

PAR COURRIEL

Québec, le 11 décembre 2024

Objet : Demande d'accès n° 2024-09-028 – Lettre de réponse

Monsieur,

La présente fait suite à votre demande d'accès, reçue le 09 novembre dernier, concernant les documents relatifs au contrat de services professionnels ayant le numéro de référence SEAO 481-202223 / 1746042.

Les documents suivants sont accessibles. Il s'agit de :

01. Développement économique et Énergie (002), 7 pages;
02. Developpement-economique-des-regions-du-Quebec_voff, 58 pages;
03. F_ENT-2204-0108.03, 6 pages;
04. Plan de réalisation DAMECO, 6 pages.

Vous noterez que, dans certains documents, des renseignements ont été masqués en vertu des articles 53 et 54 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (RLRQ, chapitre A-2.1).

Conformément à l'article 51 de la Loi, nous vous informons que vous pouvez demander la révision de cette décision auprès de la Commission d'accès à l'information. Vous trouverez, en pièce jointe, une note explicative concernant l'exercice de ce recours ainsi qu'une copie des articles précités de la Loi.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires, vous pouvez communiquer avec M^{me} Saifa Nandrasana, analyste responsable de votre dossier, à l'adresse courriel saifa.nandrasana@environnement.gouv.qc.ca, en mentionnant le numéro de votre dossier en objet.

Veillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

Pour le directeur,

ORIGINAL SIGNÉ PAR

Martin Dorion

p. j. 6



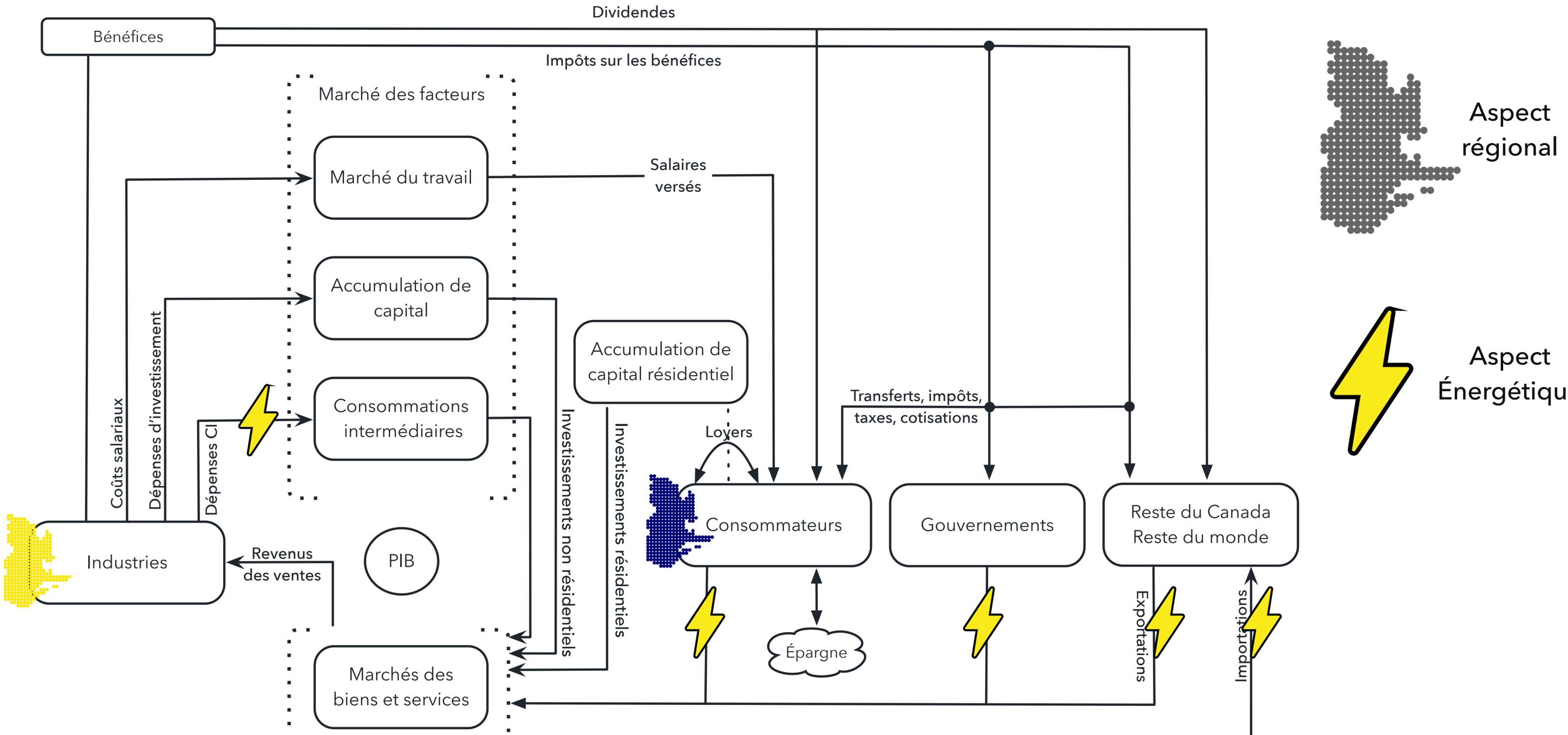
DÉVELOPPEMENT ÉCONOMIQUE ET ÉNERGIE



DAMECO

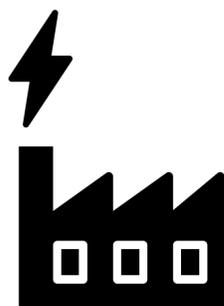


Hercule-Impacts: économie, énergie et régions



Évaluer les impacts et les dynamiques régionales avec Hercule : les indicateurs de base

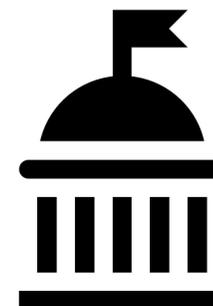
Tissus industriels



Les ménages



Les administrations



Le commerce ext.



- Volume d'activité ($Q_c + RA$)
- Valeur ajoutée créée ($Q_c + RA$)
- Besoins de MO (emplois) ($Q_c + RA$)
- Productivité ($Q_c + RA$)
- Besoins de compétences ($Q_c + RA$)
- Immobilisation et investissements (machines, bâtiments...) ($Q_c + RA$)
- Coûts de production
- Besoins énergétiques totaux, par industries, par tissu industriel régional ($Q_c + RA$)

- Revenu personnel disponible et ses composantes (revenus du travail & transferts) ($Q_c + RA$)
- Pouvoir d'achat ($Q_c + RA$)
- Structure de consommation & prix de la consommation ($Q_c + RA$)
- Investissements résidentiels (XX)
- Besoins énergétiques totaux et par ménages ($Q_c + RA$)

- Revenus fiscaux
- Dépenses gouvernementales et investissements
- Prix du panier des dépenses et investissements
- Besoins de MO
- Volume d'activité et valeur ajoutée créée

- Importations en valeur et en volume, selon le type (énergétique, hors énergie, pour consommation finale, pour consommation intermédiaire)
- Exportations (provinciales, internationales) en valeur et en volume
- Balance commerciale
- Compétitivité des produits du qc.

