

## Notes méthodologiques

Préparées par Benjamin Israël, avec la collaboration de Johanne Whitmore et Pierre-Olivier Pineau<sup>1</sup>

Janvier 2020

### Graphique 2 - Bilan énergétique du Québec, 2017

Cette section présente la méthodologie utilisée pour calculer chacun des flux énergétiques qui apparaît dans le graphique 2 de l'État de l'énergie au Québec 2020. Sauf mention contraire, les données proviennent du *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* publié par Statistique Canada<sup>2</sup>. Il est à noter que le *Bulletin* pour l'année 2017 contient un plus grand nombre de données confidentielles que les années précédentes, nécessitant un recours accru à d'autres sources de données ou à des estimations.

#### Biomasse

Les données liées à la production et à l'utilisation de la biomasse proviennent de différentes sources :

- Production d'électricité : les données proviennent Transition énergétique Québec. Il est à noter que les données contiennent indistinctement la production d'électricité à partir de biomasse et de déchets. L'efficacité des centrales thermiques est estimée à 30 %.
- L'utilisation de la biomasse dans le secteur des transports correspond à la production de biocarburants tels que le bioéthanol et le biodiesel. En l'absence de données historiques disponibles pour 2017, ce chiffre provient de la prévision réalisée par Transition énergétique Québec au moyen du modèle MÉDÉE<sup>3</sup>. Ce chiffre (7,98 PJ) est une prévision pour l'année 2016 et reste très proche à la fois de la dernière donnée historique disponible (7,96 PJ en 2015) et de la projection pour l'année 2021 (7,74 PJ). Il est à noter que le Québec importe des quantités de biocarburants plus importantes que celles affichées sur le diagramme (bioéthanol notamment). Ces données sont cependant confidentielles.

<sup>1</sup> Correspondance : Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal, [energie@hec.ca](mailto:energie@hec.ca)

<sup>2</sup> Statistique Canada, 2019. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*, « Tableau 2-7: L'énergie primaire et secondaire, térajoules — Québec », [www150.statcan.gc.ca/n1/pub/57-003-x/2019002/tbl/tbl-2-7-fra.htm](http://www150.statcan.gc.ca/n1/pub/57-003-x/2019002/tbl/tbl-2-7-fra.htm)

<sup>3</sup> Transition énergétique Québec, 2018. « Prévision de la demande d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre », présentation à la Direction générale des affaires stratégiques et des partenaires le 19 mars 2018.

- Utilisation dans le secteur résidentiel: les données proviennent de Transition énergétique Québec et comprennent le bois de chauffage.
- Utilisation dans le secteur industriel : les données proviennent de Transition énergétique Québec et comprennent les déchets de bois solides et la lessive de pâte épuisée. Les données ne comprennent pas les biocombustibles<sup>4</sup> utilisés dans l'agriculture.

#### Coke de pétrole

Les volumes de coke de pétrole importés et utilisés au Québec sont classés confidentiels en 2017. La disponibilité de coke était marginale en 2015 (1 PJ), dernière année pour laquelle ce chiffre est connu.

#### Consommation de produits pétroliers raffinés dans le secteur résidentiel

Les données de la consommation de produits pétroliers raffinés étaient confidentielles pour 2017 au moment de réaliser le graphique. Ce chiffre est estimé à partir des données des émissions de gaz à effet de serre fournies par Environnement et Changement Climatique Canada (ECCC)<sup>5</sup> en utilisant un facteur d'émission de GES de 66,2 kg CO<sub>2</sub>e/GJ. Le chiffre de 25 PJ estimé pour l'année 2017 est proche – quoique sensiblement supérieur – de celui de l'année 2015 (20 PJ), dernière année pour laquelle cette donnée est connue. Il est à noter que cette estimation est imprécise du fait que l'on ne connaît pas précisément le type de produits pétroliers raffinés utilisés dans le secteur résidentiel et que différents produits pétroliers raffinés ont des facteurs d'émissions différents. Par ailleurs, les données d'ECCC indiquent des volumes d'émissions de méthane anormalement élevées pour le secteur résidentiel au Québec.<sup>6</sup> Les échanges avec le MELCC qui travaille sur l'inventaire des émissions québécoises n'ont pas permis de faire la lumière sur la source de ces émissions de méthane.

