

# Fiche DIAGNOSTIC / ENJEUX

**Industrie**

**Participez  
à la transition  
énergétique!**

La Politique énergétique 2030 se veut le moteur de la transition énergétique au Québec, et le plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques permettra de passer à l'action. Celui-ci s'appliquera à l'ensemble du Québec et touchera aussi bien les ministères et organismes québécois que les distributeurs d'énergie, les entreprises, les municipalités et les citoyens. Bref, tous les producteurs, distributeurs et consommateurs d'énergie seront interpellés.

La première étape à franchir dans l'élaboration du plan directeur est de faire un état de la situation énergétique au Québec. Avec l'aide d'autres ministères et organismes et de partenaires, l'équipe de travail de Transition énergétique Québec a produit une série de fiches de diagnostic par secteur ou thématique.

Le délai imparti pour produire le plan directeur étant très court, ces fiches sont peut-être incomplètes. Celles-ci seront bonifiées à la lumière des commentaires recueillis en consultation et doivent donc être considérées comme évolutives pour la durée de la production du plan directeur.

Au final, ces fiches présenteront l'état de la consommation d'énergie, des émissions de GES, de l'utilisation des énergies renouvelables et de l'innovation au Québec. Certaines feront aussi une analyse comparative avec les autres provinces et certains pays. Finalement, elles formuleront des constats et détermineront les enjeux auxquels devra répondre le plan directeur.

#### AVIS

Si vous avez des informations complémentaires **factuelles** à ajouter, veuillez nous les envoyer par courriel, **avec la documentation à l'appui**, à l'adresse [consultation@teq.gouv.qc.ca](mailto:consultation@teq.gouv.qc.ca).



## 1. DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SECTEUR INDUSTRIEL

Le secteur industriel défini ici regroupe les entreprises de l'agriculture (SCIAN 111 et 112), de la foresterie (SCIAN 113), de l'extraction minière et de l'exploitation de carrières (SCIAN 212), de la construction (SCIAN 236 à 238) et de la fabrication manufacturière (SCIAN 311 à 339).

En 2016, le secteur industriel comptait quelque 53 612 établissements<sup>a</sup> pour une contribution au PIB du Québec de 73,8 G\$<sup>b</sup> :

- le secteur de la fabrication manufacturière comptait 13 180 établissements<sup>1</sup> dont 12 842 étaient des PME<sup>c,2</sup> pour un PIB de 44,6 G\$ en 2016<sup>3</sup>;
- le secteur de l'extraction minière et l'exploitation de carrières comptait 251 établissements dont 236 étaient des PME<sup>4</sup> pour un PIB de 4,6 G\$ en 2016<sup>5</sup>;
- le secteur de la production agricole regroupait environ 9 105 établissements en culture et en élevage dont les deux tiers sont des exploitations d'élevage<sup>6</sup>. Il s'agit d'un secteur comptant essentiellement des PME (9 098). Le PIB du secteur agricole s'élevait à 3,9 G\$ en 2016<sup>7</sup>;
- le secteur de la foresterie comptait 1 127 établissements dont la presque totalité, soit 1 123, sont des PME.<sup>8</sup> Le PIB du secteur atteignait 1,1 G\$ en 2016<sup>9</sup>;
- finalement, le secteur de la construction comptait 29 949 établissements<sup>10</sup>, dont 29 887 étaient des PME, pour un PIB de 19,8 G\$<sup>11</sup>.

Selon les précédentes données, 426 établissements de 200 employés et plus sont de grandes entreprises alors que 53 186 établissements sont des PME. Les 426 grands établissements constituent généralement de grands et moyens consommateurs d'électricité, de gaz naturel et d'hydrocarbures selon la segmentation de marché des distributeurs d'énergie.

Le profil énergétique des PME est fort différent de celui des grands établissements :

- Les PME, particulièrement les plus petits établissements, consacrent une part plus importante de leur consommation d'énergie au chauffage et à la climatisation, comparée aux moyens et grands établissements où domine la part de l'énergie consacrée aux procédés<sup>12</sup>.
- Les grandes et moyennes entreprises utilisent une plus grande proportion de gaz naturel dans leur bilan énergétique que les petits établissements où l'électricité présente une plus grande proportion.
- Les PME des sous-secteurs des aliments, imprimeries, produits chimiques, plastiques et caoutchouc, produits métalliques, machines, matériel électrique, matériel de transport et meubles, consacrent une plus grande part de leurs coûts de fournitures à l'énergie, aux carburants et à l'eau que les grands établissements<sup>13</sup>. Les coûts plus élevés des classes tarifaires de l'énergie touchant les PME expliquent cette part plus grande des coûts de fourniture consacrés à ces intrants<sup>14</sup>.

Le tableau 1 présente la segmentation des établissements industriels selon les distributeurs d'énergie et le Règlement sur le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (**RSPEDÉ**), adopté en vertu de la Loi sur la qualité de l'environnement du Québec.

<sup>a</sup> Un établissement peut comprendre un ou plusieurs bâtiments.

<sup>b</sup> Il s'agit de PIB en dollars enchaînés (2007).

<sup>c</sup> Sont considérés comme des PME, les établissements de moins de 200 employés.



Participez  
à la transition  
énergétique!

Les grands émetteurs<sup>d</sup> visés par le RSPEDE sont à peu près tous de grands consommateurs selon la segmentation de marché d'Hydro-Québec (grands clients industriels) et Gaz Métro (clients VGE). Il s'agit surtout d'alumineries, de fonderies et d'aciéries, de complexes chimiques, de cimenteries, de raffineries de pétrole et de papeteries.

**TABLEAU 1 : Segmentation de marché des entreprises agricoles, minières et manufacturières**

Sources d'énergie	Grands consommateurs	Moyens consommateurs	Petits consommateurs
<b>Électricité</b>	176 établissements industriels et mines de plus de 5 MW de puissance appelée en 2010 (tarif L) <sup>15</sup> alimentés par le réseau d'Hydro-Québec	1 100 établissements industriels et mines d'une puissance appelée d'au moins 50 kW (tarif M)	9 000 établissements manufacturiers, mines et carrières (tarifs G et G9) <sup>e, 16</sup>  24 844 établissements agricoles (tarifs G et G9)  <i>Aucune donnée concernant les établissements des secteurs de la construction et forestiers. Ces secteurs sont considérés dans le secteur commercial par le distributeur.</i>
<b>Gaz naturel (2016)<sup>17</sup></b>	244 établissements industriels consommant 1 Mm <sup>3</sup> /an et plus	8 286 entreprises	
<b>Produits pétroliers</b>	150 établissements 83 grands émetteurs visés par le Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (RSPEDE) <sup>18</sup>	Environ 48 000 établissements  Pratiquement tous ces établissements utilisent des produits pétroliers tels que le mazout, le diesel, le kérosène, l'essence, le propane, le butane... Les usages sont variés : procédé, chauffage de l'eau et des espaces, véhicules de route et hors route et machinerie.	

Source : Selon les distributeurs d'énergie et le RSPEDE

<sup>d</sup> Les entreprises qui émettent 25 000 tonnes métriques d'équivalent CO<sub>2</sub> ou plus par année sont considérées comme de grands émetteurs. Au cours des deuxième et troisième périodes de conformité, soit de 2015 à 2017 et de 2018 à 2020, les distributeurs de carburants et de combustibles fossiles seront également assujettis.

<sup>e</sup> Plusieurs très petits établissements industriels se trouvent intégrés au marché commercial d'Hydro-Québec.



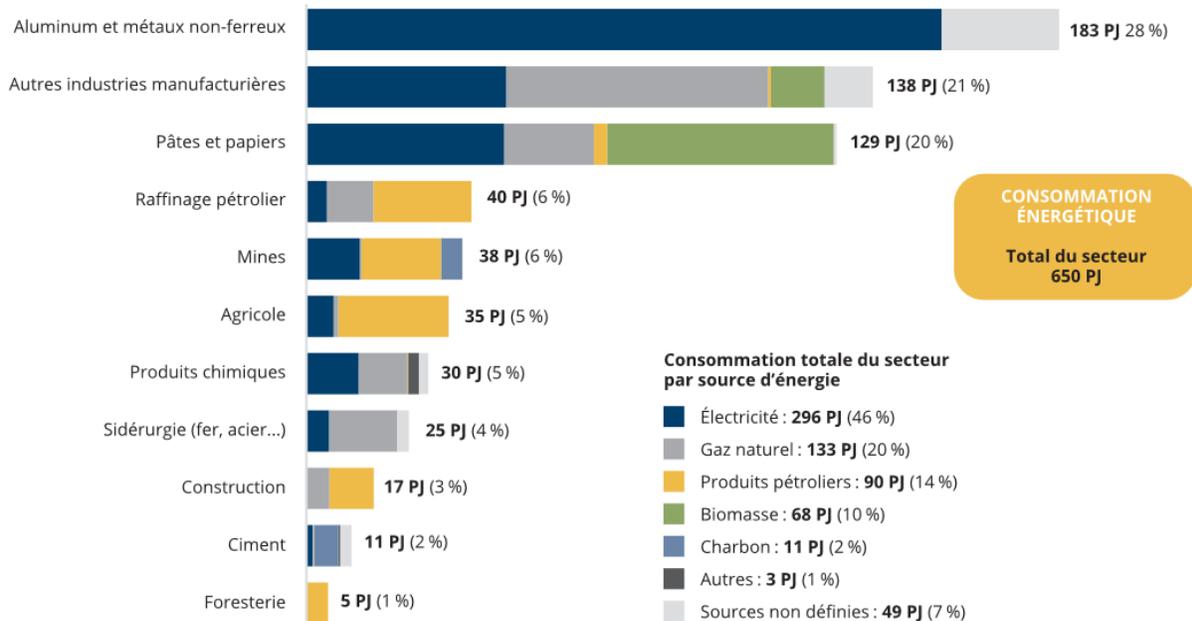
## 2. ÉTAT DE SITUATION

### 2.1. Portrait général de la consommation d'énergie

La Chaire de gestion du secteur de l'énergie des HEC Montréal, utilisant des d'informations inédites provenant des distributeurs et du Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIE<sup>f</sup>), a brossé le portrait le plus récent et le plus précis de la consommation énergétique en entreprise au Québec<sup>19</sup>.

Selon l'évaluation des HEC, la consommation énergétique du secteur industriel, toutes sources d'énergie confondues, s'élevait en 2013 à 650 PJ, soit 37 % de la consommation totale du Québec.

**GRAPHIQUE 1 : Consommation totale d'énergie par type d'activité dans le secteur industriel et selon la source d'énergie en 2013 (source : HEC)<sup>20</sup>**



Source : Graphique préparé par Whitmore et Pineau (2016) à partir de donnée de l'Office de l'efficacité énergétique (OEE), 2016. « Les unités de PJ à droite des barres représentent la consommation totale d'énergie pour un type d'activité donné; le pourcentage entre parenthèses correspond à la part de la consommation d'énergie d'un type d'activité par rapport à la consommation totale du secteur industriel. La catégorie « produits pétroliers » inclut le diesel, les mazouts légers et lourds, le kérosène, le gaz de distillation, le coke pétrolier, le gaz de pétrole liquéfié (GPL), les liquides de gaz naturel (LGN), le propane et l'essence à moteur (en agriculture seulement). La catégorie « autres » inclut la vapeur, les combustibles résiduels de l'industrie du ciment, le coke et le gaz des fours à coke. La base de données de l'OEE ne divulgue pas les données par source d'énergie de certains secteurs d'activité industriels pour des raisons de confidentialité. Toutefois, les données pour la consommation totale par secteur d'activité sont disponibles. Pour certaines données non divulguées, les auteurs ont fait des inférences à partir de données antérieures, mais celles-ci se sont avérées insuffisantes dans certains cas. La catégorie « sources non définies » correspond à la somme des sources d'énergie consommées n'ayant pu être définies dans un secteur d'activité. » Les autres industries manufacturières regroupent les activités des codes SCIAN 31 à 33 non explicitement présentées au graphique.

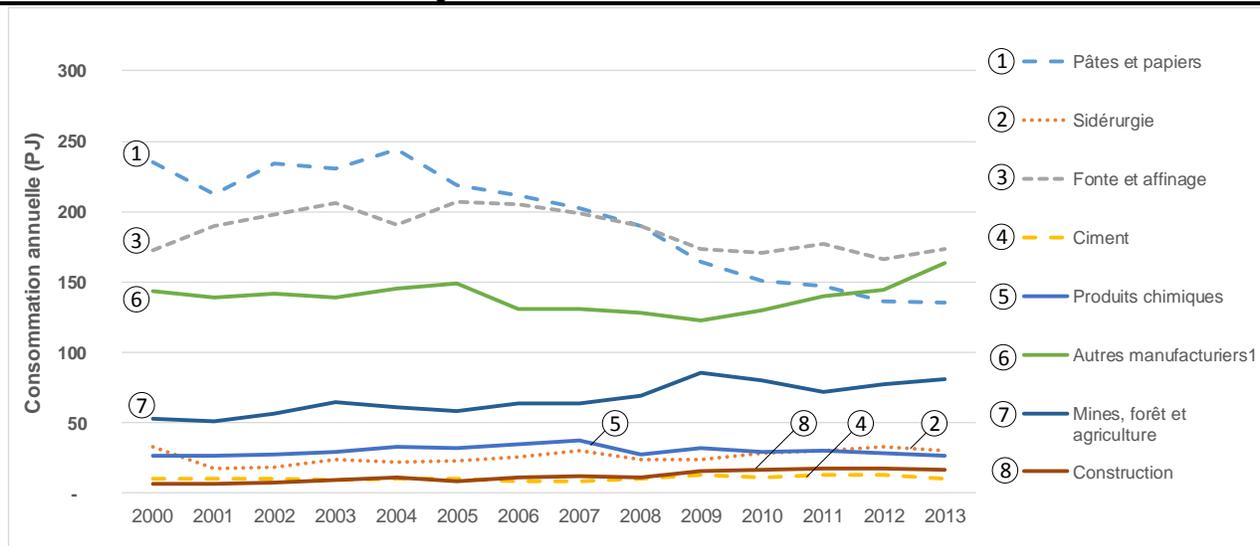
<sup>f</sup> Le BEIE est maintenant Transition énergétique Québec.



Comme le montre le graphique 2, depuis 2001, les sous-secteurs des pâtes et papiers, de la fonte et affinage et de la chimie ont connu des baisses de leur consommation, toutes formes d'énergie confondues, de 36 %, de 8 % et de 1 % respectivement.

Par contre, toujours depuis 2001, le sous-secteur du ciment a connu une croissance de 2 %, les autres industries manufacturières de 18 %, les mines, la foresterie et l'agriculture de 57 %, la sidérurgie de 73 % et finalement, 157 % pour la construction.

**GRAPHIQUE 2 : Consommation d'énergie de toutes les sources du secteur industriel de 2001 À 2013<sup>21</sup>**



<sup>1</sup> Autres manufacturiers incluent le raffinage pétrolier.

Source : Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN)

## Rejets thermiques

Au Québec, les rejets thermiques produits par de nombreux procédés industriels sont généralement considérés comme des déchets simplement relâchés dans l'environnement. Leur coût d'opportunité est donc nul, ce qui en fait une source d'énergie potentiellement très intéressante, surtout si cette source se révèle pérenne.