Évaluer avec Hercule : les questions à poser et les réponses à donner

- La transition énergétique va avoir des implications en terme de développement économique du Québec et de ses régions.
- Il est nécessaire à cette étape du projet de (1) définir la scénarisation -> questions à poser au modèle et (2) définir les impacts évalués -> réponses à partir des résultats du modèle

- La scénarisation peut prendre en compte plusieurs objets d'évaluation et sera construit sur l'horizon 2021-2035-2050.

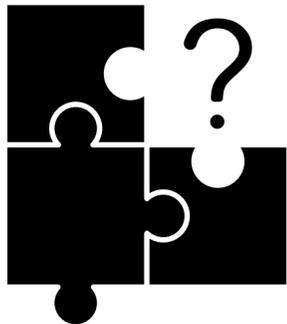
A. Composantes « transition énergétique »:

1. Modification des besoins énergétiques* des tissus industriels actuels et des ménages + investissements nécessaires;
2. Modification du contexte énergétique intérieur :
 - i. Capacité électrique (Nouveaux barrages ou non)
 - ii. Coûts d'acquisition des énergies polluantes (~prix carbone)
3. Saisie d'opportunités de développement:
 - i. Filière Batterie
 - ii. Contrats d'exportations d'électricité

B. Composantes « Contexte économique »:

1. Le futur d'Hercule-Impacts se base sur des trajectoires de certaines variables exogènes, DAMÉCO se charge d'en déterminer les évolutions sur l'horizon projeté.
2. En cas d'importantes incertitudes concernant l'évolution de certaines d'entre-elles, nous réaliserons des analyses de sensibilité.

Les questions à poser



*Besoins énergétiques = quantité d'énergie nécessaire par volume de production & Type d'énergie utilisée pour satisfaire ces besoins.

Évaluer avec Hercule : illustration et discussion des questions à poser et des réponses d'intérêt

- **Scénario de base (T0) : Évolution « naturelle » de l'économie.**

Scénario de base « Transition » (T1) : Impacts de l'atteinte des objectifs de transition énergétique:

- Scénario : composantes besoins uniquement (A1),
- Intérêts du scénario:
 - *Compréhension globale des implications et des mécanismes impliqués par la transition énergétique*

Scénario « Transition sans Barrages » (T1a) : Impacts de l'atteinte des objectifs de transition énergétique sous contraintes énergétiques intérieures :

- Scénario : composantes besoins (A1) + Contexte énergétique intérieur tel qu'actuel (A2)
- Intérêts du scénario:
 - **T1a - T1** = importance des contraintes de capacité électriques dans la transition.

Scénario « Transition avec Barrages » (T1b) : Impacts de l'atteinte des objectifs de transition énergétique avec augmentation de la capacité électrique par la construction de barrages :

- Scénario : composantes besoins (A1) + Contexte énergétique intérieur « +1/2 Hydro-Québec » (A2)
- Intérêts du scénario:
 - **T1b - T1** = impacts d'une transition énergétique avec les moyens nécessaires (investissements et activités de construction & d'exploitation des nouveaux barrages)
 - **T1b - T1a** = Évaluation stratégique de la question du moment : construire ou pas...

Scénarios « Retombées économiques de projets » (T2) : Impacts et retombées des projets industriels

- Scénario : Introduction de nouvelles activités industrielles -> nouvelles industries/entreprises | nouveaux débouchés extérieurs d'X électricité
- Ces activités peuvent être introduites dans plusieurs contextes (répond à différentes questions) -> T1 | T1a | T1B,

Évaluer avec Hercule : Évaluer quoi ?

Comprendre : les dimensions économiques des transitions énergétiques (Scénarios T0-T1x)

- Analyse au niveau de la province : objectifs est de comprendre les résultats et de leur associer les éléments de scénario
- Comparaison verticale : Quels Québec économiques ? Différences dans les contextes simulés et identifications des mécanismes en cause. Indicateurs de base
- Comparaisons horizontales : Quelles sont les ampleurs des changements attendus par rapport au Québec économique actuel ? Compare, dans chaque simulation - les contextes à court-moyen-long terme au contexte de l'année de référence (e.g. 2022). Indicateurs de base & Indice d'efforts industriels et des ménages
- Efforts ? Importance des changements dans le tissu industriel (Poids des industries, Investissements, Besoins de MO et de compétences, Productivité) et dans la situation des ménages (Revenu disponibles et composantes, Consommation et composantes, Pouvoir d'achat)

Identifier et communiquer : les enjeux régionaux (Scénarios T0-T1x)

- Analyse au niveau des régions : verticale et horizontale
- Objectifs : (i) Qui profiterait/subirait les transitions énergétiques et en quoi? (indicateurs de base)
(ii) Comment les régions se comparent-elles en terme d'efforts ? (indicateurs d'efforts)

Décider : Bénéfices et coûts des choix stratégiques (T2 - T1a correspondants)

- Comparaison des projets ajoutés aux différents contextes (T1, T1a, T1b)
- Objectifs: (i) Comment/en quoi ces projets interviennent dans les impacts des transitions énergétiques ?
(ii) Ces projets modifient-ils l'ampleurs des efforts des industries et des ménages ?





DAMECO

Yves Richelle

53-54

yves.richelle@dameco.ca

Henri Thibaudin

53-54

henri.thibaudin@dameco.ca

**Développement économique des régions du Québec
dans le contexte de la transition énergétique:
Évaluation et pistes de réflexion**

DAMÉCO

17 - 07 - 2024

Table des matières

1	Introduction	3
2	Du besoin au contenu énergétique	4
2.1	Introduction	4
2.2	L'utilisation des énergies par les industries	6
2.3	L'utilisation des énergies par les ménages	14
3	Éléments constitutifs des différents scénarios d'analyse	32
3.1	Le Québec en l'absence de transition énergétique	34
3.2	Les éléments du PEV	35
3.3	Les contraintes sur l'utilisation des énergies	38
3.3.1	Contrainte sur l'utilisation de produits pétroliers	38
3.3.2	Contrainte sur l'utilisation de l'électricité	39
3.4	Investissements et augmentation de la capacité de production d'Hydro-Québec	39
3.5	Les différents scénarios	40
4	Contrainte sur l'utilisation d'une énergie et valeur de l'effort associé à une énergie	42
4.1	Les contraintes sur l'utilisation d'énergie	42
4.2	La valeur de l'effort associée à une énergie	45
4.3	Contrainte sur l'utilisation d'une énergie et valeur de l'effort dans Hercule-Impacts	48
4.3.1	Structure du modèle Hercule-Impacts à une période donnée	48
4.3.2	Liens entre deux périodes dans le modèle Hercule-impacts	52
4.3.3	La contrainte sur l'utilisation de l'électricité dans Hercule-Impacts	54
4.3.4	Les contraintes sur l'utilisation d'énergie dans Hercule-Impacts	56
4.3.5	Le "marché" et la valeur de l'effort associée aux produits pétroliers	57