#### Électricité – source hydraulique

La donnée de production d'électricité de Statistique Canada comprend les sources hydraulique, nucléaire, éolienne et marémotrice, et présente à la fois les données sur l'électricité primaire et secondaire. Le Québec n'ayant aucune production d'électricité nucléaire et marémotrice, nous supposons que la donnée de production d'électricité de Statistique Canada est principalement de source hydraulique et éolienne. La part de source éolienne est estimée à partir des données fournies par Transition énergétique Québec (voir note « Électricité – source éolienne » ci-dessous) et retranchée du total fournit par Statistique Canada.

#### Électricité – source éolienne

Les données de production d'électricité éolienne proviennent de Transition énergétique Québec. L'énergie primaire associée à l'éolien est rétrocalculée en utilisant un facteur de conversion énergétique de 25 % (cf. : note méthodologique *Facteurs de conversion énergétique pour les technologies de production d'électricité*). À noter que la donnée de production d'électricité hydraulique comprend les sources éoliennes (voir note « Électricité – source hydraulique » ci-dessus).

<sup>4</sup> Les biocombustibles comprennent le bois de chauffage dans le secteur résidentiel, les déchets de bois solides et la lessive de pâte épuisée utilisés dans le secteur industriel. Les biocarburants (éthanol, biodiesel) et le biogaz ne sont pas pris en compte.

<sup>5</sup> Environnement et Changement climatique Canada, *Rapport d'inventaire national : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada – 1990-2017*, Table A11–10, 2019.

<sup>6</sup> Environnement et Changement climatique Canada, *Rapport d'inventaire national : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada – 1990-2017*, Table A11–11, 2019.

### **Facteurs de conversion en énergie utile**

Les facteurs d'efficacité utilisés pour la conversion de l'énergie secondaire en services finaux ont été proposés par l'équipe du *Canadian Energy Systems Analysis Research* (CESAR)<sup>7</sup> en fonction de l'éventail technologique utilisé par un secteur donné au Québec. Ces facteurs ont des ordres de grandeur semblables aux facteurs utilisés dans les bilans énergétiques de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) et de Ressources naturelles Canada. Le graphique 38 dans *l'État de l'énergie au Québec 2020* utilise les facteurs d'efficacité suivants (entre parenthèses se trouve le facteur utilisé par le Groupe consultatif national sur les sciences et technologies relatives à l'énergie durable [2006, p.79] dans leur rapport, *Construire des alliances puissantes : priorités et orientations en sciences et en technologies énergétiques au Canada*) :

- Secteurs résidentiel et commercial : 0,76 (0,71)
- Industrie : 0,66 (0,61)
- Transport : 0,25 (0,20)

### **Facteurs de conversion énergétique pour les technologies de production d'électricité**

Les facteurs suivants ont été utilisés pour rétrocalculer l'énergie primaire nécessaire à la production d'électricité :

- Hydroélectricité : 90 % de l'énergie liée à la chute de l'eau dans un barrage hydroélectrique est convertie en électricité<sup>8</sup>.
- Éolien : 25 % de l'énergie du vent est convertie en électricité par l'éolienne<sup>9</sup>.
- Centrales thermiques : l'efficacité présumée des centrales thermiques produisant de l'électricité à partir du gaz naturel, de la biomasse et des déchets est estimée à 30 %.

### **Gaz naturel**

Le Québec a produit 3 PJ de gaz naturel en 2017. Il s'agit de gaz naturel renouvelable produit par la valorisation de déchets organiques provenant de décharges municipales.

