

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

Services techniques
Direction principale – Ventes – Grandes
entreprises



2005-01-31

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 Ventes Grandes entreprises DPVGE.

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 DPVGE.

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'économies d'électricité. La démarche d'évaluation que nous avons adoptée tient compte de ces caractéristiques.

Jacques Harvey

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	6
SOMMAIRE À LA DIRECTION	8
INTRODUCTION	9
1. APPROCHE D'ÉVALUATION	10
2. SEGMENTATION DU MARCHÉ DES GRANDES INDUSTRIES	12
3. MESURES ET TECHNOLOGIES D'ÉCONOMIES D'ÉLECTRICITÉ	13
3.1. IDENTIFICATION DES MESURES ET DES TECHNOLOGIES D'ÉCONOMIES D'ÉLECTRICITÉ	13
3.2. VALIDATION DES MESURES ET DES TECHNOLOGIES D'ÉCONOMIES D'ÉLECTRICITÉ	13
3.3. MESURES ET TECHNOLOGIES RETENUES POUR L'ÉVALUATION AUPRÈS DES CLIENTS	14
4. LE POTENTIEL TECHNIQUE	15
4.1. PARTICIPATION DES CLIENTS	15
4.2. COMPILATION DES RÉSULTATS	15
4.3. POTENTIEL TECHNIQUE POUR LA PÉRIODE 2005 À 2014	16
4.4. POTENTIEL TECHNIQUE PAR USAGE	17
4.5. PORTÉE ET LIMITES DE L'ÉVALUATION	18
4.6. VALIDITÉ DES RÉSULTATS	18
5. LE POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE	19
5.1. HYPOTHÈSES	21
5.2. TEST DES COÛTS ÉVITÉS	21
5.3. TESTS DE SENSIBILITÉ	21
5.4. ANALYSE DES RÉSULTATS	22
5.5. RÉSULTATS DÉTAILLÉS DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE	22
5.6. LIMITES DE L'ÉVALUATION	31
RÉFÉRENCES	32

TABLE DES ILLUSTRATIONS

FIGURE 1	ÉTAPES DE L'ÉVALUATION DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE.....	10
TABLEAU 1	SEGMENTATION DU MARCHÉ DES GRANDES ENTREPRISES INDUSTRIELLES POUR L'ÉVALUATION DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE	12
TABLEAU 2	ACTIVITÉS INDUSTRIELLES VISÉES ET NOMBRE DE MESURES ET DE TECHNOLOGIES RETENUES POUR L'ÉVALUATION DU POTENTIEL TECHNIQUE	14
TABLEAU 3	PARTICIPATION DES CLIENTS AU SONDAGE SUR LE POTENTIEL TECHNIQUE	15
TABLEAU 4	POTENTIEL TECHNIQUE EN FONCTION DES 5 SECTEURS INDUSTRIELS DES GRANDES INDUSTRIES.....	16
GRAPHIQUE 1	DISTRIBUTION DU POTENTIEL TECHNIQUE	16
TABLEAU 5	POTENTIEL TECHNIQUE PAR USAGE	17
TABLEAU 6	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE	19
GRAPHIQUE 2	DISTRIBUTION DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE PAR SECTEUR INDUSTRIEL.....	19
GRAPHIQUE 3	DISTRIBUTION DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE PAR USAGE	20
GRAPHIQUE 4	DISTRIBUTION DU POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE PAR USAGE POUR CHAQUE SECTEUR INDUSTRIEL	20
TABLEAU 7	RÉSULTATS DES TESTS DE SENSIBILITÉ.....	21
GRAPHIQUE 5	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES SYSTÈMES	23
GRAPHIQUE 6	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR BOIS, ACTIVITÉS PÂTES ET PAPIERS	24
GRAPHIQUE 7	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR BOIS, ACTIVITÉS FABRICATION DE PANNEAUX DE BOIS.....	25
GRAPHIQUE 8	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR MÉTALLURGIE	26
GRAPHIQUE 9	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR CHIMIE ET PÉTROCHIMIE.....	27
GRAPHIQUE 10	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR FABRICATION, ACTIVITÉS MANUFACTURIÈRES, PORTS ET AÉROPORTS ET AUTRES	28
GRAPHIQUE 11	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR FABRICATION, ACTIVITÉS ALIMENTS ET PHARMACEUTIQUES	29
GRAPHIQUE 12	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR MINES, ACTIVITÉS MINES ET TRAITEMENT DU MINÉRAI.....	30
GRAPHIQUE 13	POTENTIEL TECHNICO-ÉCONOMIQUE POUR LES PROCÉDÉS – SECTEUR MINES, ACTIVITÉS FABRICATION DE CIMENT.....	31

LISTE DES ACRONYMES UTILISÉS DANS LE DOCUMENT

ÉE :	Économies d'électricité
EFV :	Entraînement à fréquence variable
PLC :	Programmable logic controller (Automate programmable)
SCADA :	Supervisory control and data acquisition (Système de supervision, de commande et d'acquisition de données)
DCS :	Distributed control system (Système de commande distribué)
IF :	Infra-rouge

REMERCIEMENTS

Nous remercions les clients des grandes entreprises industrielles pour leur participation au sondage.

Nous remercions également les spécialistes suivants pour leur participation à une rencontre d'identification de mesures d'économies d'électricité dans le secteur des grandes industries :

- Christian Goodhue - Breton, Banville & Associés, Mont St-Hilaire
- Denis Chabot – BPR, Québec
- Mario Fillion – 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 Ourriban – COREM, Québec
- Yves Dessureault – Hatch, Montréal
- Georges Houlachi – LTE, Shawinigan

Nous remercions également les personnes suivantes des Services techniques de la Direction principale Ventes Grandes entreprises qui ont participé à l'identification des mesures d'économies d'électricité, aux rencontres de validation avec les spécialistes externes et au support technique du sondage auprès des clients :

- Jean Denis Champoux
- Hélène Aubin
- Daniel Lecours
- Pierre Chevalier
- Martine Ouellet
- Gill Champoux

Finalement, nous soulignons les efforts notables consentis par les délégués de la Direction principale Ventes Grandes entreprises pour faire compléter les questionnaires du sondage par leurs clients respectifs.

SOMMAIRE À LA DIRECTION

Le potentiel technico-économique des grandes industries au tarif L, sur un horizon de 10 ans (2005 à 2014), s'établit à 2 084 GWh/a.

Les mesures et les technologies d'économies d'électricité du potentiel technico-économique présentent un coût unitaire inférieur au coût évité du Distributeur de 7,10 ¢ le kWh.

Le potentiel technique a préalablement été évalué à 2 242 GWh/a.

Démarche d'évaluation

L'évaluation du potentiel technico-économique s'est réalisée en 4 étapes principales :

1. Segmentation du marché des grandes entreprises. Les secteurs industriels : bois, fabrication, métallurgie, chimie et pétrochimie et mines ont été segmentés en 2 ou 3 activités industrielles afin d'identifier des mesures et des technologies d'économies d'électricité spécifiques aux activités des clients.
2. Identification des mesures et des économies d'électricité. Vingt-deux (22) mesures pour les systèmes et 97 mesures et technologies d'économies d'électricité pour les procédés ont été identifiées et validées lors de comités et de rencontres techniques avec des experts du domaine.
3. Sondage de la clientèle – Potentiel technique. 47 % des clients représentant 54 % de la consommation des grandes industries ont participé à un sondage personnalisé par activité industrielle afin de déterminer les mesures et technologies d'économies d'électricité pertinentes à leur usine. Les résultats du sondage, extrapolés par activité industrielle, ont démontré un potentiel technique de 2 242 GWh/a.
4. Potentiel technico-économique. Finalement, 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/a.

Approche adoptée

L'approche adoptée a permis de valider, avec l'aide des comités et rencontres techniques et par la suite avec les clients, les mesures et technologies d'économies d'électricité non seulement par rapport à leur faisabilité technique intrinsèque, mais également par rapport à leur faisabilité technique dans les environnements des usines. Le potentiel technique présente donc des mesures et des technologies d'économies 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/a à des coûts évités de 3,17 ¢ le kWh.

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

La différence tient également à une évaluation d'un plus grand nombre de mesures et de technologies d'économies d'électricité particulièrement pour d'autres secteurs industriels que le bois. L'évaluation par des 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

Les mesures d'économies d'électricité dites « douces », c'est-à-dire ne nécessitant pas d'investissement, ou celles qui doivent être assumées dans le cadre d'un entretien normal des équipements sont exclues du potentiel technique.

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'économies d'électricité. Or, ces coûts peuvent varier considérablement d'une usine à l'autre, de même activité industrielle, pour l'implantation d'une même mesure ou technologie. L'interprétation du potentiel technico-économique doit donc tenir compte de ce facteur.

INTRODUCTION

La présente évaluation a pour objectif d'établir le potentiel technico-économique d'économies d'électricité des grandes industries au tarif L pour un horizon de 10 ans (2004 à 2014).

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 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 chapitre du présent document.

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

Le chapitre 2 décrit le marché des grandes industries et la segmentation de la clientèle adoptée pour l'évaluation.