La France s'est dotée dès 1981 d'un important arsenal législatif<sup>9</sup> afin de rendre obligatoire la déclaration des rejets thermiques importants, de diffuser cette information à la collectivité et de donner accès gratuitement à ces rejets de chaleur pour en faire un levier de développement régional.

<sup>9</sup> Potentiel énergétique des rejets thermiques industriels au Québec, Innovagro consultants, avril 2011.



Potentiel au Québec

Selon des données de 2008<sup>h</sup>, le potentiel des rejets de chaleur des centrales thermiques de production d'électricité, additionnés à ceux du secteur industriel, est de 76 TWh par année. De plus, ces rejets thermiques sont relativement bien distribués dans les régions du Québec (voir tableau 2). À titre de comparaison, la production annuelle d'électricité prévue au terme des quatre aménagements de la Romaine n'est que de 8 TWh<sup>i</sup>.

**TABLEAU 2 : Potentiel énergétique des rejets thermiques industriels + production d'électricité, par région administrative**

Région	Effluents liquides chauds (GWh)	Gaz chauds T °C < 177 °C (GWh)	Gaz chauds T °C > 177 °C (GWh)	Total général	% régional par rapport au Québec
01 Bas-Saint-Laurent	253	1 756	346	2 354	3,1 %
02 Saguenay–Lac-Saint-Jean	2 100	5 175	1 668	8 943	11,8 %
03 Capitale Nationale	850	2 988	618	4 456	5,9 %
04 Mauricie	1 867	3 494	548	5 908	7,8 %
05 Estrie	536	2 646	486	3 668	4,8 %
06 Montréal	0	5 533	4 958	10 490	13,9 %
07 Outaouais	998	1 866	305	3 169	4,2 %
08 Abitibi-Témiscamingue	1 378	2 456	1 146	4 979	6,6 %
09 Côte-Nord	664	3 332	316	4 312	5,7 %
10 Nord-du-Québec	353	0	588	941	1,2 %
11 Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine	0	0	0	0	0,0 %
12 Chaudière-Appalaches	5	3 575	3 677	7 256	9,6 %
13 Laval	0	0	0	0	0,0 %
14 Lanaudière	79	808	284	1 170	1,5 %
15 Laurentides	17	354	85	456	0,6 %
16 Montérégie	445	3 682	1 521	5 648	7,5 %
17 Centre-du-Québec	9 587	2 013	304	11 903	15,7 %
<b>Total</b>	<b>19 131</b>	<b>39 678</b>	<b>16 849</b>	<b>75 653</b>	<b>100,0 %</b>

Note : Dans ce tableau, le potentiel énergétique correspond en fait à la valeur énergétique brute. L'énergie récupérable des rejets est plus faible puisque les techniques de récupération ont généralement une efficacité de 20 à 60 %.

Source : Potentiel énergétique des rejets thermiques industriels au Québec, Innovagro consultants, avril 2011

<sup>h</sup> Potentiel énergétique des rejets thermiques industriels au Québec, Innovagro consultants, avril 2011.

<sup>i</sup> [En ligne], [<http://www.hydroquebec.com/projets/romaine.html>].



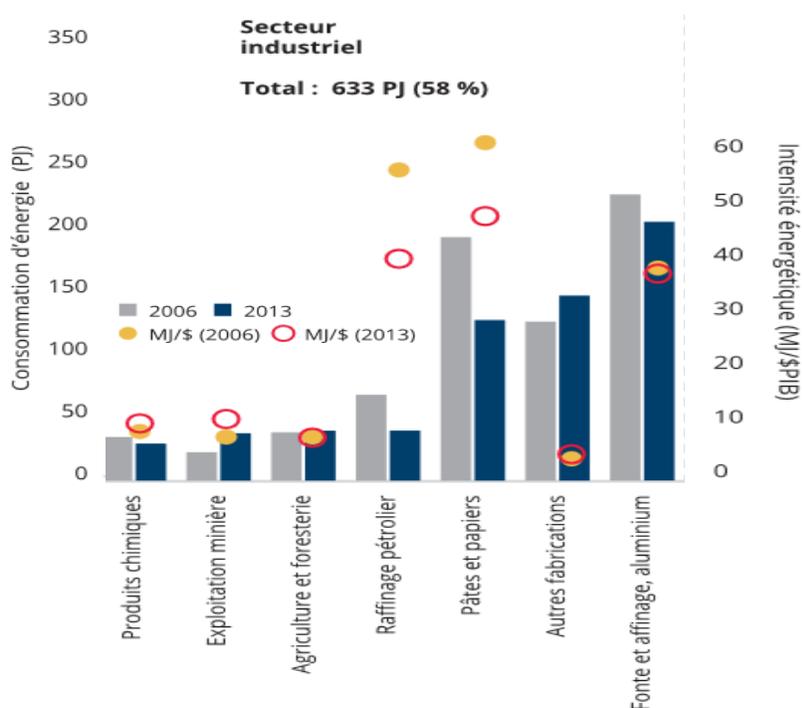
## 2.2. Intensité énergétique

L'intensité énergétique (note<sup>j</sup>) est généralement calculée en fonction du PIB du secteur ou en fonction de la valeur ajoutée manufacturière. Elle peut également être exprimée en termes de « productivité énergétique », un indicateur de plus en plus utilisé (note<sup>k</sup>).

L'intensité énergétique du secteur industriel varie considérablement d'un sous-secteur à l'autre comme le montre le graphique ci-contre.

Les activités de raffinage du pétrole, des pâtes et papiers et de la fonte, de l'affinage et de l'aluminium ont connu des baisses d'intensité donc, des améliorations de la productivité énergétique. L'amélioration est notable dans le cas des raffineries de pétrole et celui des pâtes et papiers. L'amélioration de la productivité énergétique est principalement le résultat de la fermeture de plus anciens établissements moins efficaces.

**GRAPHIQUE 3 : Comparaison de la consommation totale et de l'intensité énergétique par activité<sup>22</sup>**



Source : Whitmore et Pineau (2016)

<sup>j</sup> L'intensité énergétique représente la quantité d'énergie consommée sur la valeur produite (Énergie/Valeur produite). Pour le secteur industriel, la valeur produite est le PIB ou la valeur ajoutée manufacturière du secteur ou des sous-secteurs. Pour une usine, on utilise généralement la valeur ajoutée manufacturière ou celle des expéditions.

<sup>k</sup> La productivité énergétique (Valeur \$ PIB/Énergie) est une fonction inverse de l'intensité énergétique. Un accroissement de la productivité énergétique signifie une plus grande création de richesse avec moins d'énergie. À l'opposé, une augmentation de l'intensité énergétique indique moins de richesse produite avec plus d'énergie.



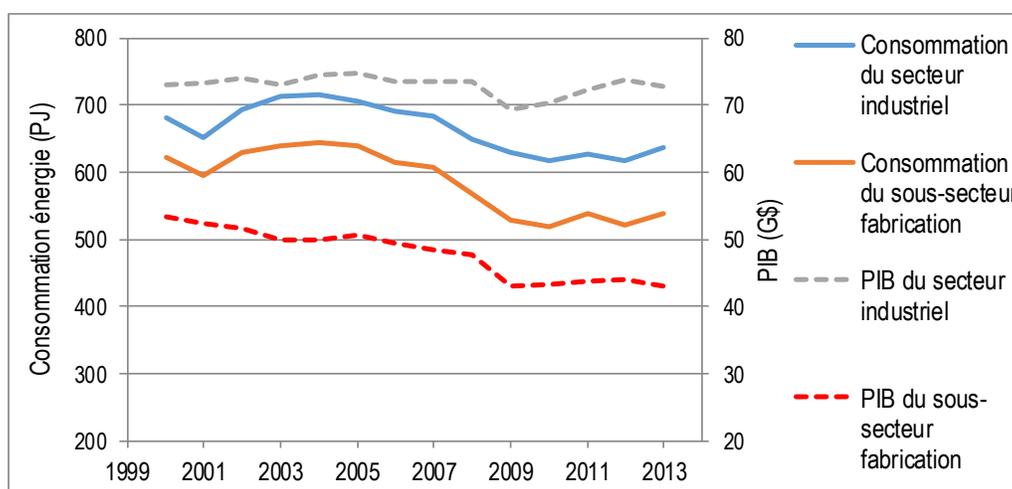
Par contre, les activités des produits chimiques, de l'exploitation minière et des autres fabrications ont connu des hausses d'intensité (MJ/\$ PIB) entre 2006 et 2013 (graphique 3).

Le graphique 4 qui suit présente la consommation du secteur industriel incluant les activités des sous-secteurs fabrication, mines, agriculture, foresterie et construction<sup>23</sup>.

Depuis 2004, après une hausse, la consommation a diminué tant pour le secteur industriel que pour celui du sous-secteur fabrication.

Le PIB du secteur industriel a très légèrement diminué de 0,4 G\$ entre 2000 et 2013<sup>24</sup> alors que celui de la fabrication a reculé de 10,2 G\$. Par contre, les augmentations du PIB du sous-secteur construction et de l'agriculture et de la foresterie pour la même période ont été respectivement de 8,1 G\$ et de 1,2 G\$.

**GRAPHIQUE 4 : Comparaison de l'évolution du PIB et de la consommation toutes formes d'énergie du secteur industriel et du sous-secteur fabrication (PIB en dollars canadiens enchaînés de 2007)**

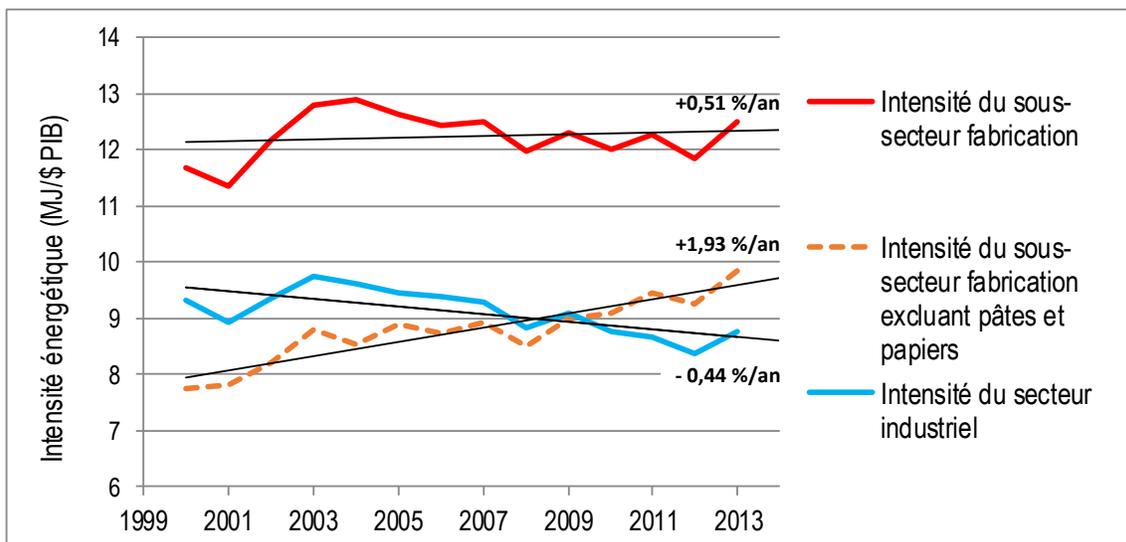


Source : MERN et Institut de la statistique du Québec (ISQ)

L'intensité énergétique du secteur industriel a diminué 0,44 % en moyenne par année depuis 2000 pour atteindre 8 744 GJ/\$ PIB en 2013, comme le montre le graphique suivant. Il s'agit globalement d'une faible amélioration de la productivité énergétique. À noter la baisse plus prononcée pour les années 2009-2010 résultant d'une récession économique.



GRAPHIQUE 5 : Comparaison de l'évolution de l'intensité énergétique du secteur industriel et du sous-secteur fabrication 2000-2013



Source : MERN et ISQ

Contrairement au secteur industriel qui a connu une légère diminution d'intensité énergétique, comme le démontre le graphique 5, l'intensité énergétique a augmenté annuellement en moyenne de :

- 0,51 % dans le sous-secteur fabrication passant de 11,678 MJ/\$ PIB en 2000 à 12,51 MJ/\$ PIB en 2013 et cela, malgré l'importance des économies d'énergie qui y ont été réalisées par les programmes d'efficacité énergétique;
- 1,93 % dans le sous-secteur fabrication, lorsqu'on y exclut l'activité des pâtes et papier, pour passer de 7,76 MJ/\$ PIB en 2000 à 9,86 MJ/\$ PIB en 2013. Cette hausse d'intensité énergétique est probablement occasionnée par le manque de flexibilité des usines à s'adapter à des baisses de production.

Les programmes d'économies d'énergie des distributeurs et du BEIE ont réalisé une moyenne annuelle de 4,34 PJ d'économies dans les sous-secteurs fabrication, mines et carrières, visés par les programmes présentés à l'annexe 1, soit 1,06 % des 406 PJ consommés. Par contre, cela n'a pas permis de réduire l'intensité énergétique du secteur fabrication.

#### Comparaison des taux de réduction de l'intensité énergétique des pays

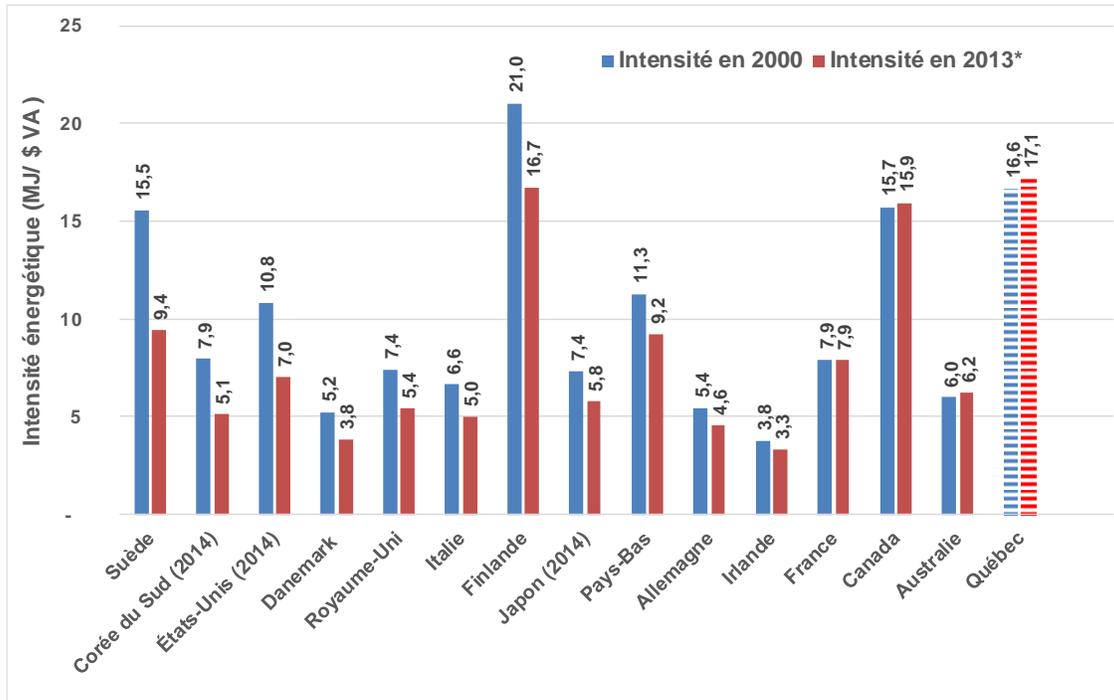
Le graphique suivant présente l'intensité énergétique (MJ/US\$ VA) du sous-secteur de la fabrication du Québec comparée à celle de 14 pays. Ces données sont tirées du rapport de l'International Energy Agency (IEA), *Energy Efficiency Indicators – Highlights 2016*<sup>25</sup>. Les valeurs ajoutées manufacturières VA utilisées sont en dollars américains 2005 en parité de pouvoir d'achat. Pour des fins de comparaison, les données pour le Québec ont été converties (note!).

