

**Pratiques actuelles et besoins de
modélisation énergétique, économique
et environnementale au Québec –
La contribution du Modèle d'évaluation
de la demande d'énergie (MÉDÉE)**

Par Ismaël Cissé et Daniel Paré

Présentation à l'Atelier sur la modélisation en énergie
et en environnement – HEC Montréal

30 janvier 2019

Plan de la présentation

1. Présentation générale de MÉDÉE, le modèle de prévision de la demande d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) de TEQ
2. Approche sectorielle :
 - Module Résidentiel
 - Module Agricole
 - Module Tertiaire
 - Module Transport
 - Module Industriel
 - Module GES
3. Utilisations de MÉDÉE dans le contexte gouvernemental
4. Forces et faiblesses du modèle

1. Présentation générale de MÉDÉE, le modèle de prévision de la demande d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre (GES) de TEQ

Le modèle de prévision (MÉDÉE)

- > Permet de produire des scénarios de prévision de la demande d'énergie et des émissions de GES pour :
 - appuyer l'élaboration de politiques, de programmes, de stratégies, de plans d'action, etc., en estimant leur impact sur la demande d'énergie et les émissions de GES
- > Modèle de prévision à long terme :
 - Résultats par période de 5 ans
 - Prévisions calculées jusqu'en 2051
 - Année de calibration : 2016

Approche technico-économique

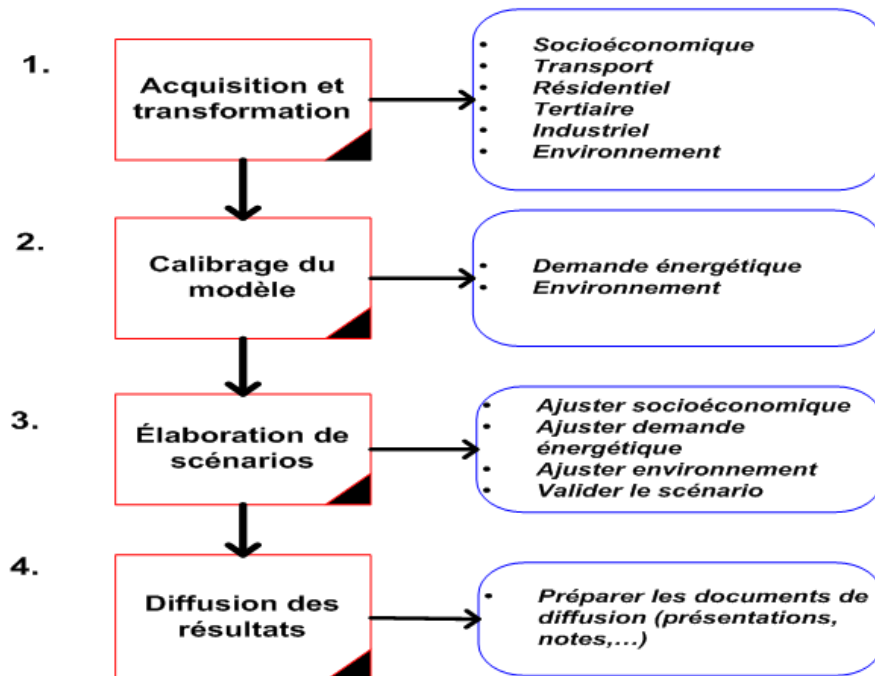
Type de modèle

- > Modèle de type ascendant (*bottom-up*)
 - Besoins détaillés dans chacun des secteurs d'activité (transport, industrie, tertiaire, résidentiel, etc.);
 - Sources et rendement énergétique des équipements (système de chauffage, machinerie, véhicules) associés aux besoins;
 - Agrégation de la demande énergétique détaillée associée à chaque besoin.

Renseignements utilisés

- > Informations technico-économiques : consommation unitaire, rendement énergétique, cote de consommation, etc.
- > Informations socioéconomiques : prévisions démographiques, prix de l'énergie, croissance économique, parts de marché, etc.

