



ÉTAT DE L'ÉNERGIE AU QUÉBEC

ÉDITION 2019

Chaire de gestion
du secteur de l'énergie
HEC MONTRÉAL

Québec 

Notes méthodologiques

Préparées par Benjamin Israël, avec la collaboration de Johanne Whitmore et Pierre-Olivier Pineau

Décembre 2018

Correspondance

Chaire de gestion du secteur de l'énergie
HEC Montréal
energie.hec.ca

Graphique 3 - Bilan énergétique du Québec, 2016

Cette section présente la méthodologie utilisée pour calculer chacun des flux énergétiques qui apparaît dans le graphique 3 de l'*État de l'énergie au Québec 2019*. Sauf mention contraire, les données proviennent du *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada* publié par Statistique Canada¹. Il est à noter que le *Bulletin* pour l'année 2016 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 2016, ce chiffre provient de la prévision réalisée par Transition énergétique Québec au moyen du modèle MÉDÉE². Il est à noter que le Québec importe des quantités de biocarburants

¹ Statistique Canada, 2018. *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/2018002/tbl/tbl-2-7-fra.htm

² 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.

plus importantes que celles affichées sur le diagramme (bioéthanol notamment). Ces données sont cependant confidentielles.

- Utilisation dans les secteurs résidentiel et industriel : les données proviennent de Transition énergétique Québec.

Coke de pétrole

Les volumes de coke de pétrole importés et utilisés au Québec sont classés confidentiels en 2016. 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. Or, afin de présenter séparément la production d'électricité de source éolienne, nous avons utilisé une donnée fournie par Transition énergétique Québec (voir note « Électricité - source éolienne » ci-dessous). 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, mais puisque la part de source éolienne est inconnue dans le total, et pourrait être une surestimation ou sous-estimation comparativement à la donnée de TEQ, nous avons choisi de conserver la production d'électricité totale de Statistique Canada pour représenter la production totale de source hydraulique dans le graphique 3.

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).

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)³ 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 39 dans *l'État de l'énergie au Québec 2019* 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 facteurs suivants ont été utilisés pour rétrocalculer l'énergie primaire nécessaire à la production d'électricité :

³ www.cesarnet.ca

les technologies de production d'électricité	<ul style="list-style-type: none"> • Hydroélectricité : 90 % de l'énergie liée à la chute de l'eau dans un barrage hydroélectrique est convertie en électricité⁴. • Éolien : 25 % de l'énergie du vent est convertie en électricité par l'éolienne⁵. • 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	Un manque de 19 PJ entre la quantité de gaz naturel disponible et celle utilisée dans les postes de consommation finale reflète une incohérence des données de Statistique Canada (2018). La Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal a signalé ce problème à Statistique Canada en 2016, qui l'a reconnu et indiqué qu'ils travaillaient à sa résolution.
Importations et exportations	<p>Dans <i>l'État de l'énergie au Québec 2019</i>, les importations et exportations représentent des flux différents selon le type d'énergie :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pour les produits pétroliers raffinés, ces flux incluent toutes les importations et exportations nationales et internationales à destination et au départ du Québec. • Pour l'électricité, ces flux incluent les importations et exportations internationales à destination et au départ du Québec, ainsi que le solde des transferts d'énergie entre le Québec et les provinces voisines. <p>Par conséquent, des échanges plus grands que ceux indiqués ont lieu pour l'électricité, tandis que les échanges de produits pétroliers raffinés sont plus fidèlement représentés. Les volumes d'importation et d'exportation des produits pétroliers raffinés sont confidentiels dans le <i>Bulletin</i> en 2016 et un autre tableau publié par Statistique Canada est utilisé pour estimer ces volumes.^{6,7}</p>
Importations de pétrole brut	Les importations de pétrole brut au Québec sont classées confidentielles en 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 sur les quatre dernières années.
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 (33 PJ en 2016).

⁴ Pew Center on Global Climate Change, *Climate TechBook*, 2009.

www.c2es.org/docUploads/Hydropower10%2009_FINAL_cleanPDF.pdf

⁵ Kira Grogg, *Harvesting the Wind: The Physics of Wind Turbines*, Carleton College, 2005.

http://apps.carleton.edu/campus/library/digitalcommons/assets/pacp_7.pdf

⁶ 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

⁷ 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 2016*, p.132, www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/57-003-x/57-003-x2018002-fra.pdf

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 6 PJ entre les données du diagramme et le total pour le secteur indiqué dans les données de Statistique Canada (2018) s'explique par le fait que les données liées à l'utilisation de charbon, de coke et de gaz naturels liquides sont classées confidentielles. Il est à noter que ces flux d'énergie sont probablement en deçà de la limite de 3 PJ, de sorte qu'ils ne seraient pas affichés sur le diagramme.
Sources d'énergie	Les flux d'énergie représentés dans le graphique 3 incluent la variation des stocks, les transferts interproduits, ainsi que les autres mises à jour apportées par Statistique Canada.
Utilisation d'électricité dans le secteur des transports	Selon Statistique Canada (2018), l'utilisation d'électricité dans le secteur des transports représentait moins de 1 PJ en 2016. Ce flux est donc absent du graphique 3 parce que seuls les flux d'énergie supérieurs à 3 PJ sont affichés.
Importation et consommation de charbon	Il existe une différence de 2 PJ entre l'importation et la consommation de charbon. La confidentialité de certaines données relatives au charbon en 2016 ne permet pas de savoir s'il s'agit d'une différence statistique ou bien d'une utilisation classée confidentielle par Statistique Canada (ou une combinaison des deux).
Production de gaz naturel	Les données de Statistique Canada indiquent que le Québec a produit pour la première fois du gaz naturel en 2016 pour un volume équivalent à 2 PJ. Ce flux est absent du graphique 3 parce que seuls les flux d'énergie supérieurs à 3 PJ sont affichés. L'absence de détails ne permet pas de savoir s'il s'agit de gaz naturel renouvelable ou autre.
Vapeur	La vapeur, utilisée principalement dans des procédés industriels, n'est produite qu'en très petite quantité au Québec (3 PJ en 2016). Elle n'est donc pas représentée dans le graphique 3.