Le chapitre 3 traite de l'identification et de la validation des mesures d'économies d'électricité.

Le chapitre 4 décrit l'évaluation du potentiel technique réalisée avec la participation des clients et les résultats obtenus.

Le chapitre 5 présente l'évaluation du potentiel technico-économique obtenue en comparant le coût unitaire de l'énergie économisée pour chaque mesure ou technologie au coût évité du Distributeur.

1. APPROCHE D'ÉVALUATION

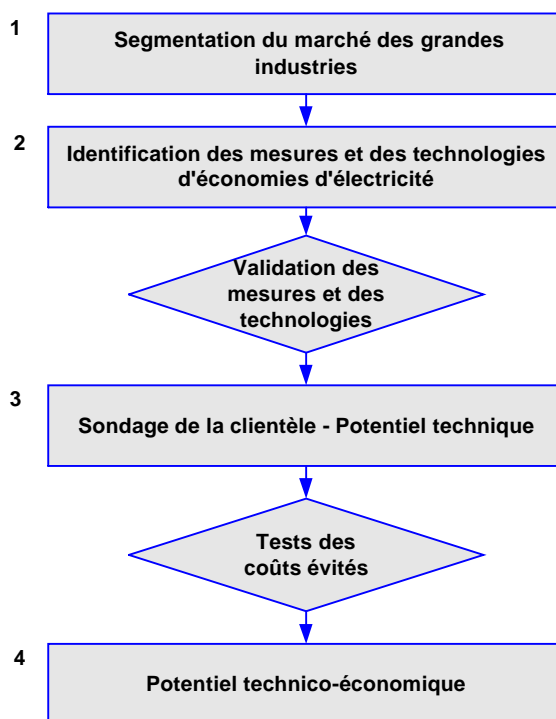
L'approche adoptée pour l'évaluation du potentiel technico-économique du marché des grands clients industriels tient compte des particularités du marché visé.

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, le marché comptait 182 clients.
- Une consommation électrique dépensée aux deux tiers par des procédés spécifiques à chacun des clients et le troisième tiers par des systèmes auxiliaires. Bien que des mesures génériques existent pour les systèmes auxiliaires, l'évaluation doit identifier des mesures d'économies d'électricité pour les procédés, à toute fin, 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 auxquelles fait face l'implantation de mesures d'économies d'électricité varient considérablement entre une usine récente et une usine âgée.
- La pluralité des activités industrielles. Bien que regroupées dans cinq grands secteurs industriels, bois, chimie / pétrochimie, fabrication, métallurgie et mines / traitement du minerai, les activités industrielles sont très diversifiées dans chaque secteur. Par exemple, le secteur fabrication regroupe 55 usines dans des domaines aussi diversifiés que l'agroalimentaire, le transport, l'aérospatial, les plastiques, le textile, la pharmaceutique. Cette pluralité d'activités économiques multiplie le nombre de mesures d'économies d'électricité à évaluer.
- La compétence des ressources techniques des clients. Les grandes usines sont généralement dotées de compétences en ingénierie au fait des mesures et des technologies qui pourraient améliorer la performance énergétique.

La figure qui suit présente les 4 grandes 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



1. Segmentation du marché des grandes entreprises

Les grandes industries ont été regroupées en 5 secteurs industriels : bois, fabrication, métallurgie, chimie et pétrochimie, mines.

À l'intérieur de chaque secteur industriel, les clients ont été segmentés en 2 ou 3 activités industrielles. Ce regroupement en activités industrielles va permettre d'identifier des mesures et des technologies d'économies d'électricité davantage spécifiques aux activités des clients.

2. Identification des mesures et des économies d'électricité

Une recherche intensive a permis d'identifier des centaines de mesures d'économies d'électricité spécifiques aux activités industrielles des groupes mentionnés plus haut. Comme il était impensable d'évaluer autant de mesures, une validation de leur pertinence technique pour les activités industrielles visées a été réalisée par des comités d'experts, et les mesures pertinentes ont été retenues pour l'évaluation du potentiel technique.

3. Sondage de la clientèle – Potentiel technique

Les clients étant en nombre restreint et compétents relativement à l'efficacité énergétique, nous avons opté pour un sondage auprès des clients et portant sur la faisabilité technique, en fonction de leur environnement, de mesures et de technologies propres à leurs activités industrielles. Des questionnaires, spécifiques aux activités industrielles de chaque groupe, ont été rédigés et le questionnaire pertinent a été transmis à chacun des clients.

4. Potentiel technico-économique

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

Les étapes de l'évaluation du potentiel technico-économique sont présentées plus en détail dans les chapitres qui suivent.

L'approche adoptée a permis de valider, avec l'aide des comités et des rencontres techniques et par la suite avec les clients, les mesures et technologies d'économies d'électricité non seulement par rapport à leur faisabilité technique intrinsèque, mais également par rapport à leur faisabilité technique dans les environnements des usines. Le potentiel technique présente donc des mesures et des technologies d'économies d'électricité disponibles et techniquement réalisables en usine.

2. SEGMENTATION DU MARCHÉ DES GRANDES INDUSTRIES

Le marché des grandes entreprises, dont la puissance appelée est de 5 MW et plus, regroupe 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/a en 2003.

Les cinq grands secteurs industriels ont été découpés en groupes de clients selon leurs activités industrielles. Les mesures et technologies d'économies d'électricité pourront ainsi 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.

TABEAU 1 Segmentation du marché des Grandes entreprises industrielles pour l'évaluation du potentiel technico-économique

Secteurs industriels Grandes industries	Activités industrielles	Nb. de clients	Consommation du secteur Année de référence 2003 (GWh/a)
Bois	Pâtes et papiers, scieries et panneaux de bois	58	19 629
Chimie et pétrochimie	Chimie-Pétrochimie	24	6 833
Fabrication	Manufacturier, aliments et pharmaceutique, autres	55	2 712
Métallurgie	Métallurgie	28	30 906
Mines	Mines et traitement du minéral, cimenteries et mines d'amiante	17	2 647
	Grand total	182	62 727

La segmentation du marché en activités industrielles permet de mieux cibler les mesures et les technologies d'économies d'électricité en fonction des spécificités des clients et assure une extrapolation plus cohérente des résultats de l'échantillonnage afin d'obtenir les résultats pour l'ensemble du marché.

3. MESURES ET TECHNOLOGIES D'ÉCONOMIES D'ÉLECTRICITÉ

Une recherche exhaustive des mesures et des technologies d'économies d'électricité touchant les activités industrielles identifiées au tableau 1 de la page précédente a été réalisée.

Des listes de mesures et de technologies d'économies d'électricité ont été établies :

- Une liste de mesures génériques visant toutes les activités industrielles des grands clients industriels et touchant les systèmes auxiliaires du procédé en pompage, compression d'air, réfrigération, ventilation, éclairage et chauffage.
- Plusieurs listes, une par activité industrielle, comportant des mesures et des technologies spécifiques à chacune des activités visées.

Ces mesures ont par la suite été validées par des experts dans le but de les compléter et d'identifier les plus pertinentes pour les fins de l'évaluation.

Les listes détaillées des mesures et des technologies d'économies d'électricité peuvent être consultées en annexe à ce document.

3.1. Identification des mesures et des technologies d'économies d'électricité

Les moyens suivants ont été utilisés pour identifier les mesures et les technologies d'économies d'électricité :

- 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 le Distributeur. Ces mesures peuvent être consultées sur le site Internet d'Hydro-Québec¹
- Les guides d'efficacité énergétique spécifiques à des secteurs industriels disponibles à l'Office de l'efficacité énergétique, chez Paprican et à l'Office of industrial technologies (DOE)
- La banque de données de l'Industrial Assessment Center (IAC) comportant plus de 80 000 recommandations de mesures d'efficacité énergétique et d'amélioration de la productivité touchant 12 000 évaluations industrielles réalisées aux États-Unis
- Les études antérieures réalisées sur le potentiel technico-économique de la grande industrie
- Les mesures d'économies d'électricité des projets d'initiatives déjà déposés par les clients dans le programme PIIGE du Distributeur
- Les cartes routières technologiques touchant les activités industrielles visées ; ces documents permettent de détecter des technologies émergentes pour un horizon jusqu'à 10 ans
- Les recommandations des experts, chercheurs, consultants et équipementiers ayant participé à nos comités et rencontres techniques

Les références pertinentes accompagnent les listes des mesures d'économies d'électricité. Les documents en référence aux mesures d'économies d'électricité choisies ou consultées sont présentés à la rubrique « Références » à la fin de ce document.

3.2. Validation des mesures et des technologies d'économies d'électricité

Les mesures et les technologies d'économies d'électricité relevées ont été validées par des experts en efficacité énergétique, des ingénieurs-conseils, des équipementiers et des chercheurs. Des comités techniques et des rencontres ont été tenus à cet effet :

- Trois comités techniques portant sur les pâtes et papiers, la métallurgie et les mines

¹ http://www.hydroquebec.com/affaires/appui_pmi/index.html

- Sept rencontres techniques avec des consultants et équipementiers en pompage, en ventilation, en réfrigération, en compression, en gestion de l'énergie et en contrôle intégré et finalement, en automatisation et en entraînement à fréquence variable (EFV)

La liste des participants aux comités et aux rencontres techniques est présentée à la rubrique remerciements en début de ce document.