<sup>1</sup> Les données du Québec sont les valeurs ajoutées manufacturières en dollars américains de 2005 en parité de pouvoir d'achat déterminé approximativement pour des fins de comparaison en prenant 24,9% à la valeur ajoutée manufacturière canadienne en 2000 et 24,6 % en 2013 de IEA, *Energy Efficiency Indicators – Highlights 2016*.



À noter, toutefois, que la structure industrielle n'est pas la même pour l'ensemble des pays. Ainsi, l'exploitation des ressources naturelles et les activités de première transformation, très présentes au Québec, ont généralement une intensité énergétique élevée, alors que les activités de deuxième et troisième transformation ont une intensité beaucoup moins élevée.

**GRAPHIQUE 6 : Comparaison de l'intensité énergétique du sous-secteur fabrication du Québec et des états**



\* Note : L'intensité énergétique est celle de 2014 pour la Corée du Sud, les États-Unis et le Japon.

Source : International Energy Agency (IEA)



TABLEAU 3 : Valeur ajoutée manufacturière du sous-secteur fabrication du Québec 2000 et 2013 comparée aux états

Valeur ajoutée manufacturière US\$ (2005) en parité de pouvoir d'achat	VA 2000	VA 2013	Variation
Suède	38,0	50,0	31,6 %
Corée du Sud (2014)	230,0	513,0	123,0 %
États-Unis (2014)	1 316,0	1 490,0	13,2 %
Danemark	21,0	21,0	0,0 %
Royaume-Uni	205,0	201,0	-2,0 %
Italie	251,0	225,0	-10,4 %
Finlande	24,0	26,0	8,3 %
Japon (2014)	674,0	797,0	18,2 %
Pays-Bas	60,0	65,0	8,3 %
Allemagne	459,0	568,0	23,7 %
Irlande	26,0	26,0	0,0 %
France	182,0	183,0	0,5 %
Canada	150,0	128,0	-14,7 %
Australie	173,0	174,0	0,6 %
<b>Québec</b>	<b>37,4</b>	<b>31,5</b>	<b>-15,7 %</b>

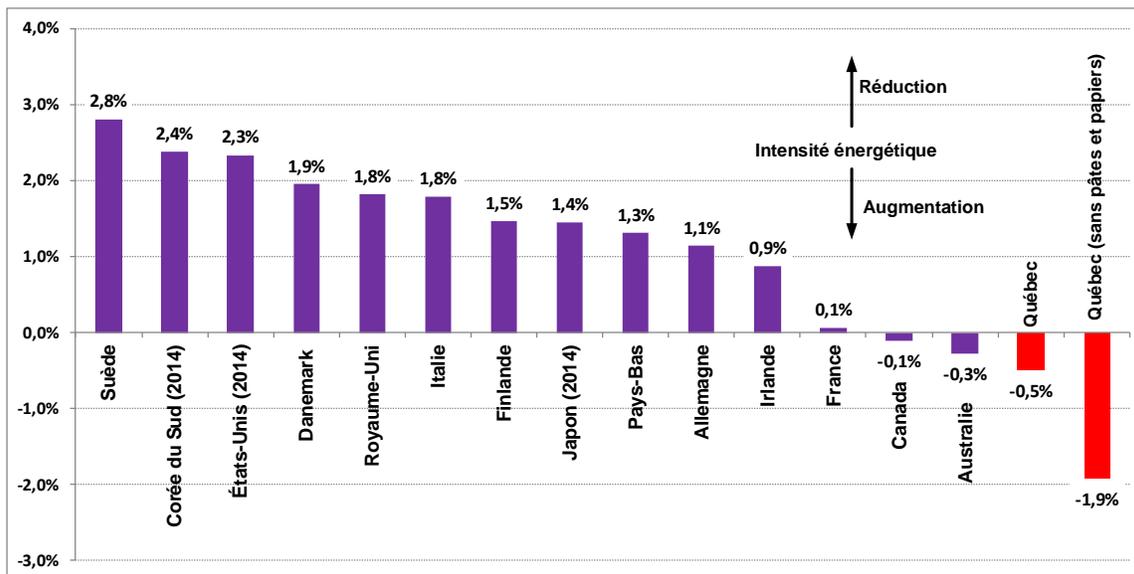
Note : VA 2014 pour la Corée du Sud, les États-Unis et le Japon.

Source : IEA

Le graphique qui suit présente une comparaison des taux annuels de réduction de l'intensité énergétique du sous-secteur fabrication de 2000 à 2013. Sur les 14 pays, 12 présentent un taux annuel moyen de réduction de l'intensité énergétique variant de 0,1 % pour la France, à 2,8 % pour la Suède.



GRAPHIQUE 7 : Comparaison des taux annuels moyens de réduction de l'intensité énergétique de la fabrication manufacturière – de 2000 à 2013 (note<sup>m</sup>)



Note : Le taux annuel de la Corée du Sud, des États-Unis et du Japon est calculé pour la période 2000 à 2014.

Source : IEA

Le sous-secteur fabrication du Québec affiche une croissance annuelle moyenne de l'intensité énergétique de 0,5 % et de 1,9 % lorsqu'on y exclut l'activité pâtes et papiers. Il s'agit d'une performance inquiétante comparée aux autres pays présentés, principalement avec les États-Unis, dont la réduction annuelle moyenne de l'intensité énergétique atteint 2,3 %, le plus important partenaire commercial du Québec avec lequel il doit être compétitif.

Comme le Québec, la Finlande et la Suède, dont les sous-secteurs de fabrication sont à haute intensité énergétique, ont subi depuis 2000 un nombre important de fermetures d'usines de pâtes et papiers. Toutefois, contrairement au Québec, leurs autres sous-secteurs de fabrication ont connu une hausse notable de leur valeur ajoutée manufacturière (tableau 3) et une réduction notable de leur intensité énergétique alors que le Québec a connu une décroissance importante de sa valeur ajoutée manufacturière et de son PIB.

La réduction de l'intensité énergétique réalisée par plusieurs pays, présentée plus haut au graphique 7, est le résultat de politiques et de programmes nationaux d'efficacité énergétique et d'amélioration de la productivité énergétique. Trois principales stratégies sont utilisées par les pays :

1. Des programmes volontaires, sans mesure contraignante, mais dotés de soutien technique, d'outils pour implanter la gestion de l'énergie et améliorer l'efficacité et la productivité énergétiques, de moyens de formation et de programmes de reconnaissance. Cette approche est celle utilisée en Irlande et aux États-Unis par le DOE (Department of Energy), cette dernière approche est présentée plus loin.

<sup>m</sup> Les données du Québec sont basées ici sur un PIB en dollars canadiens enchaînés de 2007, alors que celles des autres pays sont en valeur ajoutée en dollars américains de 2005 en parité de pouvoir d'achat. Cette différence n'a pas d'incidence significative sur la tendance.



2. Des programmes d'accord volontaire comportant des mesures contraignantes. La plupart des programmes européens, dont ceux de la Suède, du Danemark, de l'Italie et de la Finlande, sont de cette nature. Les entreprises peuvent éviter la taxe sur l'énergie en implantant un programme de gestion de l'énergie, en acceptant des audits externes périodiques et en implantant des mesures d'efficacité énergétique recommandées selon des critères de rentabilité économique. Pour l'Union européenne, le règlement EED (*Energy Efficiency Directive 2012/27/EU*) prescrit les exigences pour les entreprises et oblige des économies annuelles d'énergie de 1,5 %<sup>26</sup>. Des directives similaires ont été élaborées par les pays scandinaves.
3. Des programmes contraignants obligeant les entreprises à réaliser des économies d'énergie. Au Japon, la loi *Act on the Rational Use of Energy* oblige les industries à mettre en place un système de gestion de l'énergie, à préparer et à mettre en œuvre un plan d'amélioration énergétique comportant l'identification des mesures d'efficacité énergétique et à générer des économies d'énergie de 1 % de leur consommation annuellement. Quelque 90 % de la consommation industrielle du Japon est visée par cette loi<sup>27, 28</sup>.

Cette réduction de l'intensité énergétique tient également à des stratégies et à de grands programmes nationaux d'amélioration de la productivité énergétique présentés à la section suivante.

### LA PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE, LA NOUVELLE STRATÉGIE DES ÉTATS

Accroître la productivité énergétique (l'inverse de l'intensité énergétique) permet de faire plus avec moins et de générer une plus grande activité économique.

La productivité énergétique d'un secteur industriel se mesure par le rapport du PIB annuel en fonction de la consommation annuelle d'énergie primaire.

Dans une usine, le rapport de la valeur ajoutée manufacturière sur la consommation de toutes formes d'énergie est un indicateur valable de la productivité énergétique.

La productivité énergétique exerce un fort attrait sur les industriels parce qu'elle vise un usage plus optimisé de l'énergie permettant de dégager, en plus des économies d'énergie, de plus grands bénéfices non énergétiques.

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE VS PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE

**EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE** : assurer le même niveau de biens et services avec moins d'énergie

**PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE** : accroître la valeur économique créée par unité d'énergie

**Source :**

Accelerate Energy Productivity 2030: A Strategic Roadmap for American Energy Innovation, Economic Growth, and Competitiveness - U.S. Department of Energy in partnership with the Council on Competitiveness and the Alliance to Save Energy.

À titre d'exemple, les programmes d'amélioration de productivité énergétique américains et australiens sont présentés à la page suivante.



Participez  
à la transition  
énergétique!

La stratégie américaine se déploie en plusieurs volets :

- **Accelerate Energy Productivity 2030** des États-Unis est issu d'un partenariat du USDOE (*U.S. Department of Energy*), du *Council on Competitiveness* et de *Alliance to Save Energy* dans le but de doubler la productivité énergétique d'ici 2030. Un réseau d'entreprises s'engageant dans la démarche guidée par un calendrier de lancement (*roadmap*) est en recrutement<sup>29</sup>.
- **Superior Energy Performance (SEP)** est un programme de gestion de l'énergie et d'amélioration de la productivité, dont les exigences sont supérieures à ISO 50001, adopté par les plus grandes entreprises américaines<sup>30</sup>. SEP décerne des reconnaissances à la performance très recherchée dont la notoriété tient à la participation de grandes entreprises américaines à haute valeur ajoutée.
- Les **USDOE Industrial Assessment Centers (IAC)** regroupent des équipes de professeurs et d'étudiants spécialisés rattachés à 28 universités qui réalisent des évaluations gratuites dans les entreprises de moins de 500 employés associant l'énergie, la productivité et les pertes. Un total de 18 000 évaluations ont été réalisées.
- **Georgia Tech Professional Education** forme les gens de l'industrie sur la norme ISO 50 001, sur SEP dans les techniques d'amélioration de la productivité énergétique dont *Cross-Functional Value Stream Mapping - An Integrated Approach to Safety, Energy Management and Process Improvement*<sup>31</sup>



Certifying Increased Energy Productivity under ISO 50001



Industrial Assessment Centers



La stratégie australienne vise à contrer la hausse de l'intensité énergétique de l'industrie :

- **National Energy Productivity Plan 2015 - 2030 NEPP**<sup>32</sup> de l'Australie, sous l'égide du COAG Energy Council, vise à améliorer de 40 % la productivité énergétique en 2030. Le gouvernement australien a consenti à y investir 100 G\$ en 15 ans.



ClimateWork Australia a déjà procédé à l'évaluation de la productivité énergétique de 70 usines, quantifié des bénéfices et développé des indicateurs de productivité et des guides<sup>33</sup>.

- **Australian Alliance to Save Energy (A2SE)** s'est engagée dans le NEPP à mettre en œuvre le programme 2xEP dans le but de doubler la productivité énergétique en 2030 dans des secteurs ciblés<sup>34</sup>.



Participez  
à la transition  
énergétique!

### 2.3. Émissions de GES de la combustion (note<sup>n</sup>)

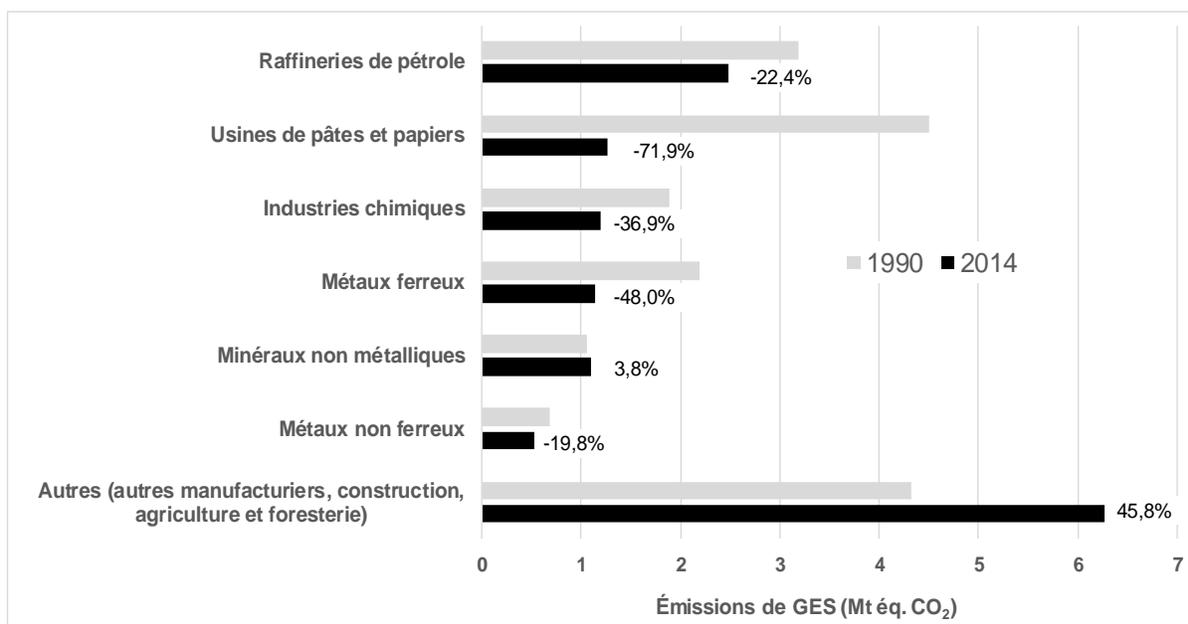
Les émissions de GES de la combustion proviennent essentiellement de l'usage des produits pétroliers dans des chaudières, des fours, des moteurs thermiques, etc.

Selon l'Inventaire québécois des émissions de GES en 2014 du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), de 1990 à 2014, les émissions liées à la combustion industrielle ont diminué de 21,4 %, passant de 17,8 à 14,0 Mt éq. CO<sub>2</sub><sup>35</sup>.

Le MDDELCC attribue cette diminution en partie à « l'amélioration constante de l'efficacité énergétique et à la substitution de certains combustibles, qui a notamment entraîné une utilisation accrue de la biomasse, dont les émissions de CO<sub>2</sub> ne sont pas considérées dans le bilan »<sup>36</sup>.