### **Importations et exportations d'électricité**

Ces flux incluent les importations et exportations internationales à destination et au départ du Québec, ainsi que les transferts d'électricité entre le Québec et les provinces voisines. Les transferts interprovinciaux sont calculés à partir des données des opérateurs réseaux voisins (Ontario, Nouveau Brunswick). Les importations d'hydro-électricité affichées sur le diagramme proviennent des données d'Hydro-Québec et correspondent à l'achat d'électricité produite par l'usine hydroélectrique de Churchill Falls en Terre-Neuve-et-Labrador<sup>10</sup>.

<sup>7</sup> [www.cesarnet.ca](http://www.cesarnet.ca)

<sup>8</sup> Pew Center on Global Climate Change, 2009. *Climate TechBook*, [www.c2es.org/docUploads/Hydropower10%2009\\_FINAL\\_cleanPDF.pdf](http://www.c2es.org/docUploads/Hydropower10%2009_FINAL_cleanPDF.pdf)

<sup>9</sup> Grogg, K., 2005. *Harvesting the Wind: The Physics of Wind Turbines*, Carleton College, [http://apps.carleton.edu/campus/library/digitalcommons/assets/pacp\\_7.pdf](http://apps.carleton.edu/campus/library/digitalcommons/assets/pacp_7.pdf)

<sup>10</sup> Hydro-Québec, 2018. *Rapport sur le développement durable 2017*, [www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-developpement-durable-2017.pdf](http://www.hydroquebec.com/data/documents-donnees/pdf/rapport-developpement-durable-2017.pdf)

<b>Importations et exportations de produits pétroliers raffinés</b>	Ces flux incluent une estimation de toutes les importations et exportations nationales et internationales à destination et au départ du Québec. Les volumes d'importation et d'exportation des produits pétroliers raffinés sont confidentiels dans le <i>Bulletin</i> en 2017 et un autre tableau publié par Statistique Canada est utilisé pour estimer ces volumes <sup>11,12</sup> .
<b>Importations de pétrole brut</b>	Les importations de pétrole brut au Québec sont classées confidentielles en 2016 et 2017. Elles sont estimées en jumelant la production de produits pétroliers raffinés indiquée par Statistique Canada au taux de conversion moyen du pétrole brut en produits pétroliers raffinés entre 2012 et 2015 (dernières années pour lesquelles ces données sont connues).
<b>Liquides de gaz naturels</b>	Les liquides de gaz naturel (essentiellement le propane et le butane) sont inclus dans les produits pétroliers raffinés.
<b>Secteur agricole</b>	L'énergie utilisée pour l'agriculture (hors engrais) est comptabilisée dans le secteur industriel (33 PJ en 2017).
<b>Secteur non-énergétique</b>	Ce secteur inclut la production d'asphalte, de plastique, de lubrifiant, d'engrais chimique et d'autres produits non énergétiques à base d'hydrocarbures. La différence de 4 PJ entre les données du diagramme et le total pour le secteur indiqué dans les données de Statistique Canada (2019) s'explique par une utilisation de gaz naturel et de charbon trop faible pour être affichée sur le diagramme (respectivement 0,4 PJ et 2 PJ) <sup>13</sup> ainsi que le fait que les données liées à l'utilisation de coke sont confidentielles.
<b>Sources d'énergie</b>	Les flux d'énergie représentés dans le graphique 2 incluent la variation des stocks, les transferts interproduits, ainsi que les autres mises à jour apportées par Statistique Canada.
<b>Transports – Ventilation de l'utilisation d'énergie</b>	L'utilisation d'énergie dans le secteur des transports est ventilée par mode de transport – « Véhicules personnels », « Marchandises » et « Voyageurs » – en utilisant les parts de marché issues des données de Ressources naturelles Canada <sup>14</sup> pour l'année 2017 : <ul style="list-style-type: none"> <li>• Véhicules personnels : 47,5%</li> <li>• Marchandises : 36,7%</li> <li>• Voyageurs : 15,8%</li> </ul>