1 Introduction

Ce rapport est une documentation technique des travaux effectués dans le cadre du mandat intitulé *Développement économique des régions du Québec dans le contexte de la transition énergétique: Évaluation et pistes de réflexion*. Cette documentation présente

- dans le Chapitre 2, les concepts d'*intensité énergétique*, de *convertisseur de dépenses d'énergie en quantité d'énergie* et de *contenu énergétique* qui sont des outils indispensables pour réaliser des projections d'utilisations d'énergie par les industries et les ménages;
- dans le Chapitre 3, les éléments constitutifs des différents scénarios qui sont utilisés pour analyser les impacts
 - de modifications dans les technologies et les comportements,
 - de présence de contraintes sur l'utilisation de l'électricité et les produits pétroliers

sur le développement économique du Québec et de ses régions administratives;

- dans le Chapitre 4, la structure des contraintes ainsi que le concept de *valeur de l'effort associée à une énergie* qui est au cœur de l'analyse des impacts économiques de la présence de contraintes énergétiques avec le modèle Hercule-Impacts.

Cette documentation technique n'est pas une documentation du modèle Hercule-Impacts qui est utilisé pour réaliser les analyses. Elle ne présentera, dans le Chapitre 4, que les éléments d'Hercule-Impacts qui sont nécessaires pour une compréhension de l'incidence des contraintes énergétiques sur la valeur de l'effort associée à une énergie ainsi que sur le développement économique et cela de manière succincte.

2 Du besoin au contenu énergétique

2.1 Introduction

Hercule-Impacts contient les 6 formes d'énergie suivantes:

Tableau 2.1: Types d'énergie

Identifiant dans les tableaux des Ressources - des Emplois (TRE) ¹	Type d'énergie	Unités de mesure
ene211102	Gaz naturel	Mm3
ene221100	Électricité	GWh
ene324111	Essence à moteur	ML
ene324112	Carburants diesel et biodiesel	ML
ene324113	Mazout léger	ML
ene324115	Mazout lourd	ML

Ces types d'énergie sont utilisés par les ménages ainsi que par les industries. Le secteur des industries d'Hercule-Impacts se décompose, à un premier niveau, en 20 industries correspondant aux industries identifiées par un code de la Structure de Classification des Industries de l'Amérique du Nord (SCIAN) à deux chiffres². La liste de ces industries est reproduite dans le Tableau 2.2.

Tableau 2.2: Industries présentes dans Hercule-Impacts

Notation	Industries	Code SCIAN
AGRI	Agriculture	11
MINES	Extraction minière	21
SPUB	Services publics	22
CON	Construction	23
FAB	Fabrication	31-33
GROS	Commerce de gros	41
DET	Commerce de détail	44-45
TRANS	Transport et entreposage	48-49
IIIC	Industrie de l'information et industrie culturelle	51
FIN	Finance et assurances	52

¹Les tableaux des ressources et des emplois sont produits au niveau du détail par Statistique Canada (36-10-0478-01). Nous utiliserons les tableaux disponibles pour la période 2010 à 2019. La version de 2020 des tableaux a été publiée par Statistique Canada début novembre 2023 et sera éventuellement intégrée à l'analyse au printemps 2024.

²Voir la structure de la classification des industries disponible à l'adresse : https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3VD_f.pl?Function=ge tVD&TVD=1181553.

Notation	Industries	Code SCIAN
SIMMO	Services immobiliers et services de location et de location à bail	53
SPST	Services professionnels, scientifiques et techniques	54
GEST	Gestion de sociétés et d'entreprises	55
SADM	Services administratifs et autres	56
SENS	Services d'enseignement	61
SSAN	Soins de santé et assistance sociale	62
ARTS	Arts, spectacles et loisirs	71
HEBE	Services d'hébergement et de restauration	72
ASERV	Autres services (sauf les administrations publiques)	81
APUB	Administrations publiques	91

À un deuxième niveau, Hercule-Impacts contient une décomposition de l'industrie de la fabrication en 19 sous-industries qui suit la classification des industries de Statistique Canada et qui présente des sous-industries pour lesquelles des données sont disponibles³. La liste de ces sous-industries est fournie dans le Tableau 2.3.

Tableau 2.3: **Industries présentes dans Hercule-Impacts**

Notation	Sous-Industries de Fabrication	Code SCIAN
FAB11	Fabrication d'aliments	311
FAB12	Fabrication de boissons et de produits du tabac	312
FAB13	Usines de textiles et de produits textiles	313 et 314
FAB15	Fabrication de vêtements, de produits en cuir et de produits analogues	315 et 316
FAB21	Fabrication de produits en bois	321
FAB22	Fabrication du papier	322
FAB23	Impression et activités connexes de soutien	323
FAB24	Fabrication de produits du pétrole et du charbon	324
FAB25	Fabrication de produits chimiques	325
FAB26	Fabrication de produits en plastique et en caoutchouc	326
FAB27	Fabrication de produits minéraux non métalliques	327
FAB31	Première transformation des métaux	331
FAB32	Fabrication de produits métalliques	332
FAB33	Fabrication de machines	333
FAB34	Fabrication de produits informatiques et électroniques	334
FAB35	Fabrication de matériel, d'appareils et de composants électriques	335
FAB36	Fabrication de matériel de transport	336
FAB37	Fabrication de meubles et de produits connexes	337
FAB39	Activités diverses de fabrication	339

L'ensemble des utilisateurs des énergies est donc plus détaillé que celui qui se trouve dans les données du tableau 25-10-0030-01 intitulé "Disponibilité et écoulement d'énergie primaire et secondaire en unités naturelles" de Statistique Canada. Nous ne disposons pas d'informations privilégiées qui permettent cette décomposition plus

³Voir par exemple la liste des industries pour lesquelles l'Institut de la Statistique du Québec fournit des données temporelles relatives au PIB au prix de base à l'adresse : https://statistique.quebec.ca/fr/document/produit-interieur-brut-par-industrie-au-quebec/tableau/produit-interieur-brut-reel-par-industrie-aux-prix-de-base-donnees-desaisonnalisees-et-annualisees-quebec#tri_es=00.

fine des utilisateurs. Toutefois, comme nous allons le voir, une telle décomposition est rendue possible par l'identification des facteurs qui déterminent la quantité des différentes énergies utilisée par les ménages et les industries.