Les mesures et les technologies d'économies d'électricité ont donc été soumises à une validation par les comités techniques et lors des rencontres techniques à l'aide des critères suivants :

- Les mesures et les technologies sont disponibles : Elles sont commercialisées ou vont l'être dans un horizon de 3 à 5 ans et des implantations ou des tests pilotes ont été réalisées au Québec ou ailleurs.
- Les mesures et les technologies sont pertinentes par rapport aux activités industrielles visées : Elles sont applicables dans les activités industrielles et les usines visées.

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

Cent dix-neuf (119) mesures et technologies d'économies d'électricité ont été retenues à la suite de la validation réalisée par les comités et les rencontres techniques :

- 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'économies d'électricité retenues pour l'évaluation du potentiel technique. Ces mesures sont décrites en détail à l'annexe de ce document.

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 sondées	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-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	22

4. 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 du potentiel technique a été réalisée à l'aide d'un questionnaire transmis avec le concours des délégués du Distributeur 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'économies d'électricité proposées pour ses systèmes auxiliaires et ses procédés
- Faisabilité technique en regard à son environnement dans le cas où la mesure est pertinente
- Unités de production et/ou puissance visée 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 technologies à évaluer
- Suggestions d'autres mesures et technologies d'économies d'électricité non abordées dans le questionnaire et qui pourraient être applicables

4.1. Participation des clients

L'évaluation a été complétée par 47 % des clients grandes industries dont les consommations représentent 54 % de la consommation totale des grandes industries.

TABLEAU 3 Participation des clients au sondage 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/a)	% 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%

4.2. Compilation des résultats

Les données relatives au potentiel technique ont été compilées de la façon suivante :

- Les économies d'électricité proposées par les clients ont été validées à l'aide des données de puissance ou des unités de production soumises et des pourcentages définis pour chacune des mesures. Dans les cas où les économies d'électricité étaient problématiques, une vérification était effectuée avec le client et, le cas échéant, des correctifs étaient apportés
- 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 pour cette activité industrielle

en fonction de la consommation des répondants par rapport à la consommation des clients de cette activité industrielle

Le potentiel technique est présenté à la section 4.3 qui suit.

4.3. Potentiel technique pour la période 2005 à 2014

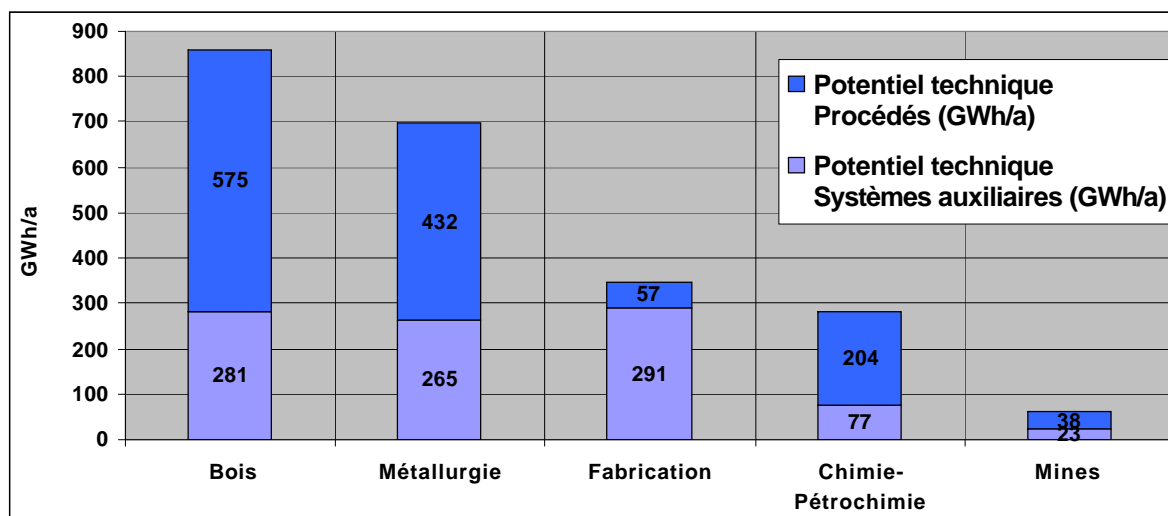
Le potentiel technique des grandes industries s'établit à 2,242 TWh/a sur un horizon de 10 ans (2005 à 2014). Les résultats obtenus sont présentés à l'aide du tableau 4 suivant.

TABLEAU 4 Potentiel technique en fonction des 5 secteurs industriels des grandes industries

Secteurs industriels	Consommation du secteur (GWh/a)	Potentiel technique Systèmes (GWh/a)	Potentiel technique Procédés (GWh/a)	Potentiel technique Total (GWh/a)	% ÉÉ
Bois	19 629	281	575	856	4,4%
Chimie-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 au plan électrique présentent un potentiel technique relatif à la consommation plus grand. C'est le cas du secteur Fabrication. En effet, la consommation électrique n'est pas une dépense importante par rapport aux autres postes budgétaires et par conséquent, l'économie d'électricité n'est pas la première 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 en Fabrication, présente une faisabilité technique plus grande.

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

Le potentiel technique est sensiblement de la même grandeur que celui évalué en 2002. Nous croyons qu'il n'y a pas de technologie qui ont démontré depuis 3 ans une percée significative en efficacité énergétique pour l'amélioration des procédés actuels

4.4. 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 se divise en 937 GWh/a pour les systèmes et 1 305 GWh/a 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 5 Potentiel technique par usage

Usage / secteurs industriels	Bois GWh/a	Chimie - pétrochimie GWh/a	Fabrication GWh/a	Métallurgie GWh/a	Mines GWh/a	Total GWh/a
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
Grand total	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.

4.5. Portée et limites de l'évaluation

L'évaluation du potentiel technique a examiné les occasions 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, ces mesures et technologies ne sont pas abordées parce que tributaires des décisions stratégiques des entreprises.

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

Les mesures d'économies d'électricité dites « douces », c'est-à-dire ne nécessitant pas d'investissement ou celles qui doivent être assumées dans le cadre d'un entretien normal des équipements, sont exclues du potentiel technique. Des mesures telles que le colmatage des fuites d'air comprimé, le remplacement de courroies en V par des courroies synchronisées sont considérées comme des mesures douces et ne sont pas prises en compte par le potentiel technique.

4.6. Validité des résultats

Nous considérons que le niveau de validité des résultats du potentiel technique d'économies d'électricité est élevé pour les raisons suivantes :

- La bonne sélection des mesures et des technologies à évaluer réalisées avec le concours d'experts ayant des expériences variées dans le milieu industriel, de la consultation ou de la recherche
- Le taux élevé de réponses : près de 50 % des clients représentant près de 55 % de la consommation du marché ont complété le questionnaire
- La compétence des répondants, ingénieurs et techniciens ayant des connaissances adéquates de l'efficacité énergétique, souvent constitués en équipe pour répondre à tous les aspects du questionnaire
- La qualité des réponses et la justesse des calculs d'économies d'électricité soumis. Très peu de calculs ont été relevés comme non valides

5. 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 rentable lorsque le coût unitaire de l'énergie économisée est inférieur au coût évité du Distributeur.

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

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

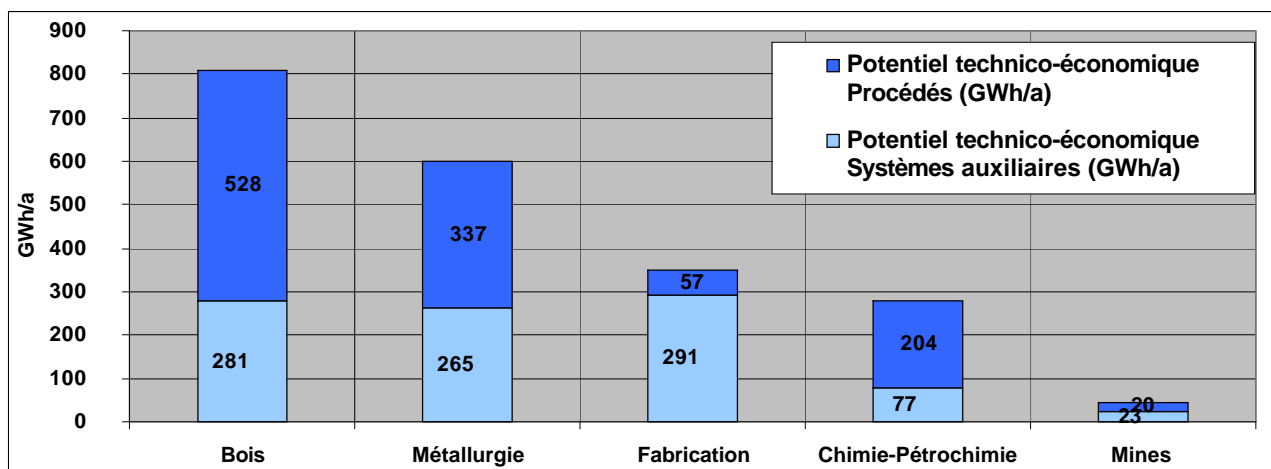
Le potentiel technico-économique s'établit à 2,084 TWh/a dont 937 GWh/a pour les systèmes auxiliaires et 1 147 GWh/a pour les procédés. La ventilation du potentiel technico-économique est présentée à l'aide des tableaux et graphiques suivants.