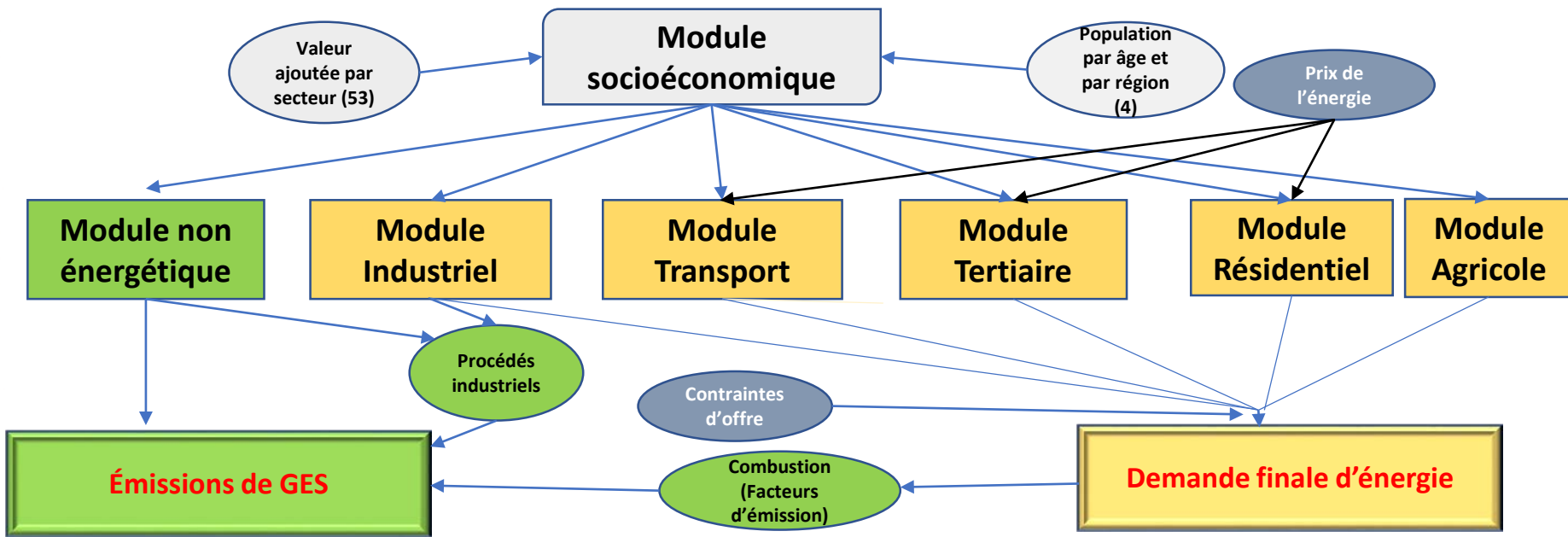
Démarche de scénarisation



2. Approche sectorielle



Approche sectorielle de la démarche de prévision



Module Résidentiel

Principe du calcul de la demande d'énergie: **Consommation unitaire x variable d'activité**

Activité : nombre de logements, de systèmes de chauffage, de chauffe-eau, d'appareils, etc.

Nombre de ménages → Demande de logements

- Usage « chauffage de l'espace »
 - Trois (3) types de logement (unifamilial, duplex-triplex; 4 unités et plus)
 - Année de construction
 - Neuf (9) types de système de chauffage
 - Six (6) catégories d'âge du système de chauffage
 - Économies d'énergie tendanciennes pour les bâtiments (0,17 % par année);
 - Fonction de choix pour les nouveaux systèmes de chauffage

- Usage « chauffage de l'eau » (électricité, gaz naturel, mazout, solaire)

- Usage « appareils électriques »
 - Douze (12) types d'appareils (réfrigérateur, congélateur, laveuse, sécheuse, etc.)
 - Quatre (4) catégories de taille, cinq (5) de revenus et cinq (5) d'âge de ménages

- Maisons secondaires

Module Tertiaire

Demande d'énergie: **Consommation unitaire x variable d'activité**

Activité : Surface de plancher

Croissance économique (16 secteurs) → Surface de plancher (16 secteurs)

- Sept (7) types d'usage énergétique (chauffage de l'espace, chauffage de l'eau, climatisation, éclairage, réfrigération, force motrice, cuisson)
- Seize (16) types d'édifice ou d'activité (bureaux, hôpitaux, universités, écoles, etc.)
- Économies d'énergie tendanciennes pour les bâtiments (0,2 % par année)
- Fonction de choix pour les nouveaux systèmes de chauffage