Le graphique 8 qui suit présente les émissions de GES en 1990 et 2014 ventilées par sous-secteur industriel.

**GRAPHIQUE 8 : Émissions de liées à l'énergie (combustion) par type d'activité dans le secteur industriel au Québec, 1990 et 2014**



Note : Le pourcentage correspond à la variation des émissions de GES de 2014 en fonction de 1990. L'extraction minière est incluse dans les sous-activités de fabrication manufacturière.

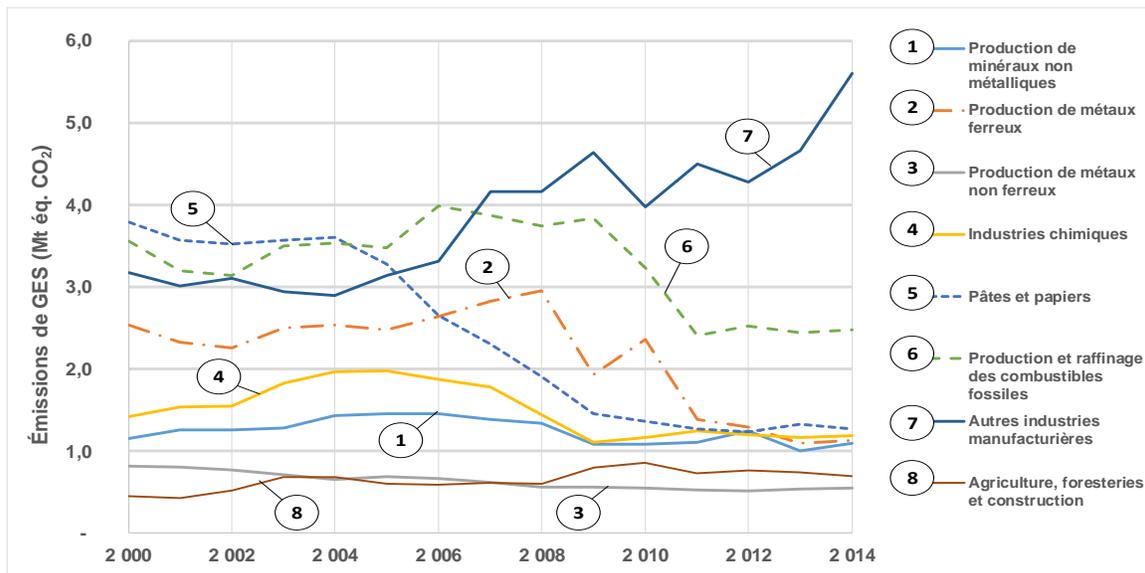
Source : MDDELCC<sup>37</sup>

Le graphique 9 présente l'évolution des émissions de GES pour la période de 2000 à 2014. Durant cette période les émissions sont passées de 16,5 à 14,0 Mt éq. CO<sub>2</sub>, une diminution de 2,5 Mt éq. CO<sub>2</sub> soit 15,2 %.

<sup>n</sup> Note : Le Plan directeur en transition, innovation et efficacité énergétiques ne vise que les émissions de la combustion et non celles des procédés et les émissions fugitives.



GRAPHIQUE 9 : Émissions de GES du secteur industriel – de 2000 à 2013



Note : L'extraction minière est incluse dans les sous-activités de fabrication manufacturière.

Source : MDDELCC<sup>38</sup>

La diminution des émissions en 2014 comparée à 2000 est principalement attribuable aux activités industrielles suivantes :

- les pâtes et papiers ont connu une baisse de 2,5 Mt éq. CO<sub>2</sub>. Depuis 2000, 20 usines sur 60 ont fermé. Les fermetures d'usine, l'accroissement de l'utilisation de la biomasse et des projets d'efficacité énergétique ont contribué à cette importante baisse;
- la production de métaux ferreux a connu une réduction de 1,4 Mt éq. CO<sub>2</sub>. Les fermetures d'ArcelorMittal à Lachine (2008) et d'Acier Inoxydable Atlas à Sorel-Tracy (2004) ont contribué significativement à cette baisse;
- la production et le raffinage des combustibles fossiles a également connu une baisse de 1,1 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2010, la fermeture de la raffinerie Shell à Montréal-Est en 2010 ayant contribué à cette baisse.

Les autres industries manufacturières regroupant les activités des aliments et boissons, textiles et vêtements, produits du bois, plastique et caoutchouc, fabrication de machines, produits informatiques, électroniques et électriques, et matériel de transport ont connu une importante augmentation de leurs émissions de 2,42 Mt éq. CO<sub>2</sub> pour atteindre 5,6 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2014.

Le tableau 4 présente l'intensité des émissions de GES (kg éq. CO<sub>2</sub>/M\$ PIB) du sous-secteur de la fabrication manufacturière en fonction :

- de grands consommateurs regroupant les activités des industries des minéraux non métalliques, des métaux ferreux et non ferreux, des industries chimiques, des pâtes et papiers et de raffinage de combustibles fossiles. Ces grands consommateurs regroupent la plupart des grands émetteurs visés par le RSPEDÉ;
- les autres industries manufacturières regroupant les activités des industries alimentaires, boissons, bois, textiles et vêtements, produits informatiques, électriques et électroniques, machines, matériels de transport, etc.;
- l'agriculture, la foresterie et la construction.



TABLEAU 4 : Intensité des émissions de GES du sous-secteur fabrication manufacturière<sup>39, 40</sup>

		PIB (G\$ 2007)	Émissions de GES (Mt éq. CO <sub>2</sub> )	Intensité (kg éq. CO <sub>2</sub> /M\$ PIB)
Grands consommateurs	2000	17,9	13,3	745,1
	2014	15,4	6,7	433,9
	Variation	-2,4	-6,6	-311,2
	%	<b>-13,5 %</b>	<b>-49,6 %</b>	<b>-41,8 %</b>
Autres manufacturiers	2000	39,3	3,2	80,9
	2014	33,5	5,6	167,3
	Variation	-5,8	2,4	86,4
	%	<b>-14,9 %</b>	<b>76,1 %</b>	<b>106,8 %</b>
Agriculture, foresterie et construction	2000	16,5	0,5	27,5
	2014	25,0	0,7	28,1
	Variation	8,4	0,2	0,6
	%	<b>51,1 %</b>	<b>54,2 %</b>	<b>2,0 %</b>

Source : MDDELCC et ISQ

D'une part, entre 2000 et 2014, les grands consommateurs ont vu leur PIB se réduire de 13,5 % alors que leurs émissions de GES chutaient de 49,6 % et leur intensité d'émissions de GES de 41,8 %. D'autre part, l'intensité des émissions liées aux activités agricoles, forestières et de la construction ont augmenté de 2 %.

De plus, les autres manufacturiers ont vu leurs émissions de GES augmenter considérablement à 5,6 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2014, doublant ainsi l'intensité de leurs émissions depuis 2000 alors que le PIB chutait de 14,9 %. Selon Statistique Canada<sup>41</sup>, durant cette période, la consommation de toute source d'énergie a augmenté de 13,8 PJ alors que le gaz naturel augmentait de 16 PJ, en remplaçant en partie l'électricité. Il s'agit du segment manufacturier où se trouvent des entreprises à plus haute valeur ajoutée. La croissance des émissions couplée à un recul du PIB démontre nettement un inquiétant recul de la productivité énergétique que les programmes d'efficacité énergétique n'ont pas réussis à freiner.

## 2.4. Efficacité énergétique

Entre 2004 et 2013, les distributeurs d'énergie et le BEIE ont mis en œuvre plusieurs programmes d'efficacité énergétique visant le secteur industriel, incluant généralement les mines et carrières, les activités agricoles et forestières. Dans le cas du gaz naturel, les programmes visent généralement l'ensemble des secteurs commercial, institutionnel et industriel de telle sorte qu'un bilan spécifique au secteur industriel ne peut reposer que sur des estimations. L'annexe I présente les résultats des programmes en termes de clientèle, de consommation des marchés visés, d'économies d'énergie réalisées et, finalement, de taux annuels de réalisation des économies en fonction de la consommation.

Les estimations des taux annuels de réalisation des économies d'énergie (exprimées en pourcentage de la consommation annuelle), sont de 0,32 % à 0,68 % en électricité, 0,75 % en gaz naturel et de 1,6 % pour les produits pétroliers et autres sources d'énergie fossile pour des programmes ayant des segments de marché quelque peu différents.

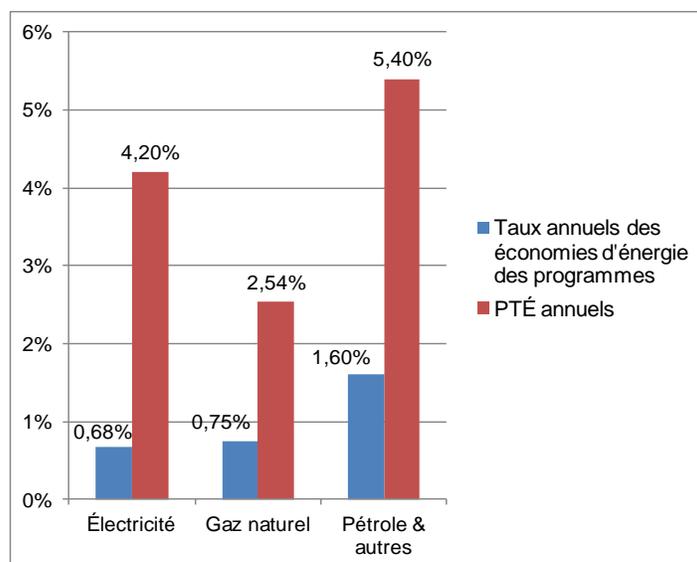
Le graphique 10 présente les taux annuels d'économies d'énergie, par rapport à la consommation, atteints par les programmes visant le secteur industriel relativement aux potentiels technico-économiques (PTE) d'économies d'énergie.



Les potentiels technico-économiques (PTE) d'économies d'énergie du secteur industriel ont été évalués pour une période de cinq ans à :

- 21 % pour l'électricité entre 2015 et 2019<sup>42</sup>;
- 12,7 % pour le gaz naturel entre 2013 à 2017<sup>43</sup>;
- 27 % pour les produits du pétrole et autres énergies fossiles entre 2011 et 2015 (pour le scénario modéré)<sup>44</sup>.

**GRAPHIQUE 10 : Taux annuels moyens des économies d'énergie des programmes comparés aux PTE**



Source : J. Harvey Consultant & Associés inc., 2010. *Potentiel technico-économique et commercial d'économies de combustibles et de carburants utilisés en industrie.* (Donnée compilée du sommaire à la direction).

Exprimés annuellement, ces PTE atteignent respectivement 4,20 % pour l'électricité, 2,54 % pour le gaz naturel et, finalement, 5,40 % pour les produits du pétrole et autres énergies fossiles.

Les économies des PTE ne sont pas totalement réalisables. Des barrières, telles que le manque d'information des entreprises, les bas coûts de l'énergie, le manque de capitaux et la difficulté à obtenir le financement, les contraintes de réalisation des projets en usine et les aspects sociaux et culturels freinent la réalisation des économies par les programmes.

#### Comparaisons avec les États et programmes les plus performants

Trois États américains ont réalisé en 2016 plus de 2 % de leur consommation annuelle d'électricité en économies d'énergie. Cinq États ont réalisé, également en 2016, plus de 1 % de leur consommation de gaz en économies d'énergie annuelles<sup>45</sup>. Le tableau 5 présente les résultats.



TABLEAU 5 : États américains les plus performants en efficacité énergétique

	Économies annuelles d'électricité en fonction de la consommation	Économies annuelles de gaz en fonction de la consommation
Rhode Island	2,91 %	1,24 %
New Hampshire	0,59 %	1,12 %
Massachusetts	2,74 %	1,09 %
Wisconsin	0,79 %	1,08 %
Vermont	2,01 %	1,01 %
Californie	1,95 %	0,75 %

Source : ACEEE, The 2016 State Energy Efficiency Scorecard

Les programmes d'Eversource Massachusetts et de National Grid Massachusetts ont atteint un taux annuel d'économies d'électricité de plus de 3 % par rapport à la consommation. Vingt distributeurs d'électricité ont atteint des taux allant de 1 % à 1,5 % d'économies annuelles relativement à la consommation<sup>46</sup>. Le prix de l'énergie dans ces marchés, différents de ceux du Québec, peut expliquer en partie les différences avec les résultats obtenus au Québec.

## 2.5. Réductions des émissions de GES

Les émissions de GES du secteur industriel liées à l'énergie s'établissaient en 2014 selon le MDDELCC à 14,0 Mt éq. CO<sub>2</sub>.

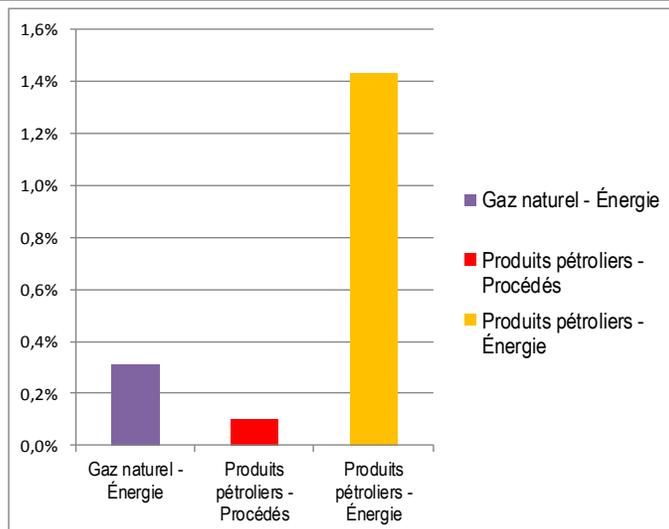
Entre 2006 et 2012 (7 ans), les programmes du BEIE ont permis de réaliser des réductions d'émissions de GES de 1 508 kt éq. CO<sub>2</sub> dans le secteur industriel, dont 106 kt éq. CO<sub>2</sub> (7 %) provenaient des procédés et 1 402 kt éq. CO<sub>2</sub> de projets de conversion vers des sources moins polluantes et de projets d'économies d'énergie. (Voir tableau A3, Annexe I).

Il s'agit d'un taux annuel de réduction de 200 kt éq. CO<sub>2</sub> soit 1,43 % par année des émissions de GES liées à l'énergie.

Quant au gaz naturel, entre 2006 et 2015 (10 ans), le distributeur a réalisé une réduction des émissions de GES de 439 kt éq. CO<sub>2</sub> soit 43,9 kt éq. CO<sub>2</sub> par an ou 0,31 % des émissions.



**GRAPHIQUE 11 : Taux annuel de réduction des émissions de GES liées à l'énergie des programmes dans les sous-secteurs fabrication, mines et carrières (voir annexe I)**



Sources : Hydro-Québec, Gaz Métro et TEQ

Pour la période de 7 ans où les programmes ont été simultanément offerts, le taux annuel de réduction des émissions a atteint 244 kt éq. CO<sub>2</sub> (voir Tableau A4, Annexe I) pour le gaz naturel et les produits pétroliers.

## 2.6. Réglementation

La réglementation québécoise ayant une incidence directe sur le secteur industriel concernant l'énergie, l'efficacité énergétique et les émissions de GES est présentée ici.