TABLEAU 6 Potentiel technico-économique

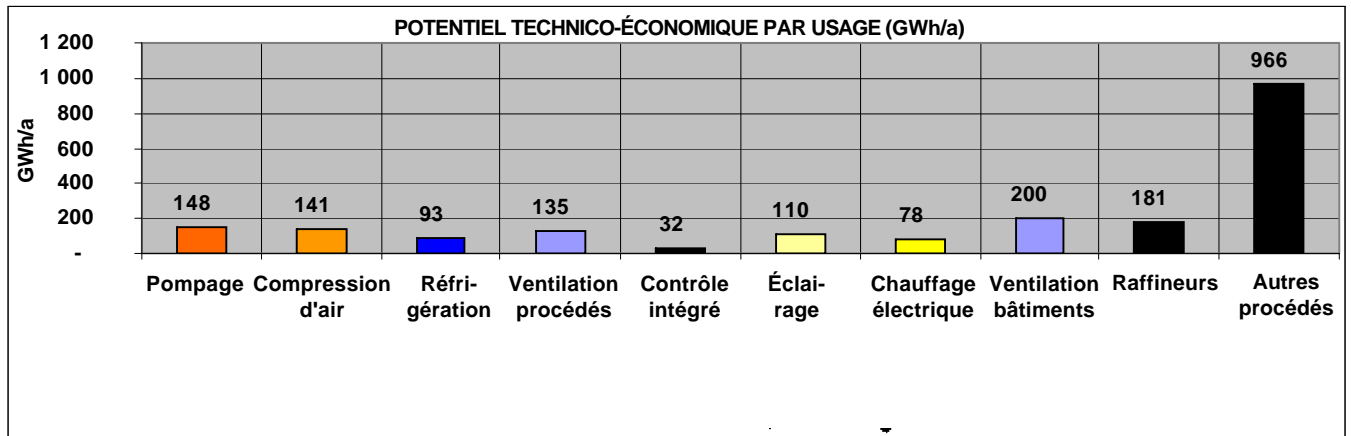
Secteurs industriels	Consommation du secteur (GWh/a)	Potentiel technique Systèmes (GWh/a)	Potentiel technique Procédés (GWh/a)	Potentiel technique Total (GWh/a)	Potentiel technico-économique Systèmes (GWh/a)	Potentiel technico-économique Procédés (GWh/a)	Potentiel technico-économique Total (GWh/a)	% ÉÉ PTE / consommation du secteur
Bois	19 629	281	575	857	281	528	810	4,1%
Chimie-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	696	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.

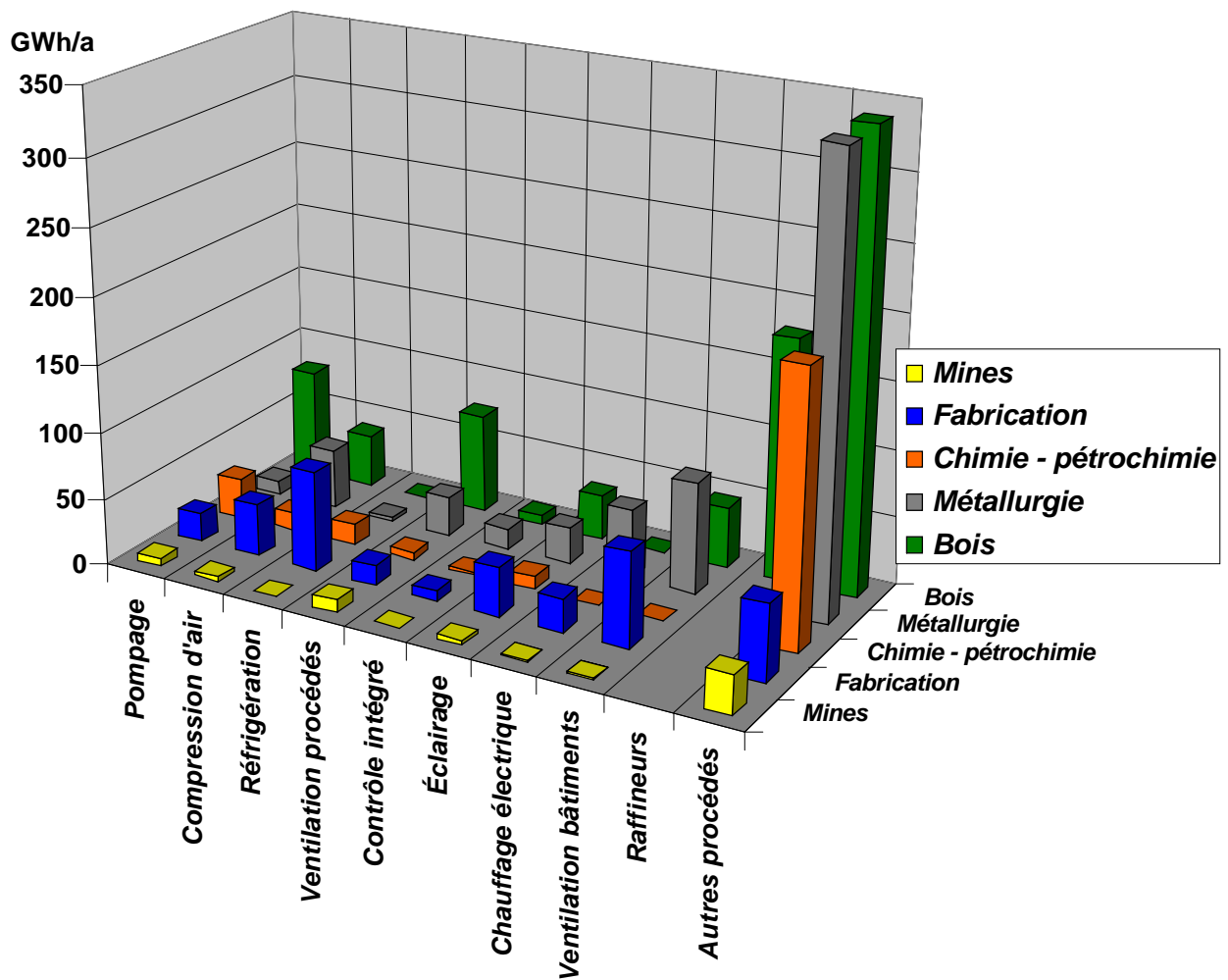
GRAPHIQUE 2 Distribution du potentiel technico-économique par secteur industriel



GRAPHIQUE 3 Distribution du potentiel technico-économique par usage



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



5.1. 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'économies d'électricité présentée en annexe à ce document
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 les frais de fonctionnement. Les frais de fonctionnement sont calculés sur la base des coûts marginaux de fonctionnement pour une période de 10 à 20 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 10 ans
 - 7,42 ¢ le kWh annuité constante, sur la base d'une durée de vie des mesures et des technologies de 15 ans
 - 7,69 ¢ le kWh annuité constante, sur la base d'une durée de vie des mesures et des technologies de 20 ans

5.2. Test des coûts évités

Le potentiel technico-économique est évalué à 2 084 GWh/a pour les technologies dont le coût unitaire est inférieur au coût évité. Le tableau « Mesures et technologies d'économies d'électricité » en annexe, 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'économies d'électricité soumises au test présentent des coûts unitaires inférieurs aux coûts évités. Les mesures qui ne satisfont pas le test représentent 158 GWh/a seulement.

5.3. Tests de sensibilité

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

TABLEAU 7 Résultats des tests de sensibilité

% de variation des coûts évités	Écarts inférieurs		Coûts évités	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/a)	2 012	2 072	2 084	2 138	2 162

5.4. Analyse des résultats

Le potentiel technico-économique évalué en 2002 s'élevait à 1 140 GWh/a à des coûts évités de 3,17 ¢ le kWh sur la base d'une période de 10 ans.

La différence entre le potentiel technico-économique actuel, à 2 084 GWh/a, et le potentiel réalisé en 2002 s'explique en bonne partie par l'augmentation des coûts évités qui sont passés de 3,17 ¢ en 2002 à 7,10 ¢ le kWh en 2005, toujours sur la base de 10 ans.

La différence tient également à une évaluation d'un plus grand nombre de mesures et de technologies d'économies d'électricité particulièrement pour d'autres secteurs industriels que le bois.