Ce chapitre sera donc essentiellement consacré à exposer le travail d'identification des déterminants de la quantité utilisée de chacune des énergies que nous avons effectué. Ce travail peut s'avérer inutile si le seul objectif est de réaliser une simple analyse descriptive, puisqu'une grande partie des statistiques peut être obtenue sans traitement nécessaire depuis des tableaux produits par Statistique Canada ou Ressources Naturelles Canada. Par contre, ce travail s'avère essentiel lorsque l'objectif est de réaliser des projections à l'horizon 2035 de la quantité des différentes énergies utilisée par les industries et les ménages dans différents environnements économiques et réglementaires. C'est un des objectifs du projet et c'est pourquoi nous commencerons cette documentation technique en présentant l'analyse des déterminants de l'utilisation des différentes énergies.

2.2 L'utilisation des énergies par les industries

Il semble d'usage (voir, par exemple, l'édition de 2023 de l'ouvrage intitulé "État de l'Énergie au Québec" réalisé par la chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal⁴)

- de distinguer entre l'utilisation de l'énergie par le secteur industriel et l'utilisation de l'énergie dans les bâtiments du secteur commercial et institutionnel;
- de définir l'intensité énergétique des bâtiments comme la quantité d'énergie utilisée par m² de superficie.

Nous ne procéderons pas de cette manière. Une des raisons peut s'apercevoir dans les données de 2020. L'intensité énergétique s'est considérablement réduite dans les bâtiments en 2020 (voir État de l'énergie au Québec, Graphique 41, p. 52). Cette diminution dans l'intensité énergétique n'est assurément pas due à une amélioration dans l'utilisation de l'énergie, mais bien à une réduction de l'activité économique par unité de surface du fait des restrictions imposées dans la gestion de l'épidémie de COVID-19. Pour échapper à ce genre de problème, nous adopterons une terminologie et une méthodologie qui permet de distinguer clairement

- l'adoption de technologies modifiant
 - le type d'énergie utilisé
 - l'efficacité avec laquelle sont utilisées les différentes énergies,
- le niveau de l'activité économique.

D'autre part, le secteur commercial tout comme le secteur institutionnel et industriel est composé d'industries identifiées à l'aide de codes SCIAN appropriés (voir les définitions aux pages 123 et suivantes du document disponible à l'adresse <https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/pub/57-003-x/57-003-x2019002-fra.pdf>). Il est donc possible de relier les données sur les dépenses énergétiques et sur la production des industries présentes dans les tableaux des ressources et des emplois aux données présentes dans le tableau sur la disponibilité et l'écoulement des énergies primaires et secondaires en unités naturelles. Ces liens nous permettront de travailler avec une décomposition du tissu industriel telle qu'identifiée dans le Tableau 2.2 et le Tableau 2.3.

Le besoin énergétique

Nous commencerons par adopter la définition suivante du besoin énergétique.

⁴Ce livre est disponible à l'adresse https://energie.hec.ca/wp-content/uploads/2023/05/EEQ2023_WEB.pdf.

Définition 1: Besoin d'un type d'énergie particulier pour une industrie

Le besoin d'un type particulier d'énergie pour une industrie donnée se définit comme la **quantité de ce type d'énergie mesurée en unités naturelles** utilisée par cette industrie pour obtenir **une unité de volume de production**

Pour une industrie, une **unité de volume de production** correspond à **un million de dollars de chiffre d'affaires exprimé en dollars de 2012**.

Par exemple, le besoin d'électricité pour l'industrie de la fabrication est donnée par le *nombre de GWh par million de dollars de 2012 de production* de l'industrie de la fabrication.



La Définition 1 permet de considérer le besoin énergétique comme un “facteur technologique”. Cela n’implique nullement que ce besoin est constant, puisque la technologie peut évoluer au cours du temps. Pour bien illustrer notre propos, prenons l'exemple de l'industrie des services d'hébergement et de la restauration. À partir des données des tableaux des ressources et des emplois et du tableau de la disponibilité et de l'écoulement des énergies primaires et secondaires en unités naturelles, la méthodologie expliquée de manière détaillée dans l'encadré intitulé Méthodologie 1 à la fin de la présente section nous permet d'évaluer le besoin d'électricité pour cette industrie sur la période 2010-2019. L'évolution de ce besoin est illustrée à la Figure 2.1

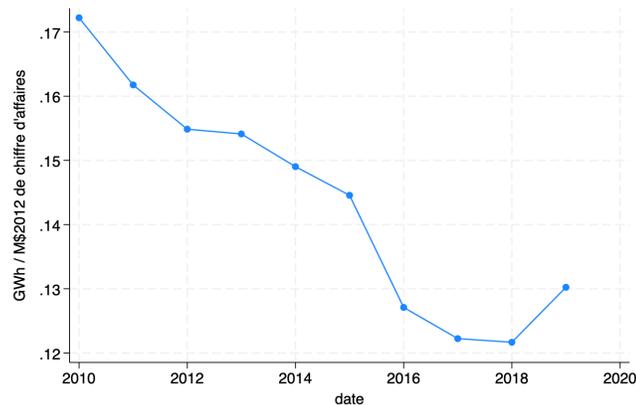


Figure 2.1: Besoin d'électricité pour l'industrie des services d'hébergement et de la restauration

La Figure 2.1 montre que le besoin d'électricité pour l'industrie des services d'hébergement et de la restauration a diminué de près de 31% de 2010 à 2019. Une raison évidente à une telle diminution est l'utilisation d'appareils de chauffage plus performants, ce qui constitue assurément un changement de technologie. Toutefois, il faut prendre conscience qu'un changement technologique peut aussi prendre d'autres formes qui seront sans doute à l'œuvre dans la période post-pandémique. En effet, le besoin énergétique peut aussi diminuer si les entreprises de l'industrie

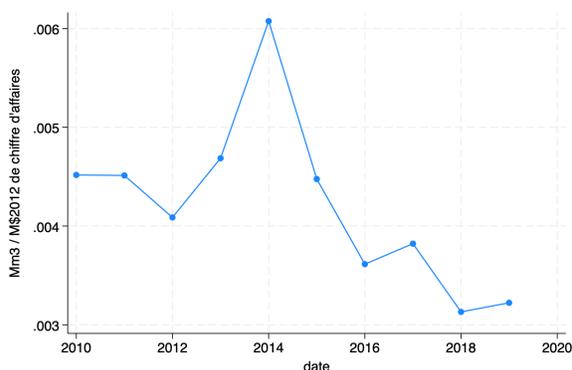
- réduisent la température dans certaines pièces de leur bâtiment,
- réduisent leurs heures d'ouverture
- pratiquent la livraison à domicile plutôt que la consommation sur place.