<sup>11</sup> Statistique Canada, 2018. *Approvisionnement et utilisation de produits pétroliers raffinés*, « Tableau : 25-10-0044-01 », [www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510004401&request\\_locale=fr](http://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510004401&request_locale=fr)

<sup>12</sup> Les volumes de produits pétroliers raffinés sont convertis en contenu énergétique en utilisant les coefficients de conversion énergétique fournis par Statistique Canada, 2018. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada: Préliminaire 2017*, p.132, [www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/57-003-x/57-003-x2019002-fra.pdf](http://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/57-003-x/57-003-x2019002-fra.pdf)

Les volumes échangés sont classés confidentiels pour certains mois. Ces données sont estimées à partir de la moyenne des autres mois. Les volumes des exportations internationales, confidentielles en 2017, sont estimés à partir de l'année 2016. Un ajustement de +14 PJ permet aux flux entrants et sortants de la boîte « Distribution de produits raffinés » de s'équilibrer.

<sup>13</sup> Les flux d'énergie inférieurs à 3 PJ ne sont pas affichés sur le diagramme.

<sup>14</sup> Ressources naturelles Canada, 2019. *Base de données nationale sur la consommation d'énergie*, « Tableau 7 : Consommation d'énergie secondaire par mode de transport », donnée préliminaires.

### Utilisation d'électricité dans le secteur des transports

Selon Statistique Canada (2019), l'utilisation d'électricité dans le secteur des transports représentait moins de 2 PJ en 2017. Ce flux est donc absent du graphique 2 parce que seuls les flux d'énergie supérieurs à 3 PJ sont affichés.

### Vapeur

La vapeur, utilisée principalement dans des procédés industriels, n'est produite qu'en très petite quantité au Québec (4 PJ en 2017). Elle n'est donc pas représentée dans le graphique 2.

## Graphique 39 - Bilan des émissions de gaz à effet de serre au Québec, 2017

Cette section présente la méthodologie utilisée pour générer le *Graphique 39 Bilan des émissions de gaz à effet de serre [GES] au Québec, 2017*. Ce graphique montre les émissions de GES au point d'utilisation de l'énergie, exprimées en million de tonnes d'équivalent CO<sub>2</sub> (Mt éq. CO<sub>2</sub>). Les émissions de GES inférieures à 1 Mt éq. CO<sub>2</sub> ne sont pas affichées sur ce diagramme. Certains totaux ne s'additionnent pas parfaitement en raison de l'arrondissement.

### Données des émissions de GES non liées à la production d'énergie (procédés industriels, agriculture, déchets)

Ces données proviennent du *Rapport d'inventaire national : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada – 1990-2017* publié par Environnement et Changement climatique Canada (2019). Le rapport est disponible sur le site Internet de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques<sup>15</sup>.

### Calcul des émissions de GES par source d'énergie

Les données d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC) n'incluent pas les émissions de GES par source d'énergie. Les émissions des GES ont donc été calculées sur la base des émissions de CO<sub>2</sub>, et ces calculs ont donné des résultats très près de ceux d'ECCC pour l'année 2017.

Les émissions de CO<sub>2</sub> ont été calculées en utilisant les données des flux d'énergie publiés par Statistique Canada dans le *Bulletin sur la disponibilité et l'écoulement d'énergie au Canada*<sup>16</sup> combinées aux facteurs d'émissions suivants :

- Gaz naturel : 48,6 kg éq. CO<sub>2</sub>/GJ
- Produits pétroliers : 66,2 kg éq. CO<sub>2</sub>/GJ
- Charbon : 89,1 kg éq. CO<sub>2</sub>/GJ

Ces facteurs permettent de calculer les émissions de CO<sub>2</sub> par source d'énergie pour chacun des secteurs économiques. Les notes suivantes décrivent comment ces facteurs d'émissions ont été calculés pour l'*État de l'énergie au Québec 2019* :