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

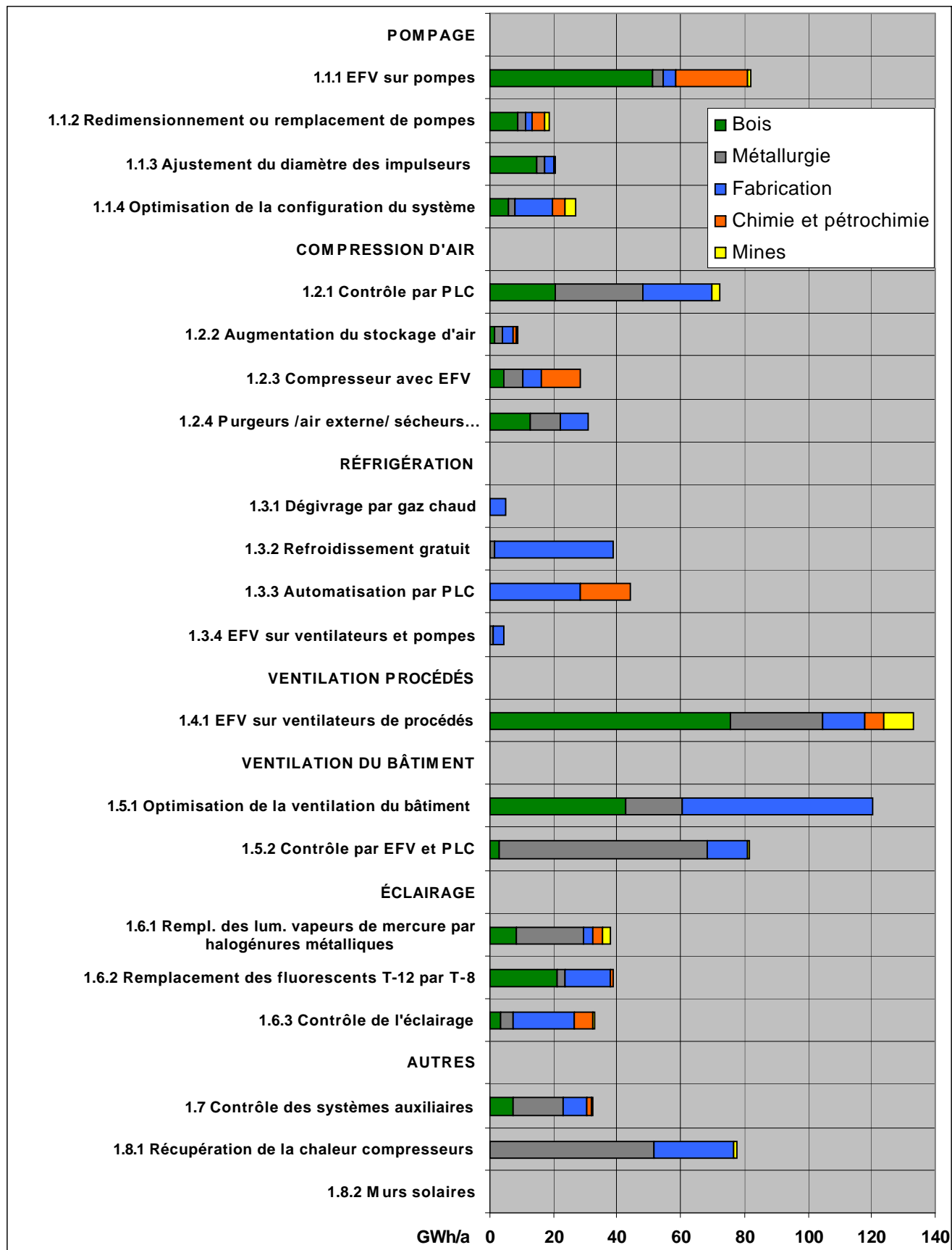
5.5. Résultats détaillés du potentiel technico-économique

Les tableaux des pages suivantes présentent la ventilation du potentiel technico-économique par usage pour les systèmes et pour les procédés en fonction des 5 secteurs industriels des grandes entreprises.

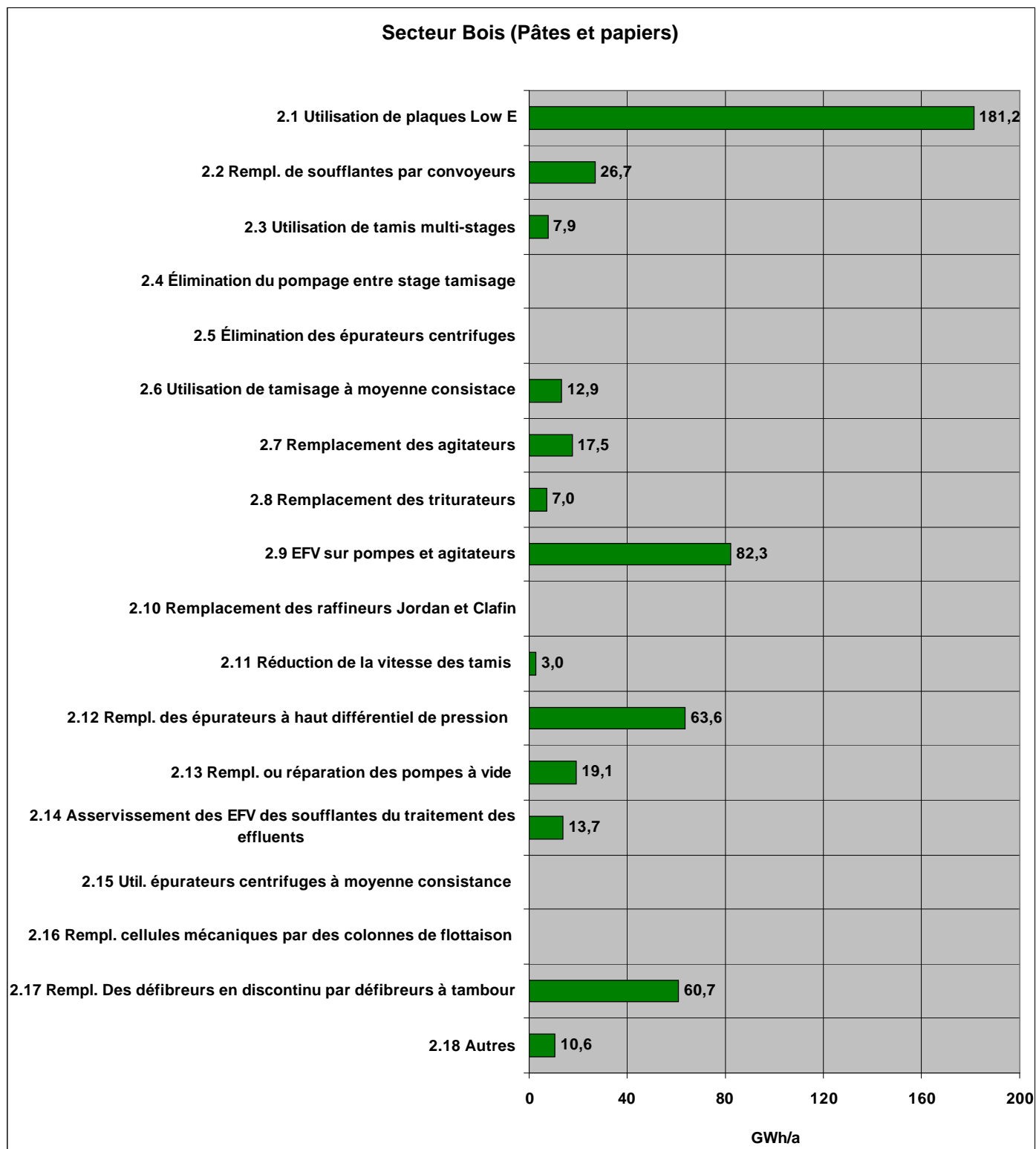
Les descriptions des mesures et des technologies d'économies d'électricité sont présentées en annexe au document.

Lors du sondage, les clients étaient invités à proposer de nouvelles mesures ou de nouvelles technologies d'économies d'électricité. Les mesures et les technologies d'économies d'électricité pour les procédés proposés par les clients 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 présentées en annexe. Ces mesures sont identifiées « Autres » dans les graphiques présentés dans les pages qui suivent.