Toutes ces transformations ne nécessitent pas de modifications dans la machinerie, mais constituent néanmoins des changements technologiques du point de vue économique. En effet, ces changements modifient les quantités

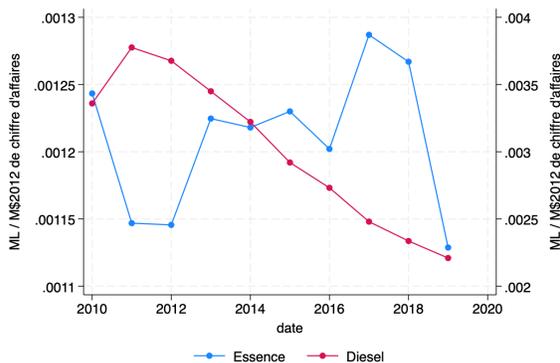
d'intrants nécessaires à l'obtention d'un volume de production donné.

Un dernier type d'élément qui pourrait affecter l'évolution du besoin d'électricité pour l'industrie des services d'hébergement et de restauration résulte d'un effet de composition. Il est en effet possible que la sous-industrie des services d'hébergement voit son activité économique augmenter tandis que la sous-industrie des services de restauration voit au contraire son activité économique diminuer. Si les services d'hébergement et ceux de la restauration n'utilisent pas la même quantité d'électricité par unité de production, ce transfert d'activité entre les deux types de services affectera le besoin d'électricité pour l'industrie des services d'hébergement et de restauration sans qu'il n'y ait de modification de technologie. Ce type de problématique est récurrent dans des analyses qui portent sur des variables relatives à des agrégats dont la composition est sujette à modification dans le temps. Cette problématique est évidemment d'autant plus présente que le niveau d'agrégation est élevé.

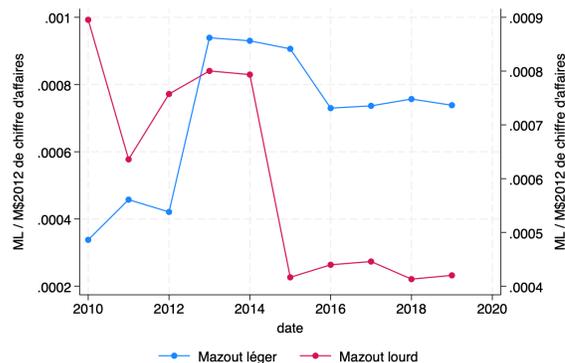
L'approche adoptée définit le besoin énergétique pour une industrie selon le type d'énergie utilisée, ce qui permet d'examiner les possibles conversions des technologies utilisées par les industries d'une énergie à l'autre. Pour l'industrie des services d'hébergement et de restauration, l'évolution du besoin des différentes énergies considérées est représentée à la Figure 2.2.



(a) Gaz



(b) Essence et diesel



(c) Mazout léger et lourd

Figure 2.2: Besoin de gaz et de produits pétroliers pour l'industrie des services d'hébergement et de restauration

Lors de l'interprétation de l'évolution temporelle du besoin d'un type d'énergie particulier pour une industrie, il faut faire attention à deux facteurs. Le premier est que la diminution du besoin d'une énergie comme le diesel

(voir la Figure 2.2b) ne provient pas automatiquement d'une amélioration technologique qui permet d'utiliser moins de diesel par unité de production, comme ce serait le cas si l'industrie remplaçait ses véhicules existants pour utiliser des véhicules possédant une plus grande efficacité énergétique. En effet, une diminution du besoin de diesel peut provenir d'un déplacement de l'utilisation de diesel d'une industrie à l'autre. Par exemple, il est possible que des établissements d'hébergement aient décidé de ne plus utiliser leur propre service de transport pour s'approvisionner auprès de leurs fournisseurs et de recourir au service de transport de leurs fournisseurs ou de compagnies spécialisées en transport. Pour la même production de services d'hébergement, la même quantité de diesel est utilisée, mais elle n'est plus utilisée par l'industrie des services d'hébergement. Elle est maintenant utilisée par l'industrie du commerce de gros ou par l'industrie du transport.

Le deuxième facteur à prendre possiblement en considération lors de l'interprétation de l'évolution temporelle du besoin d'une énergie particulière pour une industrie est la composition de cette industrie. En effet, il est possible que le prix d'une énergie, l'électricité par exemple, fasse en sorte que les entreprises utilisant cette énergie possèdent un avantage concurrentiel face aux entreprises de la même industrie qui utilisent un autre type d'énergie, le mazout lourd par exemple. Dans ce cas, le besoin de mazout lourd peut diminuer non pas parce que les entreprises utilisant le mazout lourd changent de système de chauffage et passent à un système de chauffage électrique, mais bien parce que les entreprises possédant un chauffage électrique vont voir leur place dans l'industrie augmenter au détriment des entreprises utilisant du mazout lourd pour chauffer leurs bâtiments du fait de l'avantage concurrentiel que leur procure l'utilisation d'une source d'énergie moins chère. Il ne faut donc pas conclure automatiquement à un changement technologique lorsque le besoin d'une énergie pour une industrie diminue. Ceci implique aussi que des modifications importantes dans les prix des énergies peuvent conduire rapidement à des modifications dans les besoins énergétiques, mais ces modifications risquent d'être temporaires.

Résumé 1: Évolution du besoin d'un type d'énergie pour une industrie

Sur la base de nos discussions qui suivent la Définition 1, l'évolution du besoin d'une énergie pour une industrie résultera

- de *changements technologiques* au sens économique du terme,
- de *modifications dans les activités réalisées par l'industrie*,
- de *modifications dans la composition de l'industrie*.



Avec cette approche, nous pouvons donc obtenir la quantité de chacune des énergies utilisée par les différentes industries comme indiqué dans la Définition 2.

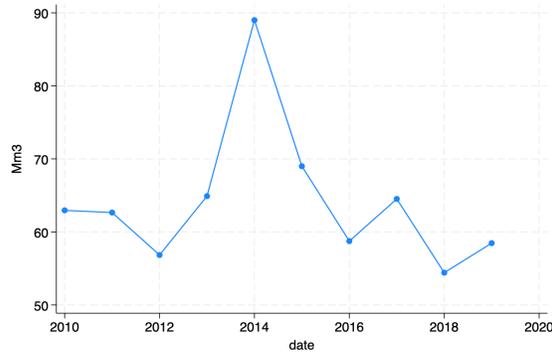
Définition 2: Quantité d'énergie utilisée par une industrie

À chaque période t , la quantité d'une énergie e utilisée par l'industrie j que nous noterons $ut_{e_j}(t)$ est le résultat de la multiplication du besoin de cette énergie pour cette industrie, que nous noterons $\mathcal{B}_{e_j}(t)$, par le chiffre d'affaires en dollars de 2012 que nous noterons $\bar{G}_j(t)$, c'est-à-dire,

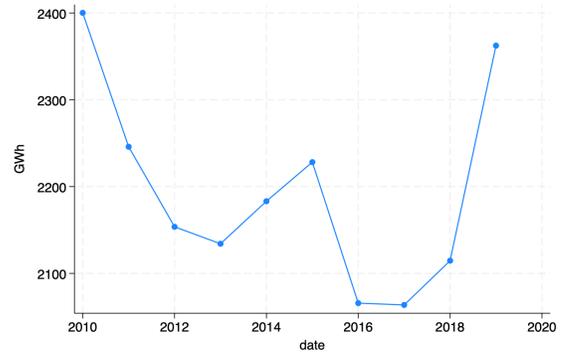
$$ut_{e_j}(t) = \mathcal{B}_{e_j}(t) \times \bar{G}_j(t). \quad (2.1)$$