- Gaz naturel : le facteur d'émissions en CO<sub>2</sub> équivalent est calculé à partir des facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (méthane), et N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote) publiés dans le *Rapport d'inventaire national*<sup>17</sup>, jumelés avec les

<sup>15</sup> <https://unfccc.int/process-and-meetings/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2019>

<sup>16</sup> *Op. cit.*

<sup>17</sup> Partie 2, Tableaux A6-1 et A6-2.

potentiels de réchauffement global du quatrième rapport d'évaluation du GIEC<sup>18</sup>. Le résultat, exprimé en g éq. CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, est converti en kg éq. CO<sub>2</sub>/GJ en utilisant le coefficient de conversion énergétique du gaz naturel publié par Statistique Canada<sup>19</sup>.

- Produits pétroliers : le facteur d'émissions en CO<sub>2</sub> équivalent est calculé à partir des facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (méthane), et N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote) publiés dans le *Rapport d'inventaire national*<sup>20</sup>, combinés avec les potentiels de réchauffement global du quatrième rapport d'évaluation du GIEC<sup>21</sup>. Le résultat, exprimé en g éq. CO<sub>2</sub>/l, est converti en kg éq. CO<sub>2</sub>/GJ en utilisant le coefficient de conversion énergétique de l'essence à moteur publié par Statistique Canada<sup>22</sup>.
- Charbon : le facteur d'émissions en CO<sub>2</sub> équivalent est calculé à partir des facteurs d'émissions de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (méthane), et N<sub>2</sub>O (protoxyde d'azote) publiés dans le *Rapport d'inventaire national*<sup>23</sup>, combiné avec les potentiels de réchauffement global du quatrième rapport d'évaluation du GIEC<sup>24</sup>. Le résultat, exprimé en kg éq. CO<sub>2</sub>/t, est converti en kg éq. CO<sub>2</sub>/GJ en utilisant le coefficient de conversion énergétique du charbon bitumineux importé publié par Statistique Canada<sup>25</sup>.

Au total, il y a une différence d'approximativement +1.3 Mt CO<sub>2</sub> (soit +1.7 %) entre le total du graphique 39 de *l'État de l'énergie au Québec 2020*, et celui présenté dans le *Rapport d'inventaire national*.

#### **Génération d'électricité**

En raison de l'importante contribution de l'hydroélectricité dans la production d'électricité au Québec, la génération d'électricité n'émet que 0,2 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2017. Les émissions inférieures à 1 Mt éq. CO<sub>2</sub> ne sont pas représentées dans le graphique 39.

#### **Émissions fugitives**

Les émissions fugitives de gaz à effet de serre, émises en quantité négligeable au Québec (0,3 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2017), ont été intégrées au secteur des déchets.

#### **Utilisation non énergétique du pétrole**

Ce secteur inclut la production d'asphalte, de plastique, de lubrifiant et d'engrais chimique, entre autres.

<sup>18</sup> Le *Rapport d'inventaire national* (2018) utilise les potentiels de réchauffement global du 4<sup>e</sup> rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), soit 25 pour le méthane et 298 pour le protoxyde d'azote (échelle de temps de 100 ans). Voir : IPCC, *Changes in Atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*, p. 212, In *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. [www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter2.pdf)

<sup>19</sup> Statistique Canada, 2019. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada: Préliminaire 2017*, p.132, <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/57-003-x/57-003-x2019002-fra.pdf>

<sup>20</sup> Partie 2, Tableau A6-4.

<sup>21</sup> *Op. cit.*

<sup>22</sup> *Op. cit.*

<sup>23</sup> Partie 2, Tableaux A6-8 et A6-10. Le coefficient d'émission moyen du charbon importé de Pennsylvanie est utilisé pour ce calcul.

<sup>24</sup> *Op. cit.*

<sup>25</sup> *Op. cit.*