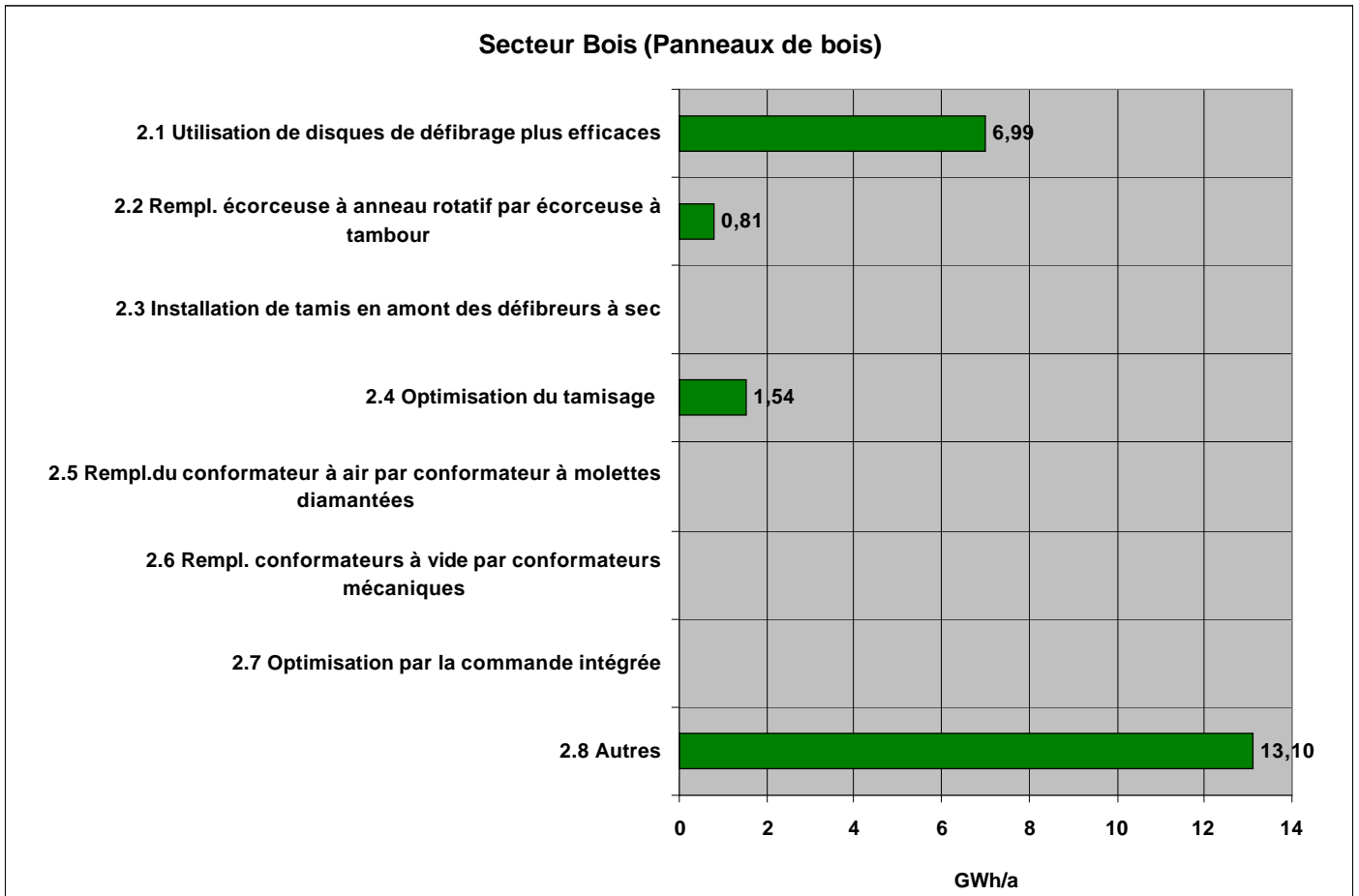
GRAPHIQUE 5 Potentiel technico-économique pour les systèmes auxiliaires



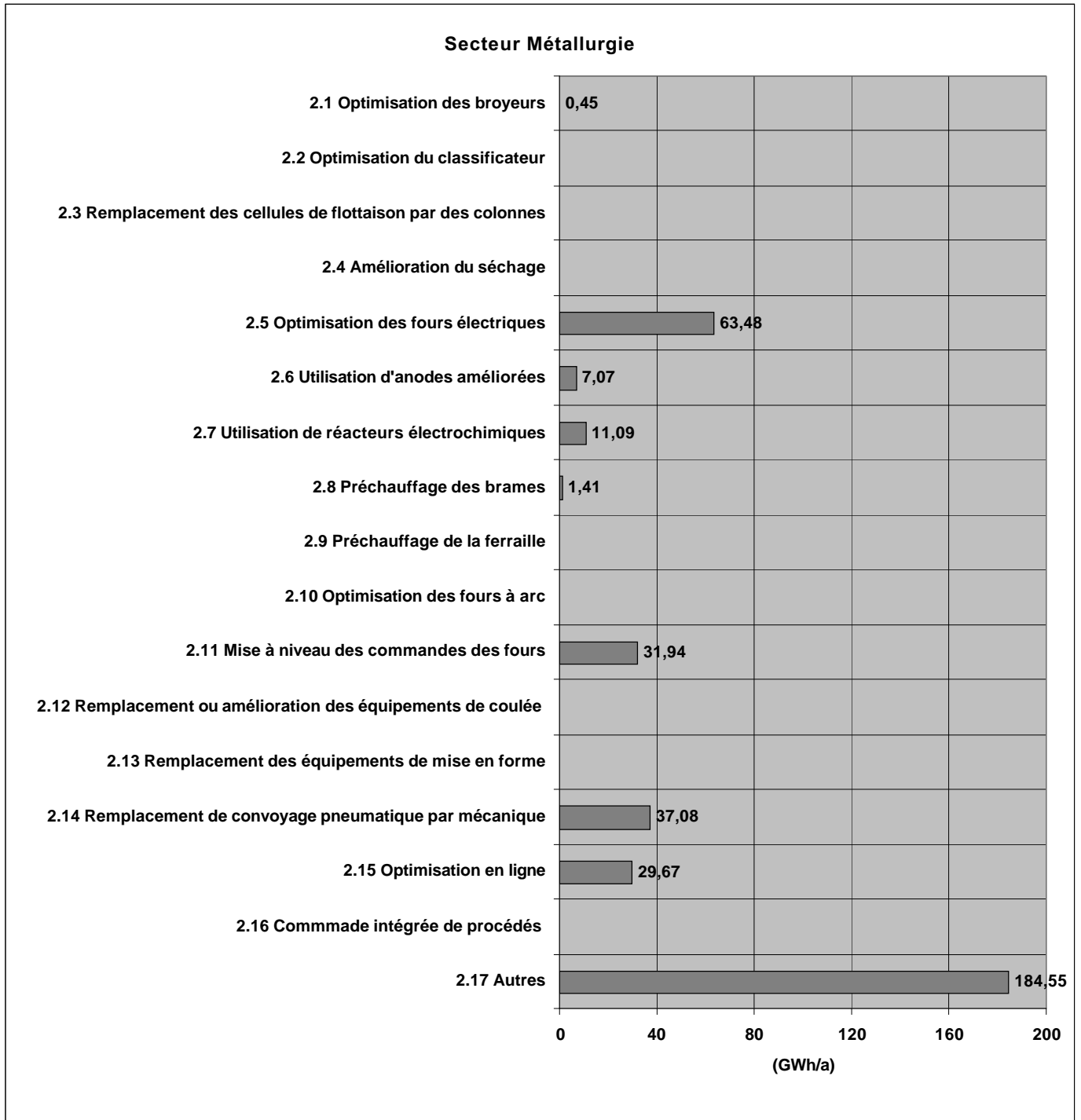
GRAPHIQUE 6 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur Bois, activités pâtes et papiers



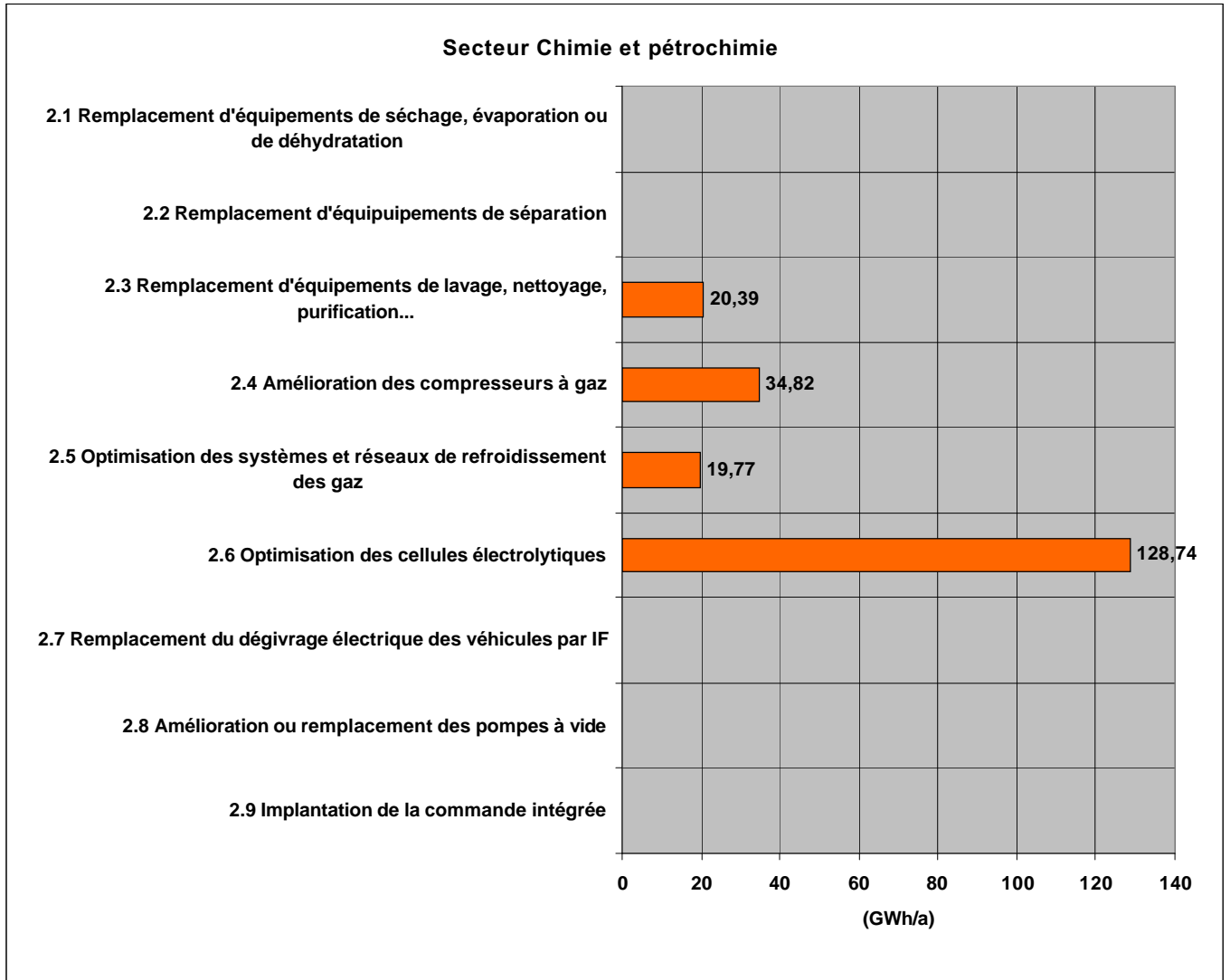
GRAPHIQUE 7 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur Bois, activités fabrication de panneaux de bois