- Système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre (SPEDE)

Le gouvernement considère le SPEDE comme la pièce maîtresse lui permettant d'atteindre l'objectif de réduction des émissions de GES de 37,5 % en 2030. Le SPEDE offre aux entreprises des droits d'émission de GES, mais leur impose un plafond annuel d'émissions qui diminue au fil des ans. Les entreprises sont ainsi incitées à réduire leurs émissions et à revendre leurs droits, à défaut de quoi elles doivent en acheter. Le SPEDE s'inscrit dans l'accord du *Western Climate Initiative (WCI)* créant un marché d'échange avec la Californie.

La réglementation appuyant le SPEDE est principalement composée de deux règlements :

- le Règlement sur la déclaration obligatoire de certaines émissions de contaminants dans l'atmosphère (RDO, 2007) identifie les entreprises devant faire l'inventaire de leurs émissions et fournit les protocoles de quantification<sup>47</sup>;
- le Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange des droits d'émissions de GES (RSPEDE, 2011)<sup>48</sup>, qui est présentement en révision par le MDDELCC pour prolonger le SPEDE de 2020 à 2030.

Le SPEDE est en fonction depuis 2013. Les premières ventes aux enchères ont eu lieu dans le marché élargi avec la Californie en novembre 2014. Pour le moment, peu d'échanges ont eu lieu dans ce marché. L'Ontario se joindra au marché le 1<sup>er</sup> janvier 2018. Il est encore tôt pour en faire un bilan.



- Les articles du Règlement sur l'efficacité énergétique d'appareils fonctionnant à l'électricité ou aux hydrocarbures<sup>49</sup> portant sur des appareils pouvant être acquis par de très petits établissements industriels sont entrés en vigueur le 15 août 2017.

La réglementation canadienne qui s'applique au secteur industriel concernant l'énergie, l'efficacité énergétique et les émissions de GES est la suivante.

- Règlement sur l'efficacité énergétique du Canada
  - Ce règlement prescrit le niveau d'efficacité d'appareils fonctionnant à l'électricité et aux hydrocarbures, équipements pouvant être utilisés dans les plus petits établissements industriels.

## 2.7. Principaux acteurs concernés

Plusieurs acteurs sont concernés par l'amélioration de l'efficacité énergétique et la réduction des émissions de GES. Voici une liste des principaux acteurs :

- l'Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie (AQME) intervient auprès de l'industrie en animation et information (périodique, congrès et concours Énergia), offres de formation, services d'accompagnement pour l'industrie et prêts écoénergétiques. L'AQME assure un accompagnement en efficacité énergétique dans les PME financées par l'entremise du MESI;
- le Conseil Patronal de l'Environnement du Québec (CPEQ) s'intéresse à l'ensemble des questions touchant l'environnement. Certaines activités de formation et d'information ont touché les réglementations concernant les émissions de GES;
- la COOP Carbone aide ses membres et ses partenaires à profiter des opportunités offertes par le marché du carbone et à réduire leurs émissions de GES. La COOP procède à la transaction de crédits regroupés, gère des portefeuilles et génère des crédits à faible coût;
- la plupart des associations industrielles, telles que le Conseil de l'industrie forestière du Québec (CIFQ); l'Association minière du Québec (AMQ); Manufacturiers et Exportateurs du Québec (MEQ); l'Association canadienne de l'industrie de la chimie (ACIC); l'Association Canadienne du Ciment (ACC); AluQuébec et plusieurs autres ont des comités énergie, ou environnement et développement durable, et mettent en œuvre des plans plus ou moins élaborés sur ces questions;
- les différentes chaires de recherche, telles que la Chaire de gestion du secteur énergie des HEC et l'Institut de l'énergie Trottier (IET) de l'Université de Montréal;
- le Laboratoire des technologies de l'énergie (LTE) d'Hydro-Québec et le Centre des technologies du gaz naturel (CTGN);
- les ministères et organismes (entre autres, Transition énergétique Québec (TEQ), le ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ);
- les ministères et organismes fédéraux (Ressources naturelles Canada (RNCan), CanmetÉNERGIE, etc.);
- les grappes industrielles et les créneaux d'excellence.



## 2.8. État des connaissances

On connaît peu les usages de l'énergie du secteur industriel. Dans la plupart des cas, les entreprises ne connaissent pas les consommations et l'efficacité des principaux équipements de l'usine.

Dans le secteur industriel, il est particulièrement crucial de connaître le portefeuille énergétique des sous-secteurs. Or, les données de RNCan et de Statistique Canada quant aux flux d'énergie sont peu précises et les consommations d'énergies fossiles sont de plus en plus confidentielles.

Dans le secteur industriel, le code SCIAN est la clé permettant de faire un lien avec le produit fabriqué et, par ricochet, l'usage de l'énergie. Or, une bonne part des listes d'établissements et des projets des distributeurs ne se réfèrent pas fidèlement aux codes SCIAN ou bien ils sont manquants. Également, des programmes visant plusieurs secteurs (c'est-à-dire commercial, institutionnel et industriel) agrègent l'information, ce qui ne permet pas d'identifier précisément les secteurs ayant réalisé des économies d'énergie et des réductions d'émissions de GES.

## 2.9. Moyens d'aide à la transition énergétique dans le secteur industriel

Le tableau 6 fait état sommairement des moyens déployés actuellement en efficacité énergétique au Québec pour assurer la transition énergétique.

**TABLEAU 6 : Sommaire de moyens actuellement mis en œuvre ou à mettre en œuvre pour favoriser la transition énergétique**

Moyens	Commentaires
<b>Offre de service intégrée</b>	Il n'y a pas d'offre de service intégrée en efficacité énergétique alors que beaucoup d'agences d'efficacité énergétique nationales s'orientent de plus en plus dans cette direction. Le consommateur industriel est sollicité par des offres des distributeurs et de TEQ dont les modalités sont différentes et qui ne facilitent pas la gestion intégrée de son portfolio d'énergie.
<b>Des programmes d'aide à l'implantation de système de gestion de l'énergie</b>	La gestion de l'énergie dans le secteur industriel est la pierre angulaire des stratégies de réduction de l'intensité énergétique et d'amélioration de la productivité énergétique. Le volet « Gestion de l'énergie » doit tenir compte du portefeuille énergétique du site; l'action ciblée sur une seule forme d'énergie n'est pas avantageuse. Il est préférable d'offrir un service intégré plutôt que de viser une seule forme d'énergie.
<b>Programmes d'aide à l'investissement dans des technologies efficaces</b>	Il existe plusieurs programmes d'aide à l'investissement pour des analyses de faisabilité, l'achat d'équipements plus efficaces et l'amélioration de procédés. L'incidence pourrait toutefois être plus importante sur le plan des procédés.
<b>Programmes de sensibilisation et de formation</b>	Les programmes de sensibilisation et de formation à l'intention des décideurs, des spécialistes et du personnel d'opération sont inexistantes.
<b>Guides et outils techniques</b>	Les guides et outils techniques pour l'amélioration de l'efficacité et de la productivité énergétiques sont à peu près inexistantes. Des logiciels de calculs et des guides de mesures d'efficacité énergétique en réfrigération, compression d'air et éclairage sont cependant offerts



	<p>par Hydro-Québec. RNCan a mis au point des outils comme Intégration et Explore pour améliorer la performance des procédés et auxiliaires existants.</p>
<p><b>Une assistance technique en usine</b></p>	<p>L'assistance technique en usine est disponible pour les petites et moyennes industries (PMI) et les grands consommateurs d'électricité et de gaz naturel. Dans les PMI, l'Association québécoise pour la maîtrise de l'énergie (AQME) offre également des services de soutien. Le MAPAQ (ministère de l'Agriculture des Pêcheries et de l'Alimentation) offre des services-conseils en efficacité énergétique aux producteurs agricoles.</p> <p>Il n'y a pas de soutien technique en usine, offert par TEQ directement, concernant ses programmes. Toutefois les frais des consultants sont des dépenses admissibles.</p>
<p><b>L'animation de réseaux de collaboration et d'échange</b></p>	<p>Les réseaux industriels de collaboration et d'échange en efficacité énergétique sont des ressources très peu sollicitées, mais qui se révèlent déterminantes dans d'autres juridictions.</p> <p>Des rencontres d'échange portant sur des projets d'efficacité énergétique à l'intention des spécialistes des grandes industries au tarif L ont déjà été organisées, il y a quelques années, par Hydro-Québec et elles connaissent un succès.</p> <p>Le Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC) vise le réseautage, mais n'est que très peu utilisé au Québec. Les grappes industrielles, les associations et les réseaux d'excellence pourraient combler ce besoin.</p>
<p><b>Programmes de soutien à l'innovation</b></p>	<p>Des programmes soutiennent le développement de technologies. Toutefois, il n'y a pas de programmes visant spécifiquement la mise au point de nouvelles méthodologies et techniques permettant d'analyser et d'optimiser la gestion énergétique des usines.</p>
<p><b>Programmes de reconnaissance et de récompenses</b></p>	<p>Depuis août 2017, le gouvernement fédéral a instauré ENERGY STAR visant à reconnaître les accomplissements des industries. Le Réseau écoélectrique d'Hydro-Québec existe, pour l'aspect efficacité électrique.</p> <p>Quant à l'aspect récompense, le programme Énergia de l'AQME encourage les projets jugés remarquables en efficacité énergétique, ainsi que le Programme d'économie d'énergie dans l'industrie canadienne (PEEIC) du fédéral.</p>
<p><b>Expertise disponible dans le marché</b></p>	<p>Les consultants et les fournisseurs sont relativement actifs en efficacité énergétique dans certains secteurs.</p> <p>Il n'y a que très peu d'intervention des universités pour identifier les perspectives d'amélioration de l'efficacité et de la productivité énergétiques et pour élaborer des méthodes d'intervention.</p> <p>Un contrat entre TEQ et RNCan visant la formation en intégration de procédés et analyses multivariées vise spécifiquement un transfert de connaissances vers les consultants, mais aussi vers les étudiants par l'entremise des universités.</p>
<p><b>Réglementation incitative</b></p>	<p>Bien que le SPEDE concerne la réduction des émissions de GES, il n'y a pas de réglementation contraignante pour inciter l'industrie à améliorer son efficacité énergétique.</p> <p>En Europe, les industries peuvent éviter la taxe sur l'énergie en implantant un système de gestion de l'énergie satisfaisant certaines conditions.</p>



### Les moyens mis en œuvre dans d'autres juridictions

Le tableau 7 présente les moyens mis en œuvre dans différentes juridictions. La stratégie nationale des pays qui connaissent du succès dans l'amélioration de l'intensité et de la productivité énergétiques repose sur l'implantation de systèmes de gestion de l'énergie (SGE) dans les entreprises basés sur des exigences de chacun des pays ou sur la norme ISO 50 001.

**TABLEAU 7 : Moyens utilisés dans d'autres juridictions**

	Application des normes de gestion de l'énergie	Incentifs financiers	Assistance technique	Pénalités pour non conformité	Programme de reconnaissance	Engagement lié à l'application volontaire	Formation sur les normes de gestion d'énergie	Obligation de publier les résultats	Formation sur le SGE	Pénétration du marché industriel (% consommation)
<b>Danemark</b>	Volontaire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	60%
<b>Irlande</b>	Volontaire	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	55%
<b>Suède</b>	Volontaire	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Non	50%
<b>Japon</b>	Obligatoire	Non	Oui	Oui	Oui	Non	Oui	Oui	Oui	90%
<b>États-Unis</b>	Volontaire	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	Non	Oui	N.D.

Le Danemark, l'Irlande, la Suède et le Japon, des pays où les coûts de l'énergie sont plus élevés et la culture d'efficacité plus développée, atteignent des taux de pénétration d'adoption de la gestion de l'énergie de 50 % et plus par des mesures incitatives plus coercitives que celles utilisées en Amérique du Nord. Au Québec, le faible coût de l'énergie peut être un frein à l'implantation de ce type de mesure.

L'adoption de système de gestion de l'énergie SGE (selon une norme ISO 50001 ou autres) est volontaire dans tous les pays présentés au tableau 7, sauf au Japon, où la loi *Act on the Rational Use of Energy* oblige les grandes et moyennes industries à mettre en place un SGE, à préparer et à mettre en œuvre un plan d'amélioration énergétique comportant l'identification des mesures d'efficacité énergétique et de générer des économies d'énergie de 1 % de leur consommation annuellement<sup>50,51</sup>. Le taux de pénétration des SGE atteint 90 % de la consommation industrielle.

Bien que l'engagement soit volontaire au Danemark et en Suède, les entreprises qui mettent en œuvre un SGE et qui acceptent d'implanter les mesures d'économies d'énergie<sup>o</sup> identifiées par des audits externes périodiques peuvent éviter le paiement de la taxe sur le CO<sub>2</sub> ou l'énergie. Cette pénalité est importante et atteint, dans le cas de la Suède, 0,08 \$/CA/kWh<sup>52</sup>. La plupart des pays de l'Union européenne adoptent cette stratégie, d'ailleurs réglementée.

En Irlande et aux États-Unis, l'adoption de systèmes de gestion de l'énergie est volontaire et sans pénalité pour les entreprises qui ne s'y conforment pas.

L'Irlande a adopté une approche de participation volontaire des industries dans un réseau industriel, le LIEN (*Large Industry Energy Network*) sous l'égide de SEAI (*Sustainable Energy Authority of Ireland*). Les entreprises travaillent ensemble pour élaborer et maintenir une gestion énergétique robuste. Le réseau connaît énormément de succès; 192 des plus grands consommateurs d'énergie en Irlande sont membres du LIEN. Près de 80 de ces entreprises sont également membres de l'*Energy Agreement Program* et travaillent actuellement à l'implantation de la norme internationale ISO 50001. Les entreprises

<sup>o</sup> Selon les pays, l'obligation d'implanter des mesures dont la période de récupération de l'investissement est moins de 2 à 4 ans.



regroupées dans LIEN représentent environ 55 % de la consommation énergétique primaire industrielle de l'Irlande<sup>53</sup>. La même approche est utilisée en Allemagne où le gouvernement a signé en 2014 un accord volontaire avec 18 associations industrielles pour générer 500 réseaux d'efficacité énergétique *Energiewende* d'ici 2020<sup>54</sup>.

Aux États-Unis, SEP (*Superior Energy Performance*) décerne des reconnaissances en fonction de la performance en efficacité énergétique, une reconnaissance très recherchée par les grandes entreprises à haute valeur ajoutée. Les reconnaissances de cette nature ont beaucoup d'importance pour les entreprises, car les investisseurs valorisent de plus en plus l'engagement de l'entreprise en matière d'efficacité énergétique et de développement durable, en tant qu'indicateur de la bonne gouvernance et du sens des affaires<sup>55</sup>. Au Canada, EnergyStar pour l'industrie fait un peu la même chose depuis août 2017.

L'assistance technique et la formation sur les normes et la mise en œuvre de SGE est un élément capital de réussite. Par exemple, dans le cadre du SEP (*Superior Energy Performance*), l'*Institute for Energy Management Professionals*, du *Georgia Institute of Technology*, forme et accrédite des professionnels pour le programme SEP concernant ISO 50001 et l'implantation de SGE (note<sup>56</sup>). Le DOE a conçu plusieurs outils d'aide pour ce programme, dont des guides d'implantation de SGE, des applications pour l'identification et le calcul des indicateurs de performance énergétique, des webinaires, etc.<sup>56</sup>

Au Québec, TEQ, avec le soutien du Bureau de normalisation du Québec, offre des formations et des séances de sensibilisation en gestion de l'énergie. Les deux organismes font de la promotion sur la mise en œuvre des systèmes de gestion de l'énergie, de manière volontaire pour les grands consommateurs du Québec. En 2016-2017, près de 80 entreprises et consultants ont assisté à ce type de rencontre d'information.