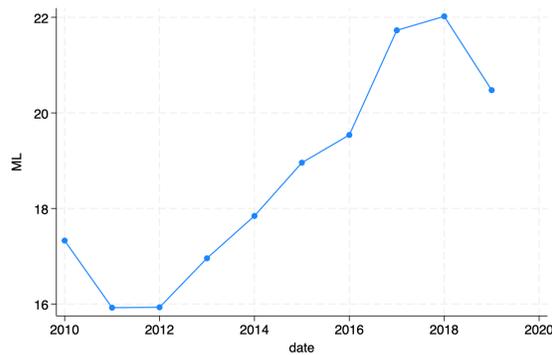
À titre illustratif les figures composant la Figure 2.3 présentent l'utilisation des différentes énergies par l'industrie des services d'hébergement et de restauration pour la période 2010-2019.



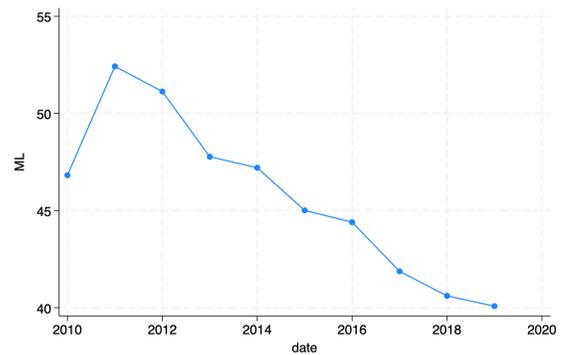
(a) Gaz (*ut_ene211102_hebe*)



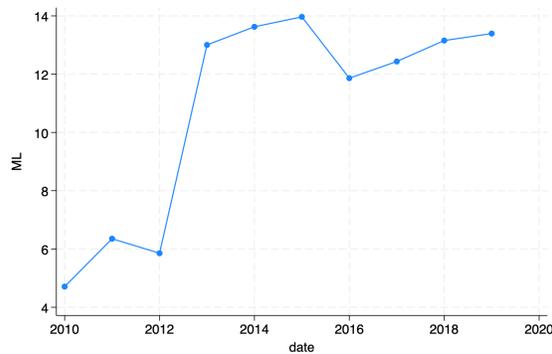
(b) Électricité (*ut_ene221100_hebe*)



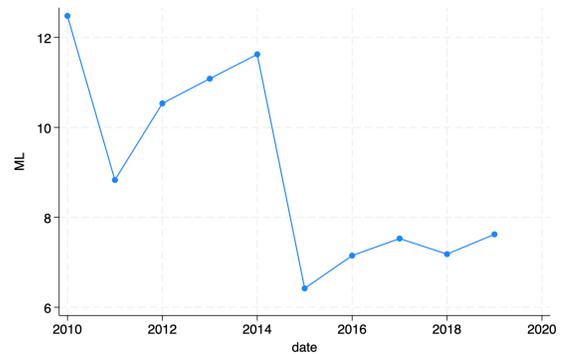
(c) Essence (*ut_ene324111_hebe*)



(d) Diesel (*ut_ene324112_hebe*)



(e) Mazout léger (*ut_ene324113_hebe*)



(f) Mazout lourd (*ut_ene324115_hebe*)

Figure 2.3: Utilisation des différentes énergies par l'industrie des services d'hébergement et de restauration

Aspects méthodologiques et techniques

Méthodologie 1: Évaluation du besoin d'une énergie particulière pour une industrie

La méthodologie qui permet d'obtenir une évaluation du besoin d'une énergie pour une industrie comporte deux étapes. La première est d'évaluer la quantité d'énergie exprimée en unités naturelles qui est utilisée par une industrie. La deuxième étape est d'évaluer la production d'une industrie exprimée en millions de dollars constants de 2012.

A. La quantité d'énergie utilisée par une industrie

Pour certaines industries, comme l'industrie de la fabrication du papier (SCIAN 322), le tableau de la disponibilité et l'écoulement des énergies primaires et secondaires en unités naturelles fournit immédiatement l'utilisation des différentes énergies dans le système d'unités recherché. Pour ces industries, il n'y a donc qu'à récolter l'information à partir de ce tableau.

Pour d'autres industries, le tableau de la disponibilité et écoulement des énergies ne fournit qu'une catégorie où plusieurs industries du même type sont regroupées. L'industrie des services d'hébergement et de la restauration (SCIAN 72), par exemple, se trouve dans la catégorie intitulée "Commerces et autres institutions". Nous noterons par $Q_{e_C}(t)$ la quantité d'énergie e utilisée par la catégorie C à la période t .

Pour répartir l'utilisation d'une catégorie du tableau de la disponibilité et écoulement entre les différentes industries qui composent cette catégorie, nous allons utiliser les informations des tableaux des ressources et des emplois. Ces tableaux nous permettent d'obtenir les dépenses⁵ que les industries ont encouru pour acquérir la quantité des différentes énergies dont elles avaient besoin pour réaliser leur production. En regroupant les dépenses des industries qui composent une catégorie du tableau de la disponibilité et écoulement des énergies, nous obtenons un niveau de dépense pour la catégorie. Nous noterons par $D_{e_C}(t)$ le niveau de dépense (en millions de dollars) pour l'acquisition d'énergie e par la catégorie C à la période t .

En effectuant le rapport entre le niveau de dépense pour l'acquisition d'une énergie et la quantité utilisée de cette énergie, nous obtenons le prix payé pour cette énergie par les membres de la catégorie. Nous noterons par $P_{e_C}(t)$ le prix d'une unité naturelle d'énergie payé par la catégorie C à la période t . Naturellement,

$$P_{e_C}(t) = \frac{D_{e_C}(t)}{Q_{e_C}(t)} \quad (2.2)$$

Nous introduirons l'hypothèse suivante:

Hypothèse 1: Prix payé pour une énergie par une industrie membre d'une catégorie

À chaque période t , le prix payé par chaque industrie membre d'une catégorie C pour une énergie e correspond au prix payé par la catégorie C , $P_{e_C}(t)$, donné par (2.2).

