



Chaire de gestion  
du secteur de l'énergie  
**HEC MONTRÉAL**

Québec

# ÉTAT DE L'ÉNERGIE AU QUÉBEC

ÉDITION 2021

## Notes méthodologiques

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

Novembre 2020

### Graphique 2 - Bilan énergétique du Québec, 2018

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 2021. Sauf mention contraire, les données proviennent du tableau 25-10-0029-01 : *Disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* publié de Statistique Canada<sup>2</sup>. Un certain nombre de données dans ce tableau est confidentiel pour l'année 2018, nécessitant le recours à d'autres sources de données ou à des estimations. Les flux d'énergie inférieurs à trois pétajoules (PJ) ne sont pas affichés sur ce diagramme.

#### **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. Les données utilisées dans le diagramme proviennent d'une étude réalisée par Navius qui estime à 9,5 et 0,6 PJ la consommation respective de bioéthanol et de biodiesel au Québec en 2018<sup>3</sup>. En l'absence de données gouvernementales officielles, les auteurs assument que 100 % du bioéthanol est utilisé pour les véhicules personnels, tandis que le biodiesel est utilisé à parts égales par le secteur des marchandises et le transport de voyageurs.

<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, 2020. *Disponibilité et écoulement d'énergie primaire et secondaire en térajoules, annuel*.  
[https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510002901&request\\_locale=fr](https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2510002901&request_locale=fr)

<sup>3</sup> Navius Research Inc., 2020. *Biofuels in Canada 2020*, [www.naviusresearch.com/publications/2020-biofuels-in-canada/](http://www.naviusresearch.com/publications/2020-biofuels-in-canada/)

- Utilisation dans le secteur résidentiel : les données proviennent de Transition énergétique Québec et comprennent le bois de chauffage.
- Utilisation dans le secteur commercial et institutionnel : il n'existe pas de données publiques sur la consommation de biomasse dans ce secteur. Toutefois, la prévision réalisée par Transition énergétique Québec, au moyen du modèle MÉDÉE, indiquait une consommation de l'ordre de 1,8 PJ en 2016, ce qui est en deçà du seuil de 3 PJ pour l'indiquer sur le diagramme<sup>4</sup>.
- 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 utilisés dans l'agriculture.

#### **Coke de pétrole**

Les volumes de coke de pétrole importés et utilisés au Québec sont classés confidentiels en 2018. La disponibilité de coke était marginale en 2015 (1 PJ), dernière année pour laquelle ce chiffre est connu.

#### **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 qui serait associée à l'éolien a été calculée rétroactivement 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).

#### **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>5</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 40 dans *l'État de l'énergie au Québec 2021* 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)

<sup>4</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.

<sup>5</sup> [www.cesarnet.ca](http://www.cesarnet.ca)

- 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>6</sup>.
- Éolien : 25 % de l'énergie du vent est convertie en électricité par l'éolienne<sup>7</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 4 PJ de gaz naturel en 2018. Il s'agit de gaz naturel renouvelable produit par la valorisation de déchets organiques provenant de décharges municipales.

### Hydrogène

Transition énergétique Québec estime que la province a produit 90 kilotonnes d'hydrogène en 2018<sup>8</sup>. Cet hydrogène dite « gris », produit à partir de gaz naturel en utilisant la technique de vaporeformage, correspond à 10,8 PJ et a été utilisé exclusivement par les raffineries de Suncor et Valero pour dans un contexte de production de produits pétroliers raffinés. La quantité de gaz naturel nécessaire à la production d'hydrogène a été estimée en utilisant un facteur de conversion de 76 %, correspondant à une large unité de vaporeformage<sup>9</sup>. Aucune production d'hydrogène dite « verte », c'est-à-dire produite à partir d'électrolyse, n'est enregistrée.

### 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, Nouvelle-Écosse, État de New York). Les importations d'hydro-électricité affichées sur le diagramme proviennent du tableau 25-10-0030-01 de Statistique Canada et correspondent à l'achat d'électricité produite par l'usine hydroélectrique de Churchill Falls en Terre-Neuve-et-Labrador<sup>10</sup>.