Module Transport

1. Sous-secteur Transport des personnes

Activité: population, ménages et emplois

Activité → Déplacements selon motifs → véhicules-km

Consommation par véhicule x véhicules-km

➤ Parc de véhicules, selon taille et carburant

2. Sous-secteur Transport des marchandises

Activité: PIB industriel

PIB industriel → tonnes-km

Consommation par mode de transport x tonnes-km



Module Industriel

- > Au sein des Industries Grandes Consommatrices d'Énergie (IGCE), la production physique (en tonnes de produits) et la consommation d'énergie sont estimées usine par usine (exception faite de celles des pâtes et papiers, qui sont regroupées) : **Consommation unitaire x production par usine**
- > Pour la prévision à plus court terme (avant 2026), les projets industriels à venir sont estimés (avec probabilité de réalisation) et les fermetures prévues incluses
- > Pour les autres industries (qu'on dit « légères ») ainsi que pour les prévisions au-delà de 2026 des IGCE, nous supposons que la croissance de la production se fera au même rythme que la croissance réelle du PIB de leurs sous-secteurs respectifs : **Intensité énergétique (secteur) x PIB (secteur)**
- > Économies d'énergie tendanciennes de 2 % par période de 5 ans

3. Utilisations de MÉDÉE dans le contexte gouvernemental



Contribution aux initiatives gouvernementales

Collaboration interministérielle :

- > Ministère des Finances du Québec et Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques (Impact de la tarification carbone)
- > Ministère des Transports du Québec (Politique de mobilité durable)

Initiatives gouvernementales et intergouvernementales :

- > PACC 2006-2012 et 2013-2020
- > Cible 2020 de réduction des émissions de GES
- > Cible 2030 de réduction des émissions de GES
- > Politique de mobilité durable 2030
- > Groupe de travail pancanadien sur les émissions de GES

Contribution au Plan directeur de TEQ

Le MÉDÉE a été utilisé pour le calcul de l'atteinte de la cible sur le plan de la diminution de la consommation de produits pétroliers ainsi que celle sur l'efficacité énergétique :

- Les cibles pour 2023 sont d'abaisser d'au moins 5 % de la consommation totale de produits pétroliers par rapport au niveau de 2013 et d'améliorer de 1 % par année l'efficacité énergétique moyenne de la société québécoise
- Présentement, TEQ fait la preuve auprès de la Régie de l'Énergie que le Plan directeur est en mesure d'atteindre ces deux cibles



ANNEXE IV

Méthodologie pour le calcul de l'atteinte de la cible sur le plan de la diminution de la consommation de produits pétroliers

La méthodologie suivante a été employée pour estimer l'effet du plan directeur sur la consommation de produits pétroliers. Elle s'appuie sur un modèle de prévision de la demande d'énergie et des émissions de GES appelé MÉDÉE (modèle d'évaluation de la demande d'énergie). Ce modèle est couramment utilisé pour produire des scénarios de prévision de la demande d'énergie et des émissions de GES sur lesquels repose l'élaboration des politiques, des stratégies et des plans d'action.

MÉDÉE est un modèle technico-économique qui reproduit la demande d'énergie à partir des besoins détaillés dans différents secteurs de l'activité humaine (transport, industrie, services, agriculture, résidentiel, etc.) en fonction de certains indicateurs ou de certaines données types de logements, de commerces, d'institutions, de productions industrielles, d'activités de transport, etc. On associe à ces éléments les sources et le rendement énergétiques de l'équipement (ex. : système de chauffage, machines et véhicules). Le modèle inclut également certaines données de l'environnement socioéconomique (ex. : données démographiques, prix de l'énergie, croissance économique, etc.) et technico-économique (ex. : consommation unitaire de bâtiments et de véhicules, rendement énergétique).

Des facteurs d'émission de GES par forme d'énergie sont également utilisés pour convertir la demande d'énergie en émissions de GES. Les projections de la demande d'énergie sont calculées par intervalle de cinq ans jusqu'à 2051.

Introduction

Deux scénarios ont été élaborés :

- Le scénario de référence qui suppose que le gouvernement ne mette pas de nouvelles politiques en œuvre (relativement à la demande d'énergie et aux émissions de GES) après 2020 (à l'échelle du PACC 2013-2020).

Ce scénario prend en compte toutes les mesures actuellement en vigueur qui ont un impact important et mesurable, mais exclut les mesures arrêtées éphémèrement en vigueur (réglementation V2Z, réglementation sur les appareils) ainsi que les mesures annoncées (qui seront mises en œuvre entre 2018 et 2020).