“Q”

Sur la base de l'Hypothèse 1, nous pouvons obtenir simplement la quantité en unités naturelles d'une énergie e utilisée par une industrie j à la période t , notée $Q_{e_j}(t)$. Pour cela, il suffit d'identifier, dans les tableaux des ressources et des emplois, le niveau de dépenses effectué par cette industrie j pour acquérir cette énergie à la période t , que nous noterons $D_{e_j}(t)$, et de diviser ce niveau de dépenses par le prix payé pour cette énergie par la catégorie C dont l'industrie fait partie, $P_{e_C}(t)$. Formellement, nous aurons:

$$Q_{e_j}(t) = \frac{D_{e_j}(t)}{P_{e_C}(t)}. \quad (2.3)$$

Remarquons immédiatement que cette procédure assure une cohérence entre la quantité d'énergie observée au niveau d'une catégorie et les quantités d'énergie calculées au niveau des industries. En effet, nous

aurons

$$\begin{aligned} Q_{e_C}(t) &= \frac{D_{e_C}(t)}{P_{e_C}(t)} \\ &= \frac{\sum_{j \in C} D_{e_j}(t)}{P_{e_C}(t)} \\ &= \sum_{j \in C} \left[\frac{D_{e_j}(t)}{P_{e_C}(t)} \right] \\ &= \sum_{j \in C} Q_{e_j}(t). \end{aligned} \tag{2.4}$$

Autrement dit, cette procédure ne fait que répartir les quantités d'énergie e observées au niveau d'une catégorie C entre les différentes industries j membres de la catégorie.

Il faut noter, avant de passer au point suivant, que l'hypothèse que nous adoptons conduira à certaines approximations dans la répartition de la quantité d'électricité utilisée par une catégorie. En effet, même si tous les membres d'une catégorie paient le même tarif, le prix moyen de l'électricité peut varier d'un membre à l'autre du fait de la non-linéarité du tarif d'électricité. Si le tarif est décroissant, comme c'est le cas par exemple du tarif G d'Hydro-Québec, le prix moyen de l'électricité payé par les grands utilisateurs sera décroissant dans la quantité que ces utilisateurs consomment, ce qui entre en contradiction avec notre hypothèse.

B. Le volume de production d'une industrie

Le deuxième élément dans la définition du besoin d'une énergie pour une industrie est le chiffre d'affaires mesuré en million de dollars de 2012, c'est-à-dire, le volume de production de celle-ci⁶. Il faut immédiatement noter que nous parlons bien de chiffre d'affaires en millions de dollars de 2012 et non pas de produit intérieur brut (PIB) réel. La différence entre le PIB et le chiffre d'affaires est évidente à partir de la définition de la notion de PIB. Le PIB se définit comme la différence entre le chiffre d'affaires (qui représente l'ensemble des ventes de l'industrie) et les dépenses relatives aux intrants de l'industrie. Il suit de cette définition que le PIB est une bonne mesure des revenus distribués par une industrie essentiellement aux travailleurs et aux actionnaires, mais qu'il est possible que le PIB varie sans que le volume de production varie.

La problématique qui empêche généralement d'utiliser le volume de production mesuré par le chiffre d'affaires en dollars de 2012 est que celui-ci est absent des statistiques usuellement publiées. Ce dont nous disposons est le chiffre d'affaires ou production en valeur (voir le tableau 36-10-0488-01 de Statistique Canada) sur la période 1997-2020 qui provient des tableaux des ressources et des emplois ainsi que des tableaux entrées-sorties.

Pour obtenir le chiffre d'affaires en dollars de 2012, il nous faut construire un indice de prix approprié pour chacune des industries listées dans le Tableau 2.2 et le Tableau 2.3. Pour ce faire, nous allons nous servir des éléments d'analyse de la section 2.6 intitulée "The Price model" de la troisième édition du livre de R. Miller et P. Blair intitulé "Input-Output Analysis. Foundations and Extensions" publié en 2022 par Cambridge University Press⁷ ainsi que du modèle intersectoriel développé au sein de Daméco basé sur les tableaux des ressources et des emplois publiés par Statistique Canada pour la période 2010-2019.

Les éléments du livre de R. Miller et P. Blair montrent qu'il est possible d'élaborer des équations qui fournissent un lien rigoureux entre les prix à la production des différentes industries, d'une part, et les indices de prix au PIB des industries et l'indice des prix des importations, d'autre part. De plus, les coefficients présents dans ces équations peuvent être évalués grâce aux informations fournies par le modèle intersectoriel. Sur la base de ces développements, des indices de prix au PIB des industries qui peuvent être obtenus grâce aux données du tableau 36-10-0402-01 de Statistique Canada et de l'indice des prix des importations obtenu grâce aux informations disponibles dans le tableau 36-10-0222-01 de Statistique Canada, nous avons donc construit, pour chaque période t , un indice de prix à la production pour chacune des industries faisant partie du Tableau 2.2 et du Tableau 2.3 que nous noterons $pg_j(t)$.

Nous pouvons alors obtenir, pour une période t donnée, le chiffre d'affaires ou production en dollars de 2012, que nous noterons $\bar{G}_j(t)$, en divisant le chiffre d'affaires ou production en millions de dollars courants, que nous noterons $G_j(t)$, par l'indice de prix à la production $pg_j(t)$. Autrement dit, nous aurons

$$\bar{G}_j(t) = \frac{G_j(t)}{pg_j(t)} \quad (2.5)$$

À titre illustratif, la Figure 2.4 et la Figure 2.5 fournissent l'évolution sur la période 2010-2019 de la production et du PIB en millions de dollars de 2012 pour l'industrie de la fabrication et de l'industrie des services d'hébergement et de restauration respectivement.

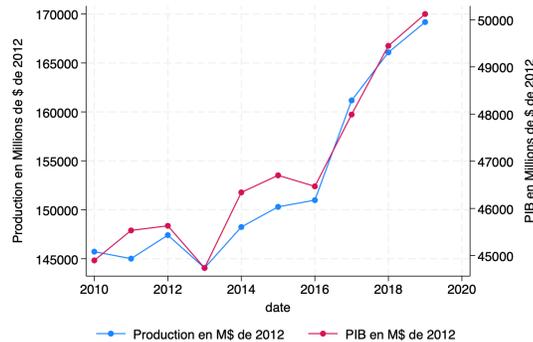


Figure 2.4: Production et PIB en M\$2012 – Fabrication

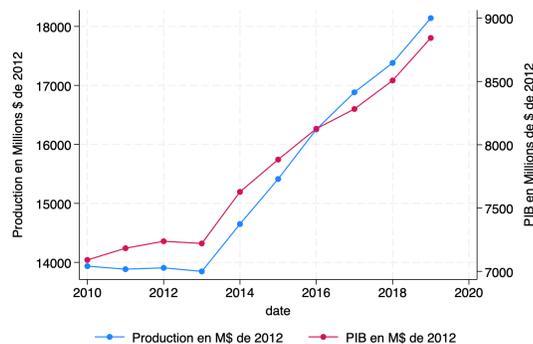


Figure 2.5: Production et PIB en M\$2012 – Services d'hébergement et de restauration

C. Le besoin d'une énergie pour une industrie

Nous obtenons alors le besoin d'une énergie pour une industrie, que nous noterons $\mathcal{B}_{e_j}(t)$, de la manière suivante:

$$\mathcal{B}_{e_j}(t) = \frac{Q_{e_j}(t)}{G_j(t)} \quad (2.6)$$



2.3 L'utilisation des énergies par les ménages

Les ménages sont aussi des utilisateurs finaux d'énergie. Les moyens de transport privés utilisés par les ménages requièrent des carburants et le mode de vie des ménages au sein de bâtiments résidentiels s'appuie sur la consommation d'énergies pour le chauffage, pour l'éclairage, pour l'utilisation d'appareils électroménagers et de télécommunication, ainsi que pour des activités reliées au loisir comme le chauffage d'une piscine extérieure...