### Importations et exportations de produits pétroliers raffinés

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 tableau 25-10-0029-01 et un autre tableau publié par Statistique Canada est utilisé pour estimer ces volumes<sup>11</sup>. Les volumes de produits pétroliers raffinés sont convertis en contenu

<sup>6</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>7</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>8</sup> Transition énergétique Québec, 2020. *Étude sur le potentiel de la filière de l'hydrogène au Québec dans la transition énergétique*, p. 20. [https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/expertises/PPT\\_webinaire\\_H2\\_20200714.pdf](https://transitionenergetique.gouv.qc.ca/fileadmin/medias/pdf/expertises/PPT_webinaire_H2_20200714.pdf)

<sup>9</sup> A. Rödl et al, 2018. *Chapter 3 - Assessment of Selected Hydrogen Supply Chains—Factors Determining the Overall GHG Emissions*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128111970000038>

<sup>10</sup> Hydro-Québec, 2018. *Rapport sur le développement durable 2018*, [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)

<sup>11</sup> Statistique Canada, 2020. *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)

énergétique en utilisant les coefficients de conversion énergétique fournis par Statistique Canada<sup>12</sup>. 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. Cette estimation, combinée au fait que le contenu énergétique des produits pétroliers change lors de leur transformation en produits raffinés, explique un écart de 28 PJ entre les flux entrants et sortants de la boîte « Distribution de produits raffinés ».

#### **Importations de pétrole brut**

Les importations de pétrole brut au Québec sont classées confidentielles depuis 2016. 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).

#### **Liquides de gaz naturels**

Les liquides de gaz naturel (essentiellement le propane et le butane) sont inclus dans les produits pétroliers raffinés.

#### **Secteur agricole**

L'énergie utilisée pour l'agriculture (hors engrais) est comptabilisée dans le secteur industriel (36 PJ en 2018).

#### **Secteur non-énergétique**

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 2 PJ entre les données du diagramme et le total pour le secteur indiqué dans les données de Statistique Canada (2020) 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.

#### **Sources d'énergie**

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.

#### **Transports – Ventilation de l'utilisation d'énergie**

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 (dernière année pour laquelle ces chiffres sont connus) :

- Véhicules personnels : 47,5%
- Marchandises : 36,7%
- Voyageurs : 15,8%

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

Selon Statistique Canada (2020), l'utilisation d'électricité dans le secteur des transports représentait moins de 2 PJ en 2018. Ce flux est donc absent du graphique 2 parce que seuls les flux d'énergie supérieurs à 3 PJ sont affichés.

<sup>12</sup> Statistique Canada, 2019. *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)

<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 », données préliminaires. <https://oee.nrcan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/showTable.cfm?type=CP&sector=tran&juris=qc&rn=7&page=0>

## Vapeur

La vapeur, utilisée principalement dans des procédés industriels, n'est produite qu'en très petite quantité au Québec (3 PJ en 2018). Elle n'est donc pas représentée dans le graphique 2.

## Graphique 41 - Bilan des émissions de gaz à effet de serre au Québec, 2018

Cette section présente la méthodologie utilisée pour générer le *Graphique 41 Bilan des émissions de gaz à effet de serre [GES] au Québec, 2018*. 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 – 1990-2018* publié par Environnement et Changement climatique Canada (2020). 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 2018.

Les émissions de CO<sub>2</sub> ont été calculées en utilisant les données des flux d'énergie publiés par Statistique 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 2021* :

- 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 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

<sup>15</sup> Environnement et Changement climatique Canada, *Rapport d'inventaire national : sources et puits de gaz à effet de serre au Canada – 1990-2018* (2020). <https://unfccc.int/documents/232051>

<sup>16</sup> Tableau 25-10-0029-01. *Op.cit.*

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

<sup>18</sup> Le *Rapport d'inventaire national* (2020) 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*,

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 -0,5 Mt CO<sub>2</sub> (soit -0,6 %) entre le total du graphique 41 de *l'État de l'énergie au Québec 2021*, 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 0,3 Mt éq. CO<sub>2</sub> en 2018. Les émissions inférieures à 1 Mt éq. CO<sub>2</sub> ne sont pas représentées dans le graphique 41.

#### **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 2018), 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.

---

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 A6.1-4.

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

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

<sup>23</sup> Partie 2, Tableaux A6.1-8 et A6.1-10. 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.*