- Le scénario Plan directeur qui suppose que le gouvernement maintient toutes les mesures (les programmes et la réglementation) après 2020. Les effets des programmes relatifs sont prolongés sur l'horizon du plan directeur 2018-2023 à moins d'indicateurs contraires. Même si le prochain PACC n'a pas encore été annoncé, il est fort probable que le Québec poursuivra ses efforts en matière de promotion de l'efficacité énergétique et de lutte contre les changements climatiques après 2020. Les mesures qui sont apparues les plus portatives ont été modélisées et leurs effets apparaissent dans le scénario Plan directeur. D'autres mesures seront analysées ultérieurement.

À noter que les effets du système de plafonnement et d'échange de droits d'émission de gaz à effet de serre du Québec (SPEDE) ont été calculés.

L'accent est mis sur la comparaison de nos scénarios avec les deux cibles de réduction de la demande de produits pétroliers : réduction de 5% en 2023 par rapport à 2013 (premier plan directeur de TEQ) ; réduction de 40 % en 2030 par rapport à 2013 (Politique énergétique du Québec).

Plan directeur 2018-2023 / 199

Scénarios de prévision 2018

1. Scénario de référence :

Un scénario qui suppose que le gouvernement ne met pas en œuvre de nouvelles politiques au-delà de ce qui a déjà été annoncé

2. Scénario Plan directeur :

Un scénario qui suppose que le gouvernement met en œuvre des programmes menant à la transition énergétique

Prévision MÉDÉE – Scénario de référence

TOTAL

(en pétajoules)

TOTAL DES SECTEURS	Historique corrigé				Prévisions MÉDÉE							Croissance (%)	
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2021	2023	2026	2030	2031	2013-2023	2013-2030
Électricité	662,85	643,75	666,48	692,90	679,79	687,2	742,6	752,8	768,2	794,8	801,6	12,9%	19,3%
Gaz naturel	220,22	216,10	227,12	236,39	236,75	238,2	260,0	264,0	270,1	277,1	278,9	16,2%	22,0%
Pétrole	636,56	626,73	614,67	587,31	597,58	595,3	589,4	573,3	550,0	531,1	526,5	-6,7%	-13,6%
- mazout léger, Kérosène et GPL	53,17	48,83	47,77	47,95	46,34	48,2	46,4	42,6	37,4	31,5	30,2	-10,9%	-34,0%
- diesel	189,25	183,81	177,84	168,32	172,61	167,3	171,1	171,0	170,9	171,1	171,2	-3,8%	-3,8%
- mazout lourd	37,24	37,16	34,33	32,13	33,35	35,7	37,1	37,7	38,7	40,0	40,3	9,9%	16,5%
- ess. pour moteurs	316,00	309,84	307,00	293,23	299,63	301,1	289,8	277,0	258,7	243,3	239,6	-9,8%	-20,8%
- carb. et ess. avi.	40,71	46,92	47,43	45,40	45,40	42,9	44,9	44,7	44,3	45,0	45,2	-5,8%	-5,1%
Charbon et coke	19,81	19,20	18,40	17,60	16,80	16,0	24,1	24,3	24,6	26,2	26,6	32,0%	42,3%
Biocarburants	5,98	5,88	8,14	7,74	7,96	8,2	8,0	7,7	7,3	6,9	6,8	-5,3%	-14,9%
Biomasse et énergies non conv. Indust.	130,97	123,22	122,31	128,85	127,02	122,6	123,9	124,1	124,4	126,9	127,5	1,4%	3,7%
TOTAL DE LA DEMANDE	1676,39	1634,87	1657,12	1670,79	1665,90	1667,4	1748,0	1746,6	1744,7	1763,2	1767,9	5,4%	6,4%
Scénario [SCE2018R]				-4,5%	-2,8%	-3,2%	-4,1%	-6,7%	-10,5%	-13,6%	-14,3%	impact produits pétroliers	