Graphique 40 - Bilan des émissions de gaz à effet de serre au Québec, 2016

Cette section présente la méthodologie utilisée pour générer le *Graphique 40 Bilan des émissions de gaz à effet de serre [GES] au Québec, 2016*. Ce graphique montre les émissions de GES au point d'utilisation de l'énergie, exprimées en million de tonnes d'équivalent CO₂ (Mt éq. CO₂). Les émissions de GES inférieures à 1 Mt éq. CO₂ 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 – 1990-2016* publié par Environnement et Changement climatique Canada (2018). Le rapport est disponible sur le site Internet de la Convention-Cadre des Nations Unies sur les changements climatiques⁸.

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 CO₂, et ces calculs ont donné des résultats très près de ceux d'ECCC pour l'année 2016.

Les émissions de CO₂ ont été calculées en utilisant les données des flux d'énergie publiés par Statistique Canada dans le *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada*⁹ combinées aux facteurs d'émissions suivants :

- Gaz naturel : 48,6 kg éq. CO₂/GJ
- Produits pétroliers : 66,2 kg éq. CO₂/GJ
- Charbon : 89,1 kg éq. CO₂/GJ

Ces facteurs permettent de calculer les émissions de CO₂ 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 2018* :

- Gaz naturel : le facteur d'émissions en CO₂ équivalent est calculé à partir des facteurs d'émissions de CO₂, CH₄ (méthane), et N₂O (protoxyde d'azote) publiés dans le *Rapport d'inventaire national*¹⁰, jumelés avec les potentiels de réchauffement global du quatrième rapport d'évaluation du GIEC¹¹. Le résultat, exprimé en g éq. CO₂/m³, est converti en kg éq. CO₂/GJ en utilisant le coefficient de conversion énergétique du gaz naturel publié par Statistique Canada¹².

⁸ <https://unfccc.int/process/transparency-and-reporting/reporting-and-review-under-the-convention/greenhouse-gas-inventories-annex-i-parties/national-inventory-submissions-2018>

⁹ *Op. cit.*

¹⁰ Partie 2, Tableaux A6-1 et A6-2.

¹¹ Le *Rapport d'inventaire national* (2018) utilise les potentiels de réchauffement global du 4^e 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

¹² Statistique Canada, 2018. *Bulletin sur la disponibilité et écoulement d'énergie au Canada: Préliminaire 2016*, p.132, www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/57-003-x/57-003-x2018002-fra.pdf

- Produits pétroliers : le facteur d'émissions en CO₂ équivalent est calculé à partir des facteurs d'émissions de CO₂, CH₄ (méthane), et N₂O (protoxyde d'azote) publiés dans le *Rapport d'inventaire national*¹³, combinés avec les potentiels de réchauffement global du quatrième rapport d'évaluation du GIEC¹⁴. Le résultat, exprimé en g éq. CO₂/l, est converti en kg éq. CO₂/GJ en utilisant le coefficient de conversion énergétique de l'essence à moteur publié par Statistique Canada¹⁵.
- Charbon : le facteur d'émissions en CO₂ équivalent est calculé à partir des facteurs d'émissions de CO₂, CH₄ (méthane), et N₂O (protoxyde d'azote) publiés dans le *Rapport d'inventaire national*¹⁶, combiné avec les potentiels de réchauffement global du quatrième rapport d'évaluation du GIEC¹⁷. Le résultat, exprimé en kg éq. CO₂/t, est converti en kg éq. CO₂/GJ en utilisant le coefficient de conversion énergétique du charbon bitumineux importé publié par Statistique Canada¹⁸.

Au total, il y a une différence d'approximativement +0.3 Mt CO₂ (soit +0.4 %) entre le total d'émissions de GES estimés pour le Québec en 2016, présenté dans le graphique 40 de *l'État de l'énergie au Québec 2018*, 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. CO₂ en 2016. Les émissions inférieures à 1 Mt éq. CO₂ ne sont pas représentées dans le graphique 40.

Émissions fugitives

Les émissions fugitives de gaz à effet de serre, émises en quantité négligeable au Québec (0,3 Mt éq. CO₂ en 2016), 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.

¹³ Partie 2, Tableau A6-4.

¹⁴ *Op. cit.*

¹⁵ *Op. cit.*

¹⁶ Partie 2, Tableaux A6-8 et A6-10. Le coefficient d'émission moyen du charbon importé de Pennsylvanie est utilisé pour ce calcul.

¹⁷ *Op. cit.*

¹⁸ *Op. cit.*