Les PME sont également visées par des programmes adaptés à leur besoin. Plusieurs stratégies commencent à être mises en avant pour implanter la gestion de l'énergie dans de petites et moyennes entreprises.

L'une des façons de faire est d'utiliser une approche de cohorte, qui consiste à recruter des entreprises et à les traiter en tant que groupe pour réduire les coûts d'intervention et de formation<sup>57</sup>. Une autre stratégie prometteuse est de partager un gestionnaire d'énergie entre plusieurs établissements<sup>58</sup>.

Un autre choix est d'aider au financement. Le remboursement de prêt sur la facture d'énergie (*On-Bill Financing*) en fonction des économies d'énergie ainsi que des prêts municipaux remboursés par le gain de l'évaluation de l'impôt foncier par le programme *Property Assessed Clean-Energy* (PACE) américain sont des incitatifs utilisés dans le secteur industriel par certains pays. Ce type de mesure peut cependant demander plus de capitaux qu'un programme de subvention lorsque la PRI (période de retour sur l'investissement) des mesures est de plus de deux ans. Dans le cas d'ÉcoPerformance, par exemple, la moyenne de la PRI sans aide est de 6,6 ans.

## 2.10. Soutien à la productivité énergétique au Québec

Beaucoup de projets d'efficacité énergétique, et dans une moindre mesure, de réduction des émissions de GES, concernent l'implantation d'appareils plus efficaces, auxiliaires aux procédés, tels que les chaudières, les systèmes d'éclairage et les compresseurs d'air. L'amélioration énergétique des procédés dégageant des économies d'énergie et des bénéfices non énergétiques, est moins visée. Le remplacement d'appareils, par de plus efficaces dans un système, n'assure pas nécessairement une plus grande efficacité pour le système et globalement pour l'usine. La façon dont on utilise un appareil efficace est déterminante.

<sup>53</sup> 44 grandes entreprises américaines, 4 mexicaines et 2 canadiennes (Colombie-Britannique et Ontario) ont obtenu une reconnaissance (platine, or ou argent) du programme *Superior Energy Performance* (SEP), le plus exigeant et le plus performant en gestion de l'énergie.

<sup>54</sup> Deux professionnels sont accrédités au Québec.



Bien que les programmes en cours permettent dans certains cas d'augmenter la productivité, les approches systématiques de la productivité énergétique ne sont que très peu considérées. Les produits rejetés, les pertes de matières premières, la surproduction et les inventaires excessifs, les équipements qui fonctionnent lorsque la production est à l'arrêt, consomment de l'énergie sans valeur ajoutée. L'identification et la réduction systématique de ces pertes ne sont pas des pratiques répandues dans l'industrie québécoise (note<sup>r</sup>).

Aucun programme au Québec ne cible l'élimination des déchets, l'amélioration de la qualité tout en améliorant l'efficacité énergétique et en réduisant les émissions de GES, les coûts et les risques. De nombreux États américains ont mis en œuvre des programmes visant la réduction des pertes dans le but de réduire la consommation énergétique et d'améliorer ainsi la productivité énergétique. Plusieurs de ces programmes intègrent l'efficacité énergétique et *Lean Manufacturing*, une approche issue des travaux sur le *Lean & Energy* de l'*Environmental Protection Agency (EPA)* américaine<sup>59</sup> en 2000. Parmi ces programmes, *Lean, Green and Energy* au New Hampshire<sup>60</sup>, le *NYSERDA's Lean Program*<sup>61</sup> et plusieurs programmes *Lean & Energy* offerts par les MEP (*Manufacturing Extension Partnership*) des États américains.

Cependant, l'application de mesures de productivité énergétique est souvent rentable à courte échéance. Dans la majorité des cas, les périodes de retour sur l'investissement sont inférieures à un an, et parfois même inférieures à un mois. Toutefois, ce type de mesure est dans certains cas peu connu des industriels. Par exemple, l'intégration de procédés et les analyses multivariées présentent des potentiels importants avec des périodes de récupération de l'investissement souvent courtes, mais l'approche est à faire connaître. Dans ces situations, il peut s'avérer peu judicieux de soutenir financièrement ce type de mesure. L'intervention en efficacité énergétique dans le secteur industriel est segmentée par type de sources d'énergie alors que les procédés en utilisent plusieurs. L'optimisation de l'efficacité énergétique n'est pas assurée.

Une gestion de l'énergie qui met en œuvre des pratiques d'amélioration continue de la performance énergétique, même élémentaire, n'est que très rarement implantée dans les usines au Québec par rapport à d'autres juridictions. Cette situation semble toutefois vouloir changer. Par exemple, Cascades déploie actuellement une politique générale dans toutes ses usines sur la gestion de l'énergie. Plusieurs autres grands consommateurs sont en implantation par phase de systèmes de gestion de l'énergie. Pour les petits et moyens consommateurs, des mesures ciblées pourraient être élaborées.

En mai 2014, à travers le monde, 7 300 sites étaient certifiés ISO 50 001 Système de management de l'énergie<sup>62</sup>. Le taux de certification avait crû alors de 234 % par rapport à l'année précédente. Au Québec, seulement 4 certifications (note<sup>s</sup>) ont été délivrées depuis le lancement d'ISO 50 001 en 2011<sup>63</sup>. En 2016, l'Ontario comptait 19 sites certifiés, le Canada 31 et l'Allemagne déjà plus de 3 200 en avril 2014<sup>64</sup>.

<sup>r</sup> Note : Le MAPAQ entreprend un projet pilote financé par Innov'Action Agroalimentaire sur ces aspects comprenant aussi la mise au point d'un logiciel d'analyse du cycle de vie en entreprise.

<sup>s</sup> Note : Une certification que possède 3 M et trois certifications pour IBM.



### 3. VISION POUR LE SECTEUR INDUSTRIEL

En 2030, les entreprises québécoises seront en maîtrise de leur efficacité et de leur productivité énergétiques dans le respect de l'environnement. Leur maîtrise reposera sur :

- une gestion rigoureuse de l'énergie;
- la valorisation des rejets thermiques;
- l'intégration de la fabrication intelligente (*Smart Manufacturing*);
- l'utilisation d'outils permettant l'amélioration de l'efficacité et de la productivité énergétiques et la réduction des émissions de GES;
- la collaboration et les échanges fructueux entre des regroupements d'intérêts au sein d'associations industrielles ou de régions.

Les énergies renouvelables et les bioénergies auront une plus grande place dans l'approvisionnement en énergie des industries.

#### 3.1 La stratégie d'efficacité énergétique

En 2030, l'approche d'efficacité et de productivité énergétiques sera globale à l'échelle de l'usine intégrant toutes les formes d'énergie. Les mesures d'efficacité énergétiques (remplacement d'appareils, amélioration de procédés, modifications des comportements) seront suivies par un système de gestion d'énergie afin d'assurer leur optimisation et pour en démontrer les gains relatifs à l'usine. D'ici 2030, les outils de l'efficacité intelligente vont permettre, grâce à Internet des objets, ce suivi à faible coût et même une confirmation automatique et périodique par Internet des gains auprès des administrateurs des programmes d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de GES.

Les sous-secteurs industriels ou des associations industrielles se donneront des objectifs volontaires d'amélioration de l'efficacité et de la productivité énergétiques de leurs établissements.

#### 3.2 Les mesures mises en œuvre

Un système de gestion de l'énergie de classe mondiale qui suit systématiquement, mesure et améliore continuellement la performance énergétique est à la base de la croissance de la productivité énergétique des entreprises industrielles. Le système de gestion de l'énergie intègre toute les formes d'énergie et tous les usages : production, machinerie et véhicules d'usines et hors route, flottes de transport, etc. Le système de gestion de l'énergie assure la mise en œuvre des mesures à faibles coûts assumés par les budgets d'exploitation des entreprises. Il permet de mieux identifier les possibilités d'investissement en énergie, de les évaluer, d'en justifier la réalisation et finalement d'en assurer le suivi de performance.

La gestion d'énergie permet de conserver les économies dans le temps et de déterminer une cible de réduction de consommation d'énergie. Toutefois pour aller plus loin il faut parfois implanter des mesures dont la rentabilité dépasse les critères d'admissibilité des entreprises. C'est dans ces cas que des programmes comme ÉcoPerformance peuvent être le plus utiles.

Des techniques permettant d'améliorer l'efficacité et la productivité énergétiques sont mises en œuvre dans le cadre d'un système de gestion de l'énergie. Les réseaux industriels permettant un partage d'expérience, facilitant les collaborations, la formation et les échanges sont actifs. L'analyse multivariée et l'intégration de procédés permettent également de soutenir la gestion d'énergie en industrie. Des regroupements de 5 à 10 plus petits consommateurs peuvent partager un gestionnaire d'énergie.

L'annexe II présente plus en détail la fabrication intelligente et ses moyens d'amélioration de l'efficacité et de la productivité énergétiques.



#### 4. CONSTATS (ANALYSE SWOT)

##### 4.1 Forces et faiblesses

###### LES FORCES

###### 1. Les entreprises participent aux programmes d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de GES

Les entreprises participent à un niveau notable aux programmes d'efficacité énergétique offerts par les distributeurs et TEQ, (voir annexe I).

###### 2. Les associations industrielles accordent une certaine importance à l'énergie

La plupart des associations industrielles ont mis sur pied des comités d'énergie et de développement durable qui sont relativement actifs, particulièrement dans le domaine de l'environnement.

###### 3. La disponibilité de l'hydroélectricité à faible coût

L'hydroélectricité à faible coût, particulièrement pour les grands consommateurs, constitue une occasion de conversion de sources d'énergie fossile à des coûts moindres que dans d'autres juridictions.

###### 4. Disponibilité des connaissances/compétences du Québec

Le réseau d'enseignement peut être mis à profit pour acquérir l'expertise en efficacité énergétique. Des formations d'intégration de procédés et d'analyses multivariées seront données par les universités sous peu.

Les programmes d'efficacité énergétique ont permis d'acquérir une expertise dans les firmes d'ingénierie, chez les fournisseurs d'appareils et d'équipements, chez les distributeurs d'énergie et chez TEQ.

###### 5. La bonne santé économique du Québec

Le Québec jouit actuellement d'un faible taux de chômage, d'un budget équilibré et d'un taux de change favorable à l'exportation. Il y a un contexte politique favorable : stratégie maritime, stratégie numérique, Plan Nord, Politique d'innovation et différents programmes d'aide aux entreprises.

Toutefois, le bas taux de change du dollar canadien rend l'acquisition d'équipements et de logiciels plus coûteuse sur les marchés étrangers.

###### 6. Ressources du Fonds vert

Les revenus du Fonds vert ont atteint plus de 996 M\$ au cours de l'exercice 2015 -2016 et ses revenus futurs constituent des ressources facilitant la mise en œuvre de programmes d'interventions et d'aides financières. Les contributions au fonds pourraient toutefois diminuer à l'avenir avec la réduction de consommation des hydrocarbures.

###### LES FAIBLESSES

###### 1. Faible engagement des hautes directions des entreprises quant à la gestion de l'énergie

Les hautes directions des entreprises ne sont que rarement engagées dans ce domaine. La gestion de l'énergie relève le plus souvent des cadres intermédiaires<sup>65</sup>.

###### 2. Manque de coordination entre les programmes gouvernementaux et ceux des distributeurs

Le consommateur industriel utilise plusieurs sources d'énergie pour lesquelles des programmes d'efficacité énergétique et de réduction d'émissions de GES présentent des modalités différentes. Par exemple, pour la mise en œuvre d'un système de gestion d'énergie touchant toutes ses sources de consommation, il doit présenter des demandes aux programmes d'Hydro-Québec et de TEQ et assumer les exigences particulières des deux organisations.



### 3. Retard quant à l'adoption de nouvelles pratiques en efficacité énergétique

Au Québec, une vingtaine d'organisations d'envergure sont dans le processus d'adoption de processus de gestion d'énergie. Cependant, comparée à d'autres juridictions, l'industrie québécoise est en retard quant à l'adoption de nouvelles pratiques en efficacité énergétique, dont les systèmes de gestion de l'énergie. Bien que certaines cibles d'efficacité énergétique et de réductions des émissions de GES soient déterminées, surtout dans certaines grandes industries, il n'est pas démontré que ce soit dans le cadre d'une démarche rigoureuse d'amélioration continue. Cependant, le gouvernement du Québec et le gouvernement fédéral travaillent présentement ensemble pour structurer l'implantation de la norme ISO-50001.

### 4. Pénuries de main-d'œuvre qualifiée<sup>66</sup>

Le déficit de main-d'œuvre qualifiée, dont en gestion de l'énergie, touche plusieurs sous-secteurs, dont la fabrication, les mines<sup>67</sup>, la construction<sup>68</sup> et l'agriculture<sup>69</sup>. Toutefois le Bureau de normalisation du Québec (BNQ) est en voie de pouvoir former et certifier des auditeurs pour la norme ISO-50001

### 5. Décroissance des investissements dans le sous-secteur de la fabrication

Le sous-secteur de la fabrication a connu une baisse des investissements privés en machine et matériel de 40 %<sup>t</sup> en valeur de PIB entre 1999-2012<sup>70</sup>. Investir dans la fabrication et l'efficacité intelligentes nécessitera tout un renversement de la tendance.

### 6. L'incertitude quant à la continuité des programmes d'aide financière gouvernementaux.

## 4.2 Possibilités et menaces

### LES POSSIBILITÉS

#### 1. L'importance accordée aux changements climatiques

Tant au Québec qu'à l'international, les pays et les entreprises accordent une très grande importance à l'efficacité énergétique et à la réduction des émissions de GES pour lutter contre les changements climatiques.

#### 2. L'industrie 4.0 (fabrication intelligente) et l'efficacité intelligente

Pour le Québec, l'utilisation de l'efficacité intelligente relativement à la gestion de l'énergie peut s'avérer une bonne occasion, non seulement d'atteindre des cibles d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de GES, mais également de mettre au point de nouveaux produits en efficacité énergétique. Le marché des produits de l'efficacité intelligente en gestion de l'énergie s'élevait à 4,3 G\$ aux États-Unis en 2015 et la croissance du marché atteignait 8 % annuellement<sup>71</sup>.

### LES MENACES

#### 1. La compétitivité de l'économie du Québec face aux États-Unis

On assiste actuellement à une relocalisation des industries de la Chine vers les États-Unis. Selon le sondage du groupe *The Boston Consulting Group* de 2015, 57 % des entreprises ayant des filiales en Chine considéraient les rapatrier dont 17 % enclenchaient le processus. Selon 71 % des décideurs, l'automatisation et la fabrication avancée (fabrication intelligente) réduisent les coûts et rendent la régionalisation économiquement rentable<sup>72</sup>. Cette relocalisation pourrait affecter le Québec.

<sup>t</sup> Adapté en pourcentage.



Depuis 2000, l'industrie américaine a réduit considérablement son intensité énergétique et pourrait devenir plus concurrentielle dans des secteurs d'exportation du Québec.