Effet Plan directeur pour tous les secteurs

TOTAL DES SECTEURS	Historique corrigé					Prévisions MÉDÉE					Croissance (%)		
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2021	2023	2026	2030	2031	2013-2023	2013-2030
Électricité	662,85	643,75	666,48	692,90	679,79	687,2	742,6	752,8	768,2	794,8	801,6	12,9%	19,3%
Gaz naturel	220,22	216,10	227,12	236,39	236,75	238,2	260,0	264,0	270,1	277,1	278,9	16,2%	22,0%
Pétrole	636,56	626,73	614,67	587,31	597,58	595,3	589,4	573,3	550,0	531,1	526,5	-6,7%	-13,6%
- mazout léger, Kérosène et GPL	53,17	48,83	47,77	47,95	46,34	48,2	46,4	42,6	37,4	31,5	30,2	-10,9%	-34,0%
- diesel	189,25	183,81	177,84	168,32	172,61	167,3	171,1	171,0	170,9	171,1	171,2	-3,8%	-3,8%
- mazout lourd	37,24	37,16	34,33	32,13	33,35	35,7	37,1	37,7	38,7	40,0	40,3	9,9%	16,5%
- ess. pour moteurs	316,00	309,84	307,00	293,23	299,63	301,1	289,8	277,0	258,7	243,3	239,6	-9,8%	-20,8%
- carb. et ess. avi.	40,71	46,92	47,43	45,40	45,40	42,9	44,9	44,7	44,3	45,0	45,2	-5,8%	-5,1%
Charbon et coke	19,81	19,20	18,40	17,60	16,80	16,0	24,1	24,3	24,6	26,2	26,6	32,0%	42,3%
Biocarburants	5,98	5,88	8,14	7,74	7,96	8,2	8,0	7,7	7,3	6,9	6,8	-5,3%	-14,9%
Biomasse et énergies non conv. Indust.	130,97	123,22	122,31	128,85	127,02	122,6	126,9	124,1	124,4	126,9	127,5	1,4%	3,7%
TOTAL DE LA DEMANDE	1676,39	1634,87	1657,12	1670,79	1665,90	1667,4	1748,0	1746,6	1744,7	1763,2	1767,9	5,4%	6,4%

← AVANT

TOTAL DES SECTEURS	Historique corrigé					Prévisions MÉDÉE					Croissance (%)		
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2021	2023	2026	2030	2031	2013-2023	2013-2030
Électricité	662,85	643,75	666,48	692,90	679,79	687,5	745,0	755,6	771,8	797,2	803,7	13,4%	19,6%
Gaz naturel	220,22	216,10	227,12	236,39	236,75	238,4	251,6	254,2	258,2	262,0	262,9	11,9%	15,3%
Pétrole	636,56	626,73	614,67	587,31	597,58	594,5	559,2	539,9	512,1	495,1	490,9	-12,2%	-19,5%
- mazout léger, Kérosène et GPL	53,17	48,83	47,77	47,95	46,34	47,5	40,1	35,8	30,2	27,1	26,4	-25,1%	-43,3%
- diesel	189,25	183,81	177,84	168,32	172,61	167,3	163,9	163,6	163,1	163,8	163,9	-8,0%	-7,9%
- mazout lourd	37,24	37,16	34,33	32,13	33,35	35,7	31,9	31,9	32,0	33,1	33,4	-7,0%	-3,5%
- essence	316,00	309,84	307,00	293,23	299,63	301,1	278,5	263,6	242,7	226,1	222,1	-14,1%	-26,4%
- Carburéacteur et essence aviation	40,71	46,92	47,43	45,40	45,40	42,9	44,8	44,5	44,1	44,9	45,1	-6,1%	-5,4%
Charbon et coke	19,81	19,20	18,40	17,60	16,80	16,0	23,8	23,9	24,1	25,7	26,1	30,0%	39,6%
Biocarburants	5,98	5,88	8,14	7,74	7,96	8,2	18,0	18,0	18,0	17,0	16,8	121,3%	109,0%
Biomasse et énergies non conv. Indust.	130,97	123,22	122,31	128,85	127,02	122,6	126,9	127,3	127,9	129,8	130,3	4,1%	6,1%
TOTAL DE LA DEMANDE	1676,39	1634,87	1657,12	1670,79	1665,90	1667,2	1724,6	1719,6	1712,1	1726,9	1730,6	3,8%	4,2%

← APRÈS



4. Forces et faiblesses du modèle



Forces

- Prend en compte de façon dynamique les dimensions sociales, économiques, techniques et politiques qui ont un impact sur l'énergie :
 - Flux et stock pour la démographie, les logements, les véhicules légers, etc.
- Repose sur une modélisation détaillée pour chacun des secteurs
- Utilise des données fiables provenant de différents ministères et organismes et de distributeurs
- Se prête au calcul de l'impact de différentes politiques par l'élaboration de différents scénarios



Faiblesses

- La croissance économique est exogène. Le modèle ne prend pas en compte d'effet de rétroaction de la demande d'énergie sur l'économie
- Les choix technologiques sont exogènes
- Pas de calcul d'impact économique de la demande d'énergie
- Le prix du carbone est exogène et son effet est aussi donné de façon exogène dans le secteur industriel