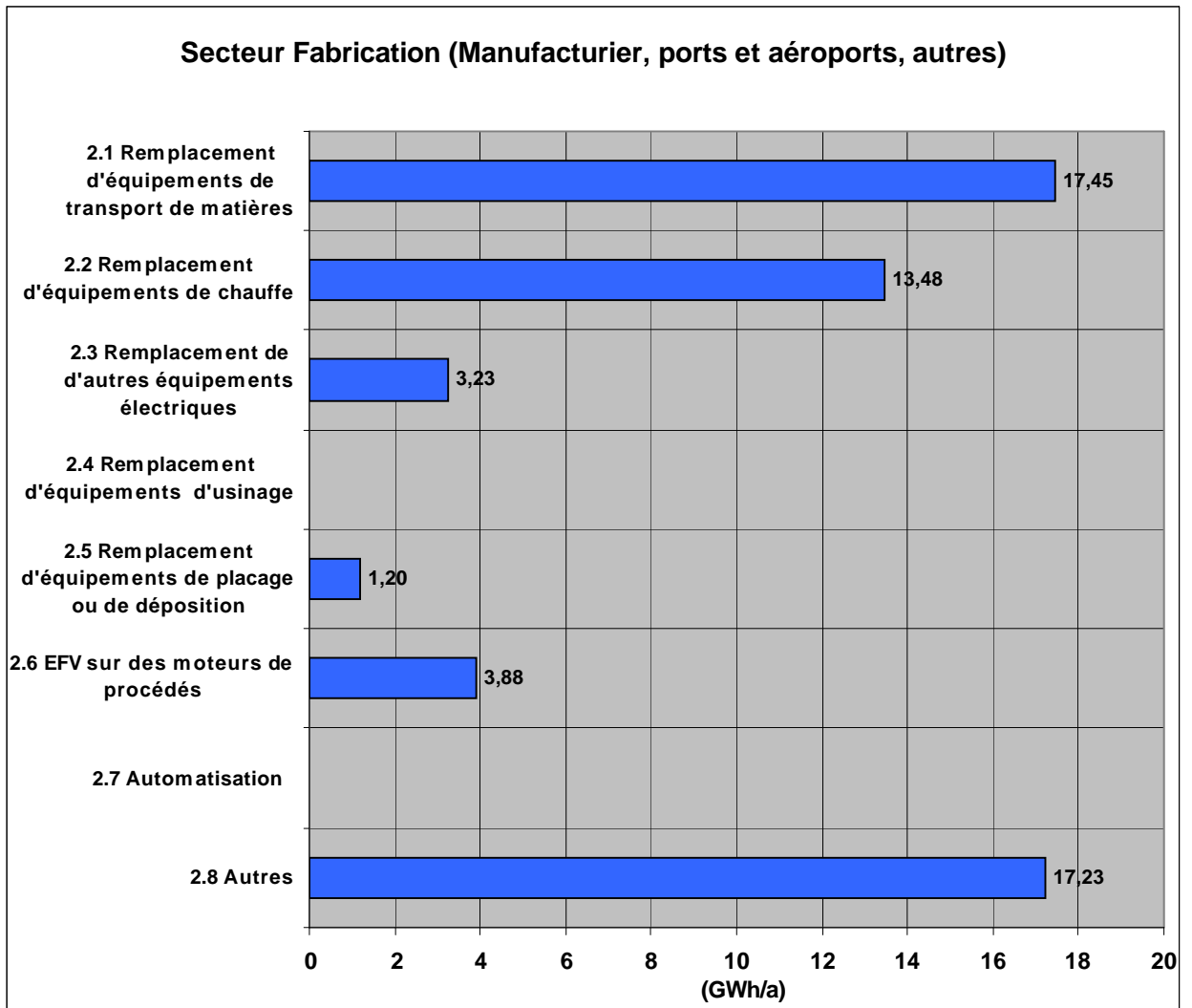
GRAPHIQUE 8 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur Métallurgie



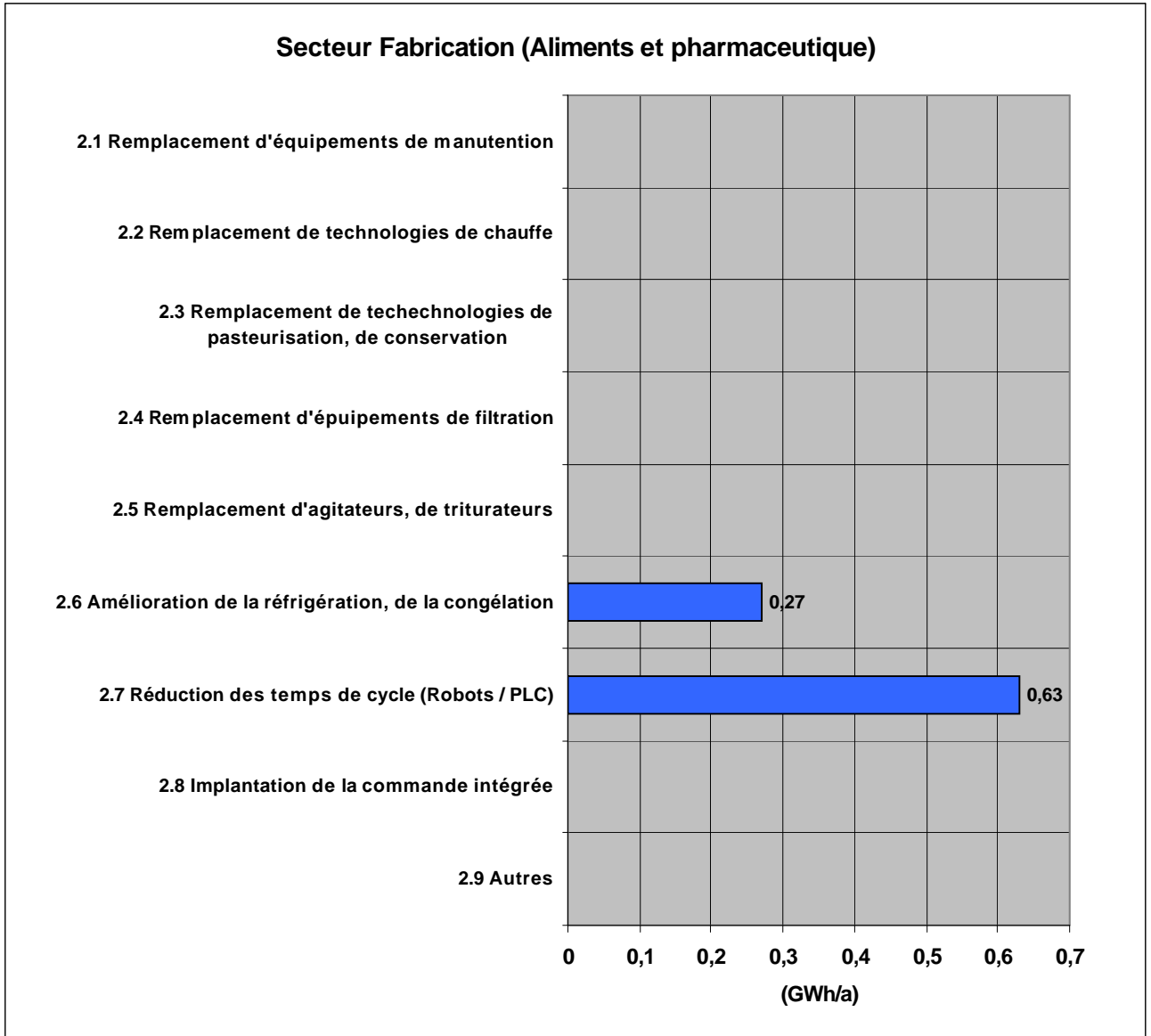
GRAPHIQUE 9 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur Chimie et pétrochimie