La renégociation de l'Accord de libre-échange nord-américain dans le contexte de la montée du protectionnisme américain laisse entrevoir la menace de renforcement des règles d'origine et l'imposition de taxes à l'exportation qui affecteraient plusieurs secteurs industriels au Québec.

Le plan de réduction des impôts de l'administration Trump pour les entreprises américaines présenterait, selon plusieurs, une menace considérable à la compétitivité canadienne. Cela risquerait d'amener des entreprises à transférer leurs investissements et leurs profits au sud de la frontière<sup>73</sup>.

La réglementation du système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre du Québec (SPEDE) pourrait avoir un impact sur la compétitivité des entreprises dans la mesure où les concurrents ne sont pas soumis aux mêmes exigences.

La pénurie de main-d'œuvre qualifiée est un boulet pour les entreprises québécoises.

## 2. Les bas prix des produits pétroliers

Les prix des produits pétroliers sont actuellement bas. Le prix du baril de pétrole en 2020 atteindrait selon l'IEA, 80 US\$ et entre 82 et 125 US\$ en 2030<sup>74</sup>.

Un bas coût de l'énergie diminue la valeur des économies d'énergie et augmente les PRI (périodes de récupération de l'investissement) des projets les rendant moins attrayants. Les coûts totaux requis pour l'atteinte des objectifs pourraient excéder la capacité de financement des programmes qui doivent être plus généreux pour atteindre les cibles.

Le tableau suivant présente le sommaire des forces et des faiblesses du secteur industriel ainsi que les menaces et les éléments favorables de l'environnement externe au secteur.

	Forces	Faiblesses
Environnement interne	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les entreprises participent aux programmes d'efficacité énergétique et de réduction des émissions de GES</li> <li>Les associations industrielles accordent une certaine importance à l'énergie</li> <li>La disponibilité de l'hydroélectricité à faible coût</li> <li>La disponibilité des connaissances/compétences du Québec</li> <li>La bonne santé économique du Québec</li> <li>Les ressources du Fonds vert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Faible engagement des hautes directions des entreprises quant à la gestion de l'énergie</li> <li>Manque de coordination entre les programmes gouvernementaux et ceux des distributeurs et incertitude quant à leur continuité</li> <li>Retard quant à l'adoption de nouvelles pratiques en efficacité énergétique</li> <li>Pénuries de main-d'œuvre qualifiée</li> <li>Décroissance des investissements dans le sous-secteur de la fabrication</li> <li>Bas prix des produits pétroliers</li> </ul>
Environnement externe	Possibilités	Menaces
	<ul style="list-style-type: none"> <li>L'importance accordée aux changements climatiques</li> <li>L'industrie 4.0 (fabrication intelligente) et l'efficacité intelligente</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Compétitivité de l'économie du Québec face aux États-Unis et aux autres provinces</li> <li>Protectionnisme américain et plan de réduction des impôts à l'industrie américaine</li> </ul>



## 5. ENJEUX

Les enjeux de la transition énergétique sont importants :

### 5.1 La compétitivité de l'industrie québécoise

L'amélioration de la productivité énergétique est l'une des stratégies mises en avant par les pays pour améliorer la compétitivité industrielle. Les marchés d'exportation du Québec, particulièrement les États-Unis, connaissent une importante amélioration de leur productivité énergétique alors que celle du Québec diminue depuis 2000.

Le secteur industriel du Québec a assuré jusqu'à maintenant sa compétitivité grâce, entre autres, aux bas coûts de l'électricité. Or, les États-Unis et beaucoup d'autres pays dans le monde abaissent leurs coûts d'énergie par de nouvelles technologies de fabrication intelligente et par une meilleure gestion d'énergie.

La transition énergétique, dans une perspective d'assurer une amélioration de la productivité énergétique, est un enjeu capital pour la compétitivité du secteur industriel québécois.

### 5.2 L'image de l'industrie québécoise sur les marchés mondiaux

Le Québec connaît déjà les impacts des changements climatiques. Il s'est engagé dans les accords de Paris à contribuer de façon importante à la réduction des émissions de GES.

Le Québec s'est fixé des cibles audacieuses d'économies d'énergie et de réduction des émissions de GES qui ne pourront pas être atteintes sans une contribution significative du secteur industriel.

Ne pas atteindre les cibles de réduction des émissions, dans le contexte de l'importance que les pays et les entreprises y accordent au niveau international, affecterait l'image des entreprises et du Québec.

### 5.3 Le marché du carbone

Le marché du carbone ne regroupe pour le moment que trois joueurs : la Californie, l'Ontario et le Québec. Cependant, les entreprises industrielles évoluent sur des marchés nord-américains et mondiaux. Les entreprises soumises à cette compétition reçoivent gratuitement des droits d'émission (allocation) afin de réduire l'impact du coût carbone sur leur niveau de compétitivité. Toutefois, le coût carbone est appelé à augmenter au cours des prochaines années. Les entreprises qui n'auront pas réduit leurs émissions de GES pourraient voir leur niveau de compétitivité affectée de façon plus importante. À l'opposé, celles qui auront réduit leurs émissions pourraient en bénéficier.



## ANNEXE I – PÉNÉTRATION DES PROGRAMMES DES DISTRIBUTEURS ET DE TEQ DANS LES SOUS-SECTEURS FABRICATION, MINES ET CARRIÈRES

### EFFICACITÉ ÉNERGÉTIQUE

Les programmes les plus récents et les plus matures d'économies d'énergie des distributeurs et de TEQ sont présentés ici.

#### Électricité

Les programmes d'Hydro-Québec Distribution ont permis de réaliser d'économies d'électricité de 3 186 GWh durant la période 2004 à 2015<sup>75</sup>. Le tableau A1 présente les résultats des programmes en fonction de la grande industrie et de la PMI.

**TABLEAU A1 : Résultats des économies d'électricité des programmes d'Hydro-Québec dans les sous-secteurs fabrication, mines et carrières, agricole**

Périodes	Programmes	Clientèles	Consommation annuelle	Économies cumulées	Économies moyennes annuelles	Part de la consommation annuelle
2011-2015 (5 ans)	Offre intégrée en efficacité énergétique – Systèmes industriels (OIESI)	PMI, grande industrie, agricole	40 900 GWh (industrie seulement) <sup>76</sup> (147 PJ)	1393 GWh (5,0 PJ)	278,6 GWh (1,0 PJ)	0,68 %

Note : Les grandes industries à contrats particuliers, telles que les alumineries, étaient admissibles aux programmes *Initiatives industrielles – Grandes entreprises* (PIIGE) et *Analyse et démonstration industrielles – Grandes entreprises* (PADIGE) entre 2004 et 2010, mais, non admissibles au programme *Offres intégrées en efficacité énergétique pour les systèmes industriels* (OIEÉSI) après 2010.

Source : Hydro-Québec

#### Gaz naturel

Gaz Métro offre plusieurs programmes visant conjointement les clientèles industrielle, commerciale et institutionnelle tant pour ses grands consommateurs (marché Ventes Grandes Entreprises) que pour ses petits et moyens consommateurs (marché Affaires).

Toutefois, les bilans des programmes de Gaz Métro, bien qu'ils présentent les économies en fonction des marchés VGE et Affaires, ne les identifient pas spécifiquement aux secteurs commercial, institutionnel et industriel.

Afin d'illustrer l'incidence des programmes de Gaz Métro dans le secteur industriel, nous estimons les économies des sous-secteurs fabrication, mines et carrières en fonction de leur volume de consommation par rapport aux autres sous-secteurs.

Les résultats des programmes de Gaz Métro sont présentés dans le tableau A2.



**TABLEAU A2 : Estimation des économies de gaz naturel des programmes de Gaz Métro dans les sous-secteurs fabrication, mines et carrières<sup>u</sup>**

Périodes	Programmes	Clientèles	Consommation annuelle <sup>77</sup>	Économies cumulées	Économies moyennes annuelles	Part de la consommation annuelle
2006-2015 (10 ans)	Programmes marché Affaires	PMI	501,6 Mm <sup>3</sup> (19,0 PJ)	37,5 Mm <sup>3</sup> (1,4 PJ)	3,8 Mm <sup>3</sup> (0,14 PJ)	0,75 %
2006-2015 (10 ans)	Programmes marché VGE	Grande industrie	2 292,5 Mm <sup>3</sup> (86,9 PJ)	195,8 Mm <sup>3</sup> (7,4 PJ)	19,6 Mm <sup>3</sup> (0,74 PJ)	0,75 %
<b>Total (10 ans)</b>			<b>3 120,3 Mm<sup>3</sup> (105,9 PJ)</b>	<b>233,3 Mm<sup>3</sup> (8,8 PJ)</b>	<b>23,3 Mm<sup>3</sup> (0,84 PJ)</b>	<b>0,75 %</b>

Note : Les économies d'énergie ont été attribuées entre les secteurs CI et les secteurs manufacturiers, mines et carrières en fonction de leur volume de consommation.

Source : Gaz Métro

### **Produits pétroliers et autres combustibles fossiles**

Les programmes offerts par le BEIE visant les produits pétroliers et autres combustibles fossiles pour la période du PACC 2006-2012 ont permis de réduire les émissions de GES du secteur industriel de 1 508 kt éq. CO<sub>2</sub><sup>78</sup>.

Les projets subventionnés par le BEIE procurent des réductions d'émissions de GES avec économies d'énergie et sans économie d'énergie lorsqu'il s'agit d'une conversion vers une source moins polluante.

Il n'y a pas de données permettant de dégager les économies d'énergie pour la totalité des projets. Toutefois, un échantillon<sup>v</sup> de 235 projets dans les secteurs manufacturiers, mines et carrières réalisés entre 2014 et 2016 montre que 23 % des réductions d'émissions proviennent de conversions vers d'autres sources d'énergie; 70 % proviennent d'économies d'énergie et 7 % concernent la réduction d'émissions provenant de procédés. Le tableau A3 présente une évaluation des économies d'énergie selon cette ventilation.

<sup>u</sup> Données transmises par Gaz Métro pour notre évaluation du potentiel technico-économique

<sup>v</sup> Données transmises par TEQ



**TABLEAU A3 : Estimation des économies d'énergie des produits pétroliers des programmes du BEIE dans les sous-secteurs fabrication, mines et carrières**

Périodes	Natures des réductions des émissions	Réductions des émissions de GES	Consommation annuelle	Économies d'énergie cumulées	Économies d'énergie moyennes annuelles	Part de la consommation annuelle
2006-2012 (7 ans)	Conversions vers une source moins polluante	347 kt éq. CO <sub>2</sub>	-	-	-	-
2006-2012 (7 ans)	Économies d'énergie	1 057 kt éq. CO <sub>2</sub>	153 PJ	17,5 PJ	2,5 PJ	1,60 %

Note : Estimation des économies d'énergie basée sur le taux moyen d'émissions de GES.

Source : TEQ

Les programmes d'économies d'énergie des distributeurs et du BEIE ont réalisé une moyenne annuelle de 4,34 PJ d'économies dans les sous-secteurs fabrication, mines et carrières, visés par les programmes, soit 1,06 % des 406 PJ consommées.

### RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE GES

Les émissions de GES de source énergétique du secteur industriel (section 2.3, plus haut), s'établissaient à 14,0 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2014. Les sous-secteurs fabrication ainsi que mines et carrières y contribuaient pour 80 % (13,76 Mt éq. CO<sub>2</sub>)

Entre 2006 et 2012 (7 ans), les programmes du BEIE ont réalisé des réductions d'émissions de GES de 1 508 kt éq. CO<sub>2</sub> dans le secteur industriel dont 106 kt éq. CO<sub>2</sub> (7 %) provenait des procédés et 1 402 kt éq. CO<sub>2</sub> de projets de conversion vers des sources moins polluantes et de projets d'économies d'énergie (voir tableau A3). Il s'agit d'un taux annuel de réduction de 215 kt éq. CO<sub>2</sub> soit 1,54 % par année des émissions totale de GES du secteur provenant des produits pétroliers.

Quant au gaz naturel, entre 2006 et 2015 (10 ans), le distributeur a réalisé 233,3 Mm<sup>3</sup> d'économies de gaz contribuant à une réduction des émissions de GES de 439 kt éq. CO<sub>2</sub> soit 43,9 kt éq. CO<sub>2</sub> par an ou 0,31 % des émissions<sup>w</sup>.

<sup>w</sup> À noter que ces données excluent les conversions du mazout 6 vers le gaz naturel.



TABLEAU A4 : Estimation des réductions des émissions de GES dans les sous-secteurs fabrication, mines et carrières

	Sources d'énergie	Consommations annuelles	Émissions annuelles 2014	Réductions des émissions de GES	Part des émissions de GES par année
<b>BEIE (7 ans)</b>	Produits pétroliers et autres combustibles fossiles	153 PJ	14,0 Mt éq. CO <sub>2</sub>	1 402 kt éq. CO <sub>2</sub>	1,43 %
<b>Gaz Métro<sup>x</sup> (10 ans)</b>	Gaz naturel	133 PJ (3 510 Mm <sup>3</sup> )	14,0 Mt éq. CO <sub>2</sub>	439 kt éq. CO <sub>2</sub>	0,31 %
<b>Totaux (10 ans)</b>	<b>Tous les combustibles</b>	<b>286 PJ</b>	<b>14,0 Mt éq. CO<sub>2</sub></b>	<b>1 709 kt éq. CO<sub>2</sub></b>	<b>1,74 %</b>

Sources : MDDELCC. 2016. Bilan du PACC 2006 - 2012<sup>79</sup> et Gaz Métro

Entre 2006 et 2012, la réduction moyenne des émissions de GES liée aux programmes du BEIE et de Gaz Métro s'est élevée 1,74 % par année.

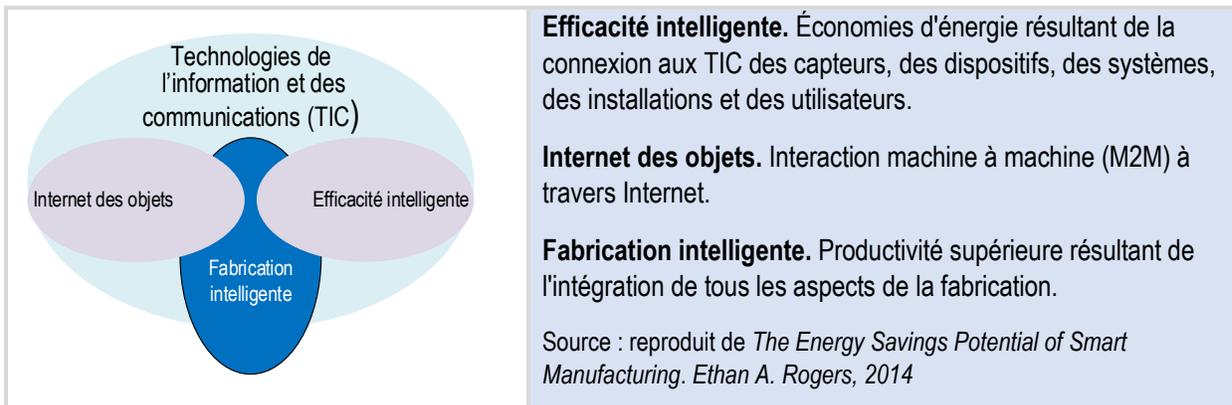
<sup>x</sup> Compilation des économies de gaz naturel provenant des suivis annuels des évaluations des programmes du PGÉÉ de Gaz Métro à la Régie de l'énergie et conversion en réduction des émissions de GES.



