systems) |
| Optimisation des systèmes moteurs (Motor System Optimization) |
| Amélioration des systèmes de ventilation (Fan System Improvements) |
| Luminaires et lampes d'éclairage efficaces (Efficient Lighting Fixtures and Lamps) |
| Design d'éclairage efficace (Efficient Lighting Design) |
| Procédés micro-ondes (Microwave Processing) |
| CVAC industriels avancés (Advanced Industrial HVAC) |
| Chauffage et séchage par IR (Electric IR Heating & Drying) |
| Chauffage et séchage par RF (RF Heating and Drying) |

Technologies procurant des économies d'électricité non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| Technologies | Secteur industriel | Raison de la non retenue |
|---|-------------------------|---|
| Polysilicium électronique (Electronics Polysilicon) | Électronique (1 client) | Informations de nature stratégique non disponibles de la part des clients |
| Croissance de cristal de silicium par fusion continue (Electronics Continuous Melt Silicon) | Électronique (1 client) | Informations de nature stratégique non disponibles de la part des clients |
| Chambre propre (laboratoire) pour électronique (Electronics Advanced Cleanroom) | Électronique (1 client) | Marginal |
| Amélioration des systèmes de fourniture électrique (Electrical Supply Systems Improvement) | Tous | Non identifié initialement |
| Transformateurs (Transformers) | Tous | Remplacement très coûteux, dépasse largement les coûts évités. |

Technologies de récupération d'énergie thermique exigeant une dépense additionnelle d'électricité non retenues dans le PTÉ 2005

Aucune

Technologies procurant des économies de combustibles fossiles non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

Aucune

Technologies de génération d'électricité non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

Aucune

Technologies non pertinentes pour les secteurs industriels des grandes industries non retenues dans l'évaluation du PTÉ 2005

| Technologies | Raison de la non retenue |
|--|---------------------------------------|
| Ventilateurs de grange (Agriculture: Barn Fans) | Pas de client au tarif L |
| Équipements pour systèmes de pompage d'irrigation (Irrigation Hardware Pump Systems) | Pas de client au tarif L |
| Gestion de l'eau (Water Management) | Pas de client au tarif L (Irrigation) |

Mesures douces retenues dans l'évaluation du potentiel des mesures douces

| Technologies | Commentaires |
|--|--|
| Lubrifiants avancés (Advanced Lubricants) | Contrairement à la PMI, les grandes industries utilisent beaucoup les lubrifiants synthétiques (Premium) pour prolonger la durée de vie de leurs équipements |
| Gestion des moteurs (Motor Management) | |
| Isolation de Conduit / Tuyaux (Duct/Pipe Insulation) | Systèmes de réfrigération seulement. Surtout des économies de combustibles fossiles pour les autres applications |

Mesures douces non retenues dans l'évaluation du potentiel des mesures douces

Aucune

ANNEXE III
LISTES DES MESURES DOUCES

Air comprimé

| |
|---|
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des compresseurs |
| Description <p>Miser sur un entretien adéquat pour éviter toute augmentation de la pression de service (pour compenser les fuites, les pertes causées par les filtres, etc.) et faire des économies d'électricité, tout en prolongeant la durée de vie utile du système. Le programme d'entretien peut regrouper les mesures suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">• Nettoyer ou remplacer les filtres à air du compresseur selon les spécifications du fabricant. Des filtres encrassés font augmenter la consommation d'électricité.• Nettoyer les drains (purgeurs) et en vérifier le fonctionnement.• Vérifier les refroidisseurs et nettoyer régulièrement les surfaces d'échange thermique.• Vérifier le lubrifiant du compresseur et le remplacer au besoin, selon les spécifications du fabricant.• Remplacer les filtres à air quand la chute de pression excède de 3 à 5 lb/po².• Vérifier et régler régulièrement les entraînements pour s'assurer que les courroies sont bien tendues et les poulies et les couplages, bien alignés. |
| Réduction potentielle d'économies d'électricité <p>De 10 à 15 % en moyenne</p> |
| Référence <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |
| Réduction des fuites d'air comprimé |
| Description <p>Colmater les orifices et remplacer les joints d'étanchéité endommagés, les tuyaux fendillés ainsi que les outils pneumatiques usés.</p> |
| Réduction potentielle d'économies d'électricité <p>De 15 à 19 % en moyenne. Maximum de 32 %</p> |
| Maintenir la pression de service à la valeur minimale requise |
| Description <p>Éviter d'élever la pression de service pour compenser un mauvais entretien du système et des outils.</p> |
| Réduction potentielle d'économies d'électricité <p>De 3,7 à 5 % en moyenne. Maximum de 10 %.</p> |
| Référence <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |

Pompage

| |
|---|
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des systèmes de pompage |
| Description <ul style="list-style-type: none">• S'assurer que les bagues d'étanchéité des pompes sont bien ajustées.• Maintenir un écart minimal entre les roues à aubes et les joints des pompes.• Vérifier et régler la tension des courroies et le centrage des accouplements.• Remplacer les roulements défectueux.• Nettoyer les roues à aubes des pompes et les réparer ou les remplacer, si elles sont corrodées ou érodées.• Remplacer les joints de presse-étoupe par des joints mécaniques.• Vérifier l'isolation des moteurs et des fils submergés. |
| Réduction potentielle d'économies d'électricité De 2 à 5 % en moyenne. |
| Référence Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003 |

Systemes de réfrigération

| |
|---|
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des compresseurs de réfrigération |
| Description <p>Prévoir un entretien adéquat des compresseurs afin d'optimiser leur fonctionnement et de prolonger leur durée de vie en adoptant les mesures suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none">• Vérifier l'huile pour détecter toute trace de métal ou d'humidité et la remplacer au besoin.• Remplacer les filtres à huile.• Vérifier le refroidisseur d'huile et nettoyer régulièrement les surfaces d'échange.• Vérifier les joints d'étanchéité pour limiter la perte de réfrigérant.• Vérifier et régler régulièrement les entraînements. |
| Réduction potentielle d'économies d'électricité De 7 à 8 % en moyenne. |
| Référence Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003 |

| Entretien des évaporateurs et les condenseurs de réfrigération |
|--|
| <p>Description</p> <p>Prévoir des mesures d'entretien préventif pour améliorer le rendement global du système :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier périodiquement l'état des ailettes du compresseur pour repérer celles qui sont endommagées ou dissociées des tubes. • Nettoyer les ailettes. • Vérifier le fonctionnement des ventilateurs. • Nettoyer les tubes des condenseurs et des évaporateurs. |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>De 10 à 12 % en moyenne. Maximum de 20 %</p> |
| <p>Référence</p> <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |

| Augmenter la température de consigne des systèmes de réfrigération |
|--|
| <p>Description</p> <p>Hausser la température du local ou du fluide réfrigéré pour augmenter la pression d'aspiration du compresseur et réduire ainsi l'énergie nécessaire à la compression.</p> |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>De 2 à 4 % en moyenne.</p> |
| <p>Référence</p> <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |

| Réduire les gains thermiques des systèmes de réfrigération |
|--|
| <p>Description</p> <p>Diminuer la charge de réfrigération au moyen des mesures suivantes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Améliorer l'isolation des équipements et de la tuyauterie. • Améliorer l'isolation de la tuyauterie d'aspiration, des liquides sous-refroidis, des fluides secondaires et des échangeurs. |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>5 % en moyenne, maximum de 10 %</p> |
| <p>Référence</p> <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |

| |
|--|
| Entretien la tuyauterie et les accessoires des systèmes de réfrigération |
| <p>Description</p> <p>Adopter les mesures d'entretien suivantes pour réduire la consommation d'électricité :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Remplacer la tuyauterie corrodée des fluides secondaires en vue de limiter les pertes de charge et l'accumulation des impuretés. • Améliorer l'isolation endommagée des conduits. • Éliminer toute vibration pouvant entraîner une perte de réfrigérant. • S'assurer qu'il n'y a pas de fuites. |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>De 2 à 3 % en moyenne.</p> |
| <p>Référence</p> <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |

Ventilation

| |
|---|
| Mettre en œuvre un programme d'entretien préventif des systèmes de ventilation |
| <p>Description</p> <ul style="list-style-type: none"> • Vérifier et régler régulièrement l'alignement des poulies et la tension des courroies. • Lubrifier les composants selon les instructions du fabricant. • Nettoyer périodiquement les ventilateurs et les registres. • Régler le niveau de bruit et de vibration pour assurer un fonctionnement uniforme et efficace du système. • Colmater les fuites dans les gaines et réduire le débit de ventilation en conséquence. • Nettoyer ou remplacer périodiquement les filtres. |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>De 1 à 8 % en moyenne, selon les méthodes d'entretien</p> |
| <p>Référence</p> <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |

| |
|--|
| Procéder à un équilibrage aéraulique de la ventilation des bâtiments |
| <p>Description</p> <p>Réaliser une étude pour définir les besoins de ventilation et régler le système en conséquence. L'étude aéraulique vise, d'une part, à analyser les besoins de ventilation en ce qui a trait à l'hygiène, à la santé et au confort des travailleurs, aux procédés ainsi qu'à la protection de l'environnement et, d'autre part, à vérifier l'état du système. L'équilibrage aéraulique a pour but de régler le système en fonction des besoins.</p> |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>De 10 à 50 %, selon les mesures adoptées</p> |
| <p>Référence</p> <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |
| Optimiser la taille des poulies des ventilateurs (Bâtiments) |
| <p>Description</p> <p>Modifier les poulies d'entraînement pour réduire le débit du ventilateur et, par conséquent, sa vitesse.</p> |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>De 3 à 5 % en moyenne. Jusqu'à 50 % quand le débit est excessif</p> |
| <p>Référence</p> <p>Comité d'experts d'Hydro-Québec 2002 - 2003</p> |
| Entretien des systèmes de manutention |
| <p>Description</p> <p>Entretien des composants mécaniques, hydrauliques et pneumatiques et des paliers et roulements.</p> |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>3 % en moyenne.</p> |
| <p>Référence</p> <p>Consultations d'experts</p> |
| Utiliser des lubrifiants avancés |
| <p>Description</p> <p>De nouveaux lubrifiants synthétiques ayant une viscosité réduite et pouvant être utilisés à plus haute température et dont la durée de vie est 2 à 3 fois plus longue génèrent moins de résistance</p> |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>3 % en moyenne.</p> |
| <p>Référence</p> <p>Emerging Energy Efficient Industrial Technologies, Martin et al., Lawrence Berkeley National Laboratory - 2000</p> |

| |
|--|
| Gestion des moteurs – Remplacement de moteurs rebobinables par des moteurs superéconergétiques |
| <p>Description</p> <p>Remplacer les moteurs défectueux de moins de 50 HP par des moteurs superéconergétiques (NEMA Premium^{MC}) plutôt que les faire réparer. Mettre en œuvre des politiques pour introduire des moteurs plus efficaces.</p> |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>4,2 % en moyenne.</p> |
| <p>Référence</p> <p>Moteurs à rendement supérieur – Fiche technique – Ressources naturelles Canada – 2004</p> |

| |
|---|
| Remplacer des courroies trapézoïdales par des courroies synchronisées |
| <p>Description</p> <p>Remplacer les courroies trapézoïdales par des courroies synchronisées. Ces dernières n'ont pas de glissement et elles tolèrent des variations plus grandes de tension sans perdre leur efficacité.</p> <p>Pour les moteurs de 0 à 20 HP.</p> |
| <p>Réduction potentielle d'économies d'électricité</p> <p>De 2 à 8 % en moyenne.</p> |
| <p>Référence</p> <p>BC Hydro, site Internet Power Smart</p> |