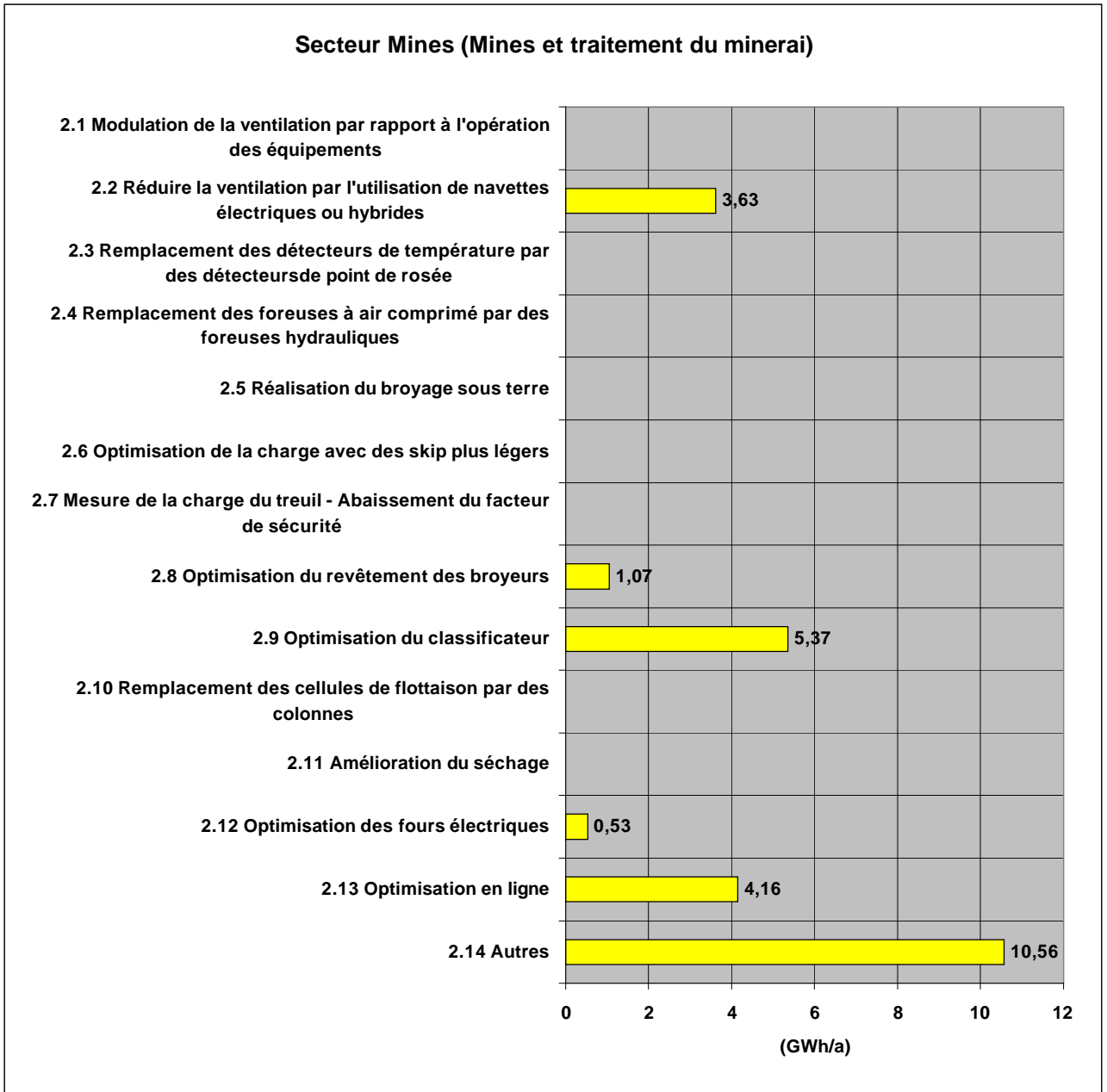
GRAPHIQUE 10 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur Fabrication, activités manufacturières, ports et aéroports et autres



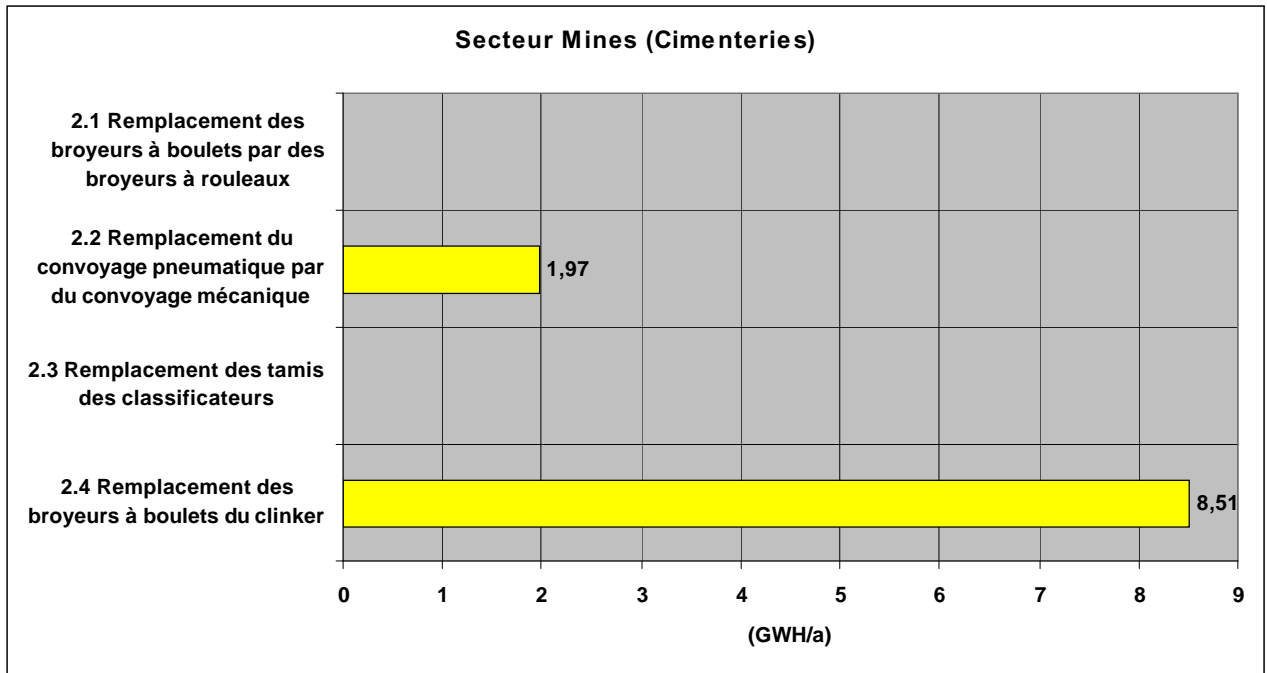
GRAPHIQUE 11 Potentiel technico-économique pour les procédés – Secteur Fabrication, activités aliments et pharmaceutiques



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



5.6. 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'économies d'électricité.

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

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

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 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 et 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

ANNEXE

LISTES DES MESURES ET DES TECHNOLOGIES D'ÉCONOMIES D'ÉLECTRICITÉ

- **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		Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)
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 comprimés 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 ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)
-------------------------------------	--	--	---------	------	---	--------------------	---	-----------------------------	--------------------------------------	---------------------------------------

SECTEURS 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			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)	
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/	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			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)	
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						-
SC3.4	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						-
SC	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	Manufac-turier	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	Manufac-turier	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	Manufac-turier	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	Manufac-turier	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	Manufac-turier	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	Manufac-turier	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)	Manufac-turier	7, 9,13, 17,22		Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage						-
IF2.8	Autres mesures proposées par les clients		Manufac-turier	7, 9,13, 17,22	4 308 020	10	3,30	17 232 078	7,10	17 232 078	

MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)
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 pharma-ceutique	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 pharma-ceutique	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 pharma-ceutique	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 pharma-ceutique	7, 9,13, 17,22		Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage					
AP2.5	Remplacement d'agitateurs, de tritrateurs ou autres équipements d'agitation ou de brassage par des équipement plus performants	Aliments et pharma-ceutique	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 pharma-ceutique	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 pharma-ceutique	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 pharma-ceutique	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					

MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)	
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	
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			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)	
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 minerai	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 minerai	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 minerai	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 minerai	2, 7, 14, 23, 24		Mesure non retenue par les clients ayant répondu au sondage						-

MESURES ET TECHNOLOGIES DE PROCÉDÉS			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)	
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			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)	
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 dessiccatifs 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			Réf.(*)	% ÉÉ	Coûts de l'ensemble des mesures (Dollars actuels)	Durée de vie (Ans)	Coût de la mesure annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technique (kWh/a)	Coût évité annuité constante (¢/kWh)	Potentiel technico-économique (kWh/a)
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					-
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