## ANNEXE II

### LA FABRICATION INTELLIGENTE (SMART MANUFACTURING)

La fabrication intelligente regroupe les technologies de l'information et des communications (TIC), Internet des objets et l'efficacité intelligente.



« La fabrication intelligente est issue de la possibilité de connecter à peu près à n'importe quel appareil tout autre objet ou [toute autre] personne. Elle est destinée à transformer le secteur industriel et son utilisation de l'énergie, des matières premières et du travail au cours des prochaines décennies. Les possibilités d'économies englobent l'électricité, le gaz naturel, les carburants de transport et d'autres combustibles ainsi que les matières premières<sup>80</sup>. »

« Collectivement, les experts dans le domaine de l'automatisation de la fabrication anticipent qu'en moyenne, les entreprises réaliseront une réduction de 20 % de leur intensité énergétique sur une période de 20 ans<sup>81</sup>. »

« Cela changera fondamentalement la façon dont les produits sont conçus, fabriqués, expédiés et vendus. Cela améliorera la sécurité des travailleurs et protégera l'environnement en rendant possibles zéro émission et la fabrication sans incident<sup>82</sup>. »

### TECHNIQUES D'AMÉLIORATION DE LA PRODUCTIVITÉ ÉNERGÉTIQUE

Des techniques permettent d'améliorer l'efficacité et la productivité énergétiques dans le cadre d'un système de gestion de l'énergie. Plusieurs outils sont issus du *Lean Manufacturing* largement connu dans les milieux industriels, une technique qui permet l'identification et la réduction des pertes.

Parmi les outils :

- *Lean & Energy (EPA)*;
- *Lean Energy Analysis* ciblant les PMI du *Industrial Assessment Centers (IAC)* du *USDOE* et de l'Université Dayton en Ohio<sup>83</sup>;
- *Lean Thinking and Energy Savings*, Virginia Tech<sup>84</sup>.

Ces outils LEAN utilisent entre autres une méthode de cartographie de la chaîne de valeur permettant de détecter les pertes, dont les gaspillages d'énergie, et d'améliorer les processus de fabrication et d'ajouter de la valeur manufacturière.

<sup>y</sup> Note : Le réseau des IAC compte 26 centres affiliés à des universités. Jusqu'à maintenant ils ont réalisé des interventions dans 196 000 PMI.



## RÉFÉRENCES

- 1 Registre des entreprises, Statistique Canada, décembre 2016.
- 2 *Idem.*
- 3 Institut de la statistique du Québec, 29 août 2017- *Produit intérieur brut réel aux prix de base par industrie, données mensuelles désaisonnalisées au taux annuel*, Québec
- 4 Op. cit. Statistique Canada, décembre 2016.
- 5 Op. cit. Institut de la statistique du Québec, 29 août 2017.
- 6 Op. cit. Statistique Canada, décembre 2016.
- 7 Données du MAPAQ.
- 8 Op. cit. Institut de la statistique du Québec, 29 août 2017
- 9 *Idem.*
- 10 Op. cit. Statistique Canada, décembre 2016.
- 11 Op. cit. Institut de la statistique du Québec, 29 août 2017
- 12 J. Harvey Consultant & Associés inc., 2011. *Évaluation de la consommation d'énergie du chauffage et de la climatisation - Marché industriel*, p. 9 et 10.
- 13 Op. cit. Institut de la statistique du Québec - PME manufacturières.
- 14 *Idem.*
- 15 J. Harvey Consultant & Associés inc., 2011. *Potentiel technico-économique d'économies d'énergie électrique des petites, moyennes et grandes industries du Québec*, p. 8.
- 16 *Idem.*
- 17 J. Harvey Consultant & Associés inc., 2017. *Potentiel technico-économique et commercial maximum réalisable d'économies d'énergie de gaz naturel pour la période 2018 à 2022*, février 2017
- 18 Québec, 1<sup>er</sup> novembre 2016. Émissions de gaz à effet de serre déclarées et vérifiées des établissements visés par le RSPED (Règlement concernant le système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre).
- 19 Whitmore, J. et P.-O. Pineau (2016). « *Portrait global de l'efficacité énergétique en entreprise au Québec* », Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal, <http://energie.hec.ca/pgeeeq2016/>
- 20 Op. cit. Whitmore et Pineau (2016), p. 10.
- 21 Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles. *Consommation industrielle d'énergie selon les industries*. Tableau 7.1.3.2. [En ligne], [\[http://mem.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-consommation-secteur.jsp\]](http://mem.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-consommation-secteur.jsp).
- 22 Op. cit. Whitmore et Pineau (2016)
- 23 MERN. *Consommation d'énergie par secteur*, [En ligne], [\[http://mem.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-consommation-secteur.jsp\]](http://mem.gouv.qc.ca/energie/statistiques/statistiques-consommation-secteur.jsp), (Consulté le 3 juillet 2017).
- 24 Op. cit., Institut de la statistique du Québec, 29 août 2017.
- 25 IAE, 2016. *Energy Efficiency Indicators—Highlights*. (Données compilées de Part II : Country Graphs and Tables).
- 26 European Union Energy, 2015. *Efficiency Trends and Policies in Industry*, p. 45.
- 27 The Institute for Industrial Productivity. JP-4:Mandatory Energy Management.[En ligne], [\[http://iepd.iipnetwork.org/policy/mandatory-energy-management/\]](http://iepd.iipnetwork.org/policy/mandatory-energy-management/).
- 28 Akira Ishihara, 2008. *Industrial Energy Efficiency in Japan*. (Présentation dans le cadre de l'International Energy Management System Standard, São Paulo, 27-29 August 2008).
- 29 *Accelerate Energy Productivity 2030*. [En ligne], [\[http://www.energy2030.org/\]](http://www.energy2030.org/). (Consulté le 5 juillet 2017).
- 30 *Certifying Increased Energy Productivity under ISO 50001*. [En ligne], [\[https://energy.gov/eere/amo/superior-energy-performance\]](https://energy.gov/eere/amo/superior-energy-performance).
- 31 Damon C. Nix, Thomas E. Sammon Georgia Tech Cross-Functional Value Stream Mapping—*An integrated approach to safety, energy management and process improvement*.
- 32 *National Energy Productivity Plan 2015- 2030*. [En ligne], [\[www.coagenergycouncil.gov.au/sites/prod.energycouncil/files/publications/documents/National%20Energy%20Productivity%20Plan%20release%20Version%20FINAL\\_0.pdf\]](http://www.coagenergycouncil.gov.au/sites/prod.energycouncil/files/publications/documents/National%20Energy%20Productivity%20Plan%20release%20Version%20FINAL_0.pdf). [Consulté le 3 juillet 2017].
- 33 *ClimateWorks*. [En ligne], [\[www.energyproductivity.net.au/\]](http://www.energyproductivity.net.au/). (Consulté le 8 juillet 2017).
- 34 *2xEP*. [En ligne], [\[www.2xep.org.au/about-2xep.html\]](http://www.2xep.org.au/about-2xep.html). (Consulté le 5 juillet 2017).
- 35 Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (MDDELCC), 2016. *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2014 et leur évolution depuis 1990*, p. 21.
- 36 *Idem*, p. 21.
- 37 MDDELCC, 2016-10-20. *Inventaire Québécois des Émissions Atmosphériques (IQÉA)*, Direction générale de la réglementation carbone et des données d'émission, Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.
- 38 *Idem*.
- 39 *Idem*.
- 40 Op. cit. Institut de la statistique du Québec, 29 août 2017



Participez  
à la transition  
énergétique!

- 41 Base de données nationale sur la consommation d'énergie. *Industrie, tableau 10.*
- 42 Op. cit. J. Harvey Consultant & Associés inc., 2011. p. 1.
- 43 J. Harvey Consultant & Associés inc., 2012. *Potentiel technico-économique de gaz naturel pour les secteurs résidentiel, commercial, institutionnel et industriel du Québec pour la période 2013 à 2017.* Compilé des p. 45, 46, 53.
- 44 J. Harvey Consultant & Associés inc., 2010. *Potentiel technico-économique et commercial d'économies de combustibles et de carburants utilisés en industrie.* (Donnée compilée du sommaire à la direction).
- 45 Weston Berg, Seth Nowak, Meegan Kelly, Shruti Vaidyanathan, Mary Shoemaker, Anna Chittum, Marianne DiMascio, and Chetana Kallakuri, September 2016. ACEEE. *The 2016 State Energy Efficiency Scorecard*, p. 28 et 31.
- 46 Grace Relf, Brendon Baatz, et Seth Nowak, June 2017. ACEEE *2017 Utility Energy Efficiency Scorecard*, p. viii
- 47 Légis Québec. [En ligne], [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2015>] (Consulté le 6 juillet 2017).
- 48 *Idem.* [En ligne], [<http://legisquebec.gouv.qc.ca/fr/ShowDoc/cr/Q-2,%20r.%2046.1>]. (Consulté le 6 juillet 2017).
- 49 Gazette officielle du Québec, [En ligne], [[www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=13&file=1720-F.PDF](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=13&file=1720-F.PDF)]. (Consulté le 6 juillet 2017). Est-ce bien 2017?
- 50 The Institute for Industrial Productivity. JP-4:Mandatory Energy Management. [En ligne], [<http://iepd.iipnetwork.org/policy/mandatory-energy-management>].
- 51 Akira Ishihara, 2008. *Industrial Energy Efficiency in Japan.* (Présentation dans le cadre de l'International Energy Management System Standard, São Paulo, 27-29 août 2008).
- 52 Maja et coll., 2014. *Models for Driving Energy Efficiency Nationally Using Energy Management*, p. 11
- 53 LIEN. [En ligne], [[http://www.seai.ie/Your\\_Business/Large\\_Energy\\_Users/LIEN](http://www.seai.ie/Your_Business/Large_Energy_Users/LIEN)].
- 54 Intelligent Energy Europe, 2015. *Energy Efficiency Trends and Policies In Industry*, p. 69
- 55 Institute for Energy Management Professionals (IEMMP). [En ligne], [<https://ienmp.org>].
- 56 Department of Energy –Toolbox & Expertise. [En ligne], [<https://energy.gov/eere/amo/toolbox-and-expertise>].
- 57 CascadeEnergy. *Overview of Strategic Energy Management Cohorts*, p. 4
- 58 Op. cit. BC Hydro.
- 59 Environmental Protection Agency. [Lean & Energy Toolkit]. [En ligne], [[www.epa.gov/lean/lean-energy-toolkit-preface](http://www.epa.gov/lean/lean-energy-toolkit-preface)]. (Consulté le 7 juillet 2017).
- 60 NH Manufacturing Extension Partnership (MEP). [En ligne], [[http://www.nhmep.org/lean\\_green\\_and\\_energy.html](http://www.nhmep.org/lean_green_and_energy.html)]. (Consulté le 6 juillet 2017).
- 61 Nyserda's Lean Program. [En ligne], [[www.nyserda.ny.gov/LeanResources](http://www.nyserda.ny.gov/LeanResources)]. (Consulté le 9 juillet 2010).
- 62 Office of Energy Efficiency & Renewable Energy. ISO 50001 Energy Management Standard.[En ligne], [[www.energy.gov/ISO50001](http://www.energy.gov/ISO50001)].(Consulté le 6 juillet 2017).
- 63 Ressources naturelles Canada. ISO 50001 Energy Management Systems Standard.[En ligne], [[www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/industry/cipec/5379](http://www.nrcan.gc.ca/energy/efficiency/industry/cipec/5379)]. (Consulté le 6 juillet 2017).
- 64 Henning Ellermann, 2016. *Energy Efficiency in Germany. Opportunities for Swedish Innovators.*
- 65 Op. cit., Johanne Whitmore et Pierre-Olivier Pineau, 2015.
- 66 Karl Rettino-Parazelli, *Le Devoir*, 3 novembre 2015. «°Le Québec a un urgent besoin de main-d'œuvre qualifiée°». [En ligne], ([www.ledevoir.com/economie/actualites-economiques/454181/le-quebec-a-un-urgent-besoin-de-main-d-oeuvre-qualifiee](http://www.ledevoir.com/economie/actualites-economiques/454181/le-quebec-a-un-urgent-besoin-de-main-d-oeuvre-qualifiee)). Tel que lu le 11 juillet 2017.
- 67 J. D. Bellavance, *La Presse*, 30 janvier 2013. «°Mines°: bons résultats, mais pénurie de main-d'œuvre°». [En ligne] [<http://affaires.lapresse.ca/economie/energie-et-ressources/201301/30/01-4616425-mines-bons-resultats-mais-penurie-de-main-doeuvre.php>]. (Consulté le 19 juillet 2017).
- 68 Deloitte, 2016. *Étude sur l'écosystème d'affaires de la construction au Québec*, p. 32
- 69 Workopolis. Top 7 des industries en pénurie de main-d'œuvre. [En ligne], [<https://careers.workopolis.com/fr/advice/top-7-des-industries-en-penurie-de-main-doeuvre/>]. (Consulté le 11 juillet 2017).
- 70 Guy Barthell, Raymond Chabot Grant Thorthon. *Présentation à la Chambre de commerce du Montréal métropolitain, 21 février 2014. La relance du manufacturier : perspectives, opportunités et stratégies.* p. 14.
- 71 Ethan A. Rogers et Eric Junga, ACEEE, 2017. «° Intelligent Efficiency Technology and Market Assessment°»
- 72 The Boston Consulting Group, 2015. *Made in America, Fourth Annual Survey of U.S. Based Manufacturing Executives*, p. 2, 7.
- 73 Andy Blatchford, *La Presse*, 26 avril 2017. «° Baisses d'impôt aux É.-U.°: une menace pour la compétitivité du Canada. [En ligne], [<http://affaires.lapresse.ca/economie/canada/201704/26/01-5092184-baisses-dimpot-aux-e-u-une-menace-pour-la-competitivite-du-canada.php>]. (Consulté le 12 juillet 2017).
- 74 IEA, 2016. *World Energy Outlook 2016*, p. 48.
- 75 Hydro-Québec, 2014. *Plan global en efficacité énergétique– Budget 2015.* HQD-10, document 1, p. 27
- 76 J. Harvey Consultant & Associés inc., 2011. *Potentiel technico-économique d'économies d'électricité des petites, moyennes et grandes industries du Québec*, p. 9
- 77 J. Harvey Consultant & Associés inc., 2012. *Potentiel technico-économique et commercial maximum réalisable d'économies d'énergie de gaz naturel pour la période de 2012 à 2017*, 2012, p. 45, 46.
- 78 Québec, ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, 2016. *Bilan du PACC 2006-2012*, p. 28 et 29
- 79 Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques. 2016. *Bilan du PACC 2006 – 2012*, p. 28 et 29

Participez  
à la transition  
énergétique!

- <sup>80</sup> Ethan A. Rogers, 2014. *The Energy Savings Potential of Smart Manufacturing*. ACEEE Report, p. iv
- <sup>81</sup> *Idem*, p. 27
- <sup>82</sup> Warren, C., 2011. «°Industrial Evolution: Reinventing Manufacturing°». *NYSE Magazine*.
- <sup>83</sup> John Seryak, Kelly Kissock, 2005. University of Dayton Lean Energy Analysis: Guiding Industrial Energy Reduction Efforts to the Theoretical Minimum Energy Use.
- <sup>84</sup> Dr. Henry Quesada-Pineda, Virginia Tech., 2013. *Lean Thinking and Energy Savings*.



Participez  
à la transition  
énergétique!