L'utilisation d'énergie dans les bâtiments résidentiels

En plus des informations contenues dans les tableaux des ressources et des emplois et dans le tableau de disponibilité et écoulement des énergies primaires et secondaires, nous disposons de données historiques sur les dépenses de consommation finale détaillées des ménages en dollars courants et en dollars constants de 2012 (voir le tableau 36-10-0225-01 de Statistique Canada). Parmi les catégories de dépenses répertoriées se trouvent des catégories qui concernent directement des consommations d'énergie faisant partie des dépenses de logement, à savoir,

- les dépenses d'électricité
- les dépenses de gaz
- les dépenses en autres combustibles

L'avantage de disposer de données historiques des dépenses en dollars courants et en dollars constants est qu'elles permettent d'estimer économétriquement les paramètres d'un système de demandes. Le système de demandes présent dans Hercule-Impacts est du type AIDS (Almost Ideal Demand System développé par Deaton et Muellbauer en 1980⁸) qui offre notamment les avantages suivants:

- les élasticités prix, les élasticités prix croisés et les élasticités revenu présentes dans ce système sont des fonctions qui dépendent des prix et du revenu et ne sont pas supposées constantes a priori,

⁷Toutes les données des tableaux des ressources et des emplois que nous utilisons sont exprimées en "prix de base", c'est-à-dire, un prix hors taxes et subventions sur les produits. Cela évite toute distorsion qui pourrait provenir de la présence d'élément de taxation qui différerait d'une industrie à l'autre.

⁷Dans tout le texte, nous utiliserons chiffre d'affaires et production de manière interchangeable. Le terme "production" est celui utilisé dans les tableaux des ressources et des emplois, tandis que le terme "chiffre d'affaires" est celui utilisé dans le langage économique courant. Ces deux termes font toutefois référence au même concept lorsque la variation des stocks peut être considérée comme négligeable, ce qui est généralement le cas.

⁷Il est possible de se procurer ce livre à l'adresse <https://www.cambridge.org/ca/universitypress/subjects/economics/econometrics-statistics-and-mathematical-economics/input-output-analysis-foundations-and-extensions-3rd-edition?format=HB&isbn=9781108484763>.

⁸Voir Deaton A. S., and J. Muellbauer (1980) *An almost ideal demand system*, American Economic Review, Vol 70, pp 312– 326. À l'heure actuelle, cet article est cité 7 712 fois selon Google Scholar et continue à être utilisé dans de nombreuses études.

- les élasticités prix compensées ainsi que les élasticités prix croisés compensées peuvent être évaluées à partir des paramètres estimés ce qui permet de mesurer l'effet de substitution engendré par la variation d'un prix.

À partir de ce système de demandes, nous obtenons l'évolution des dépenses en dollars de 2012 d'électricité, de gaz et des autres combustibles en fonction des prix des différentes catégories de consommation et du revenu disponible des ménages. Pour obtenir l'utilisation des différentes énergies par les ménages exprimée en unités naturelles, nous avons besoin de "convertisseurs" donnés dans la Définition 3.

Définition 3: Convertisseur des millions de dollars de 2012 de dépenses d'énergie en unités naturelles

Pour l'électricité et le gaz, le convertisseur des dépenses en millions de dollars de 2012 (M\$2012) dans l'unité naturelle propre à l'énergie considérée est défini comme le résultat de la division

- de la quantité d'énergie mesurée dans son unité naturelle utilisée dans le secteur résidentiel à une période t donnée selon les données du tableau de la disponibilité et écoulement des énergies primaires et secondaires de Statistique Canada
- par le montant, à cette période t , des dépenses en millions de dollars de 2012 relatives à l'énergie considérée.

Par exemple, le convertisseur de M\$2012 en GWh, noté $conv_ene221100(t)$, sera défini comme le montant de GWh d'électricité utilisé dans le secteur résidentiel à une période t donnée selon les données du tableau de la disponibilité et écoulement des énergies primaires et secondaires de Statistique Canada divisé par le montant des dépenses en millions de dollars de 2012 d'électricité à cette période.

Pour les dépenses en autres combustibles, nous définirons un convertisseur de M\$2012 en millions de litres (ML) de mazout léger, noté $conv_ene324113(t)$, comme le résultat de la division

- du montant de ML de mazout léger utilisé dans le secteur résidentiel à une période t donnée selon les données du tableau de la disponibilité et écoulement des énergies primaires et secondaires de Statistique Canada divisé
- par le montant des dépenses en millions de dollars de 2012 en autres combustibles à cette période⁹.



Tel qu'il est défini, le convertisseur pour un type d'énergie donné correspond à l'inverse du prix de ce type d'énergie en 2012. En effet, en 2012, le montant dépensé pour une énergie mesuré en dollars courants correspond au montant dépensé en dollars constants de 2012. Ainsi, si nous divisons le montant dépensé en 2012 en dollars courants pour un type d'énergie par la quantité utilisée de cette énergie mesurée en unités naturelles, nous retrouvons le prix de cette énergie en 2012. Pour l'année 2012, la valeur du convertisseur pour une énergie particulière correspond donc bien à l'inverse du prix de cette énergie payé par les ménages.

Comme le prix de 2012 d'une énergie est une valeur constante dans le temps, chacun des convertisseurs *devrait* donc être constant dans le temps. Ceci ne se vérifie pas "exactement" du fait des ajustements et fluctuations

⁹La catégorie de consommation "Autres combustibles" ne contient pas que des dépenses reliées au Mazout léger. Cette catégorie contient aussi des dépenses pour l'achat de bois et de produits combustibles solides. Toutefois, les dépenses en mazout léger excluant les taxes sur les produits et les marges commerciales représentaient, en 2019, 66.7% de la somme des dépenses au prix de base excluant les taxes sur les produits et les marges commerciales en mazout léger, bois et produits combustibles solides. De plus ce pourcentage ne semble pas être affecté par des phénomènes externes comme la présence de la pandémie de Covid 19, puisqu'en 2020, ce pourcentage s'élevait à 64.8%.

liés aux mises à jour des mesures et méthodologies statistiques. Toutefois, comme nous le montre la Figure 2.6, l'écart en pourcentage du niveau du convertisseur de M\$2012 en GWh sur la période 1995-2021 par rapport à la valeur de ce convertisseur en 2012 est au maximum de 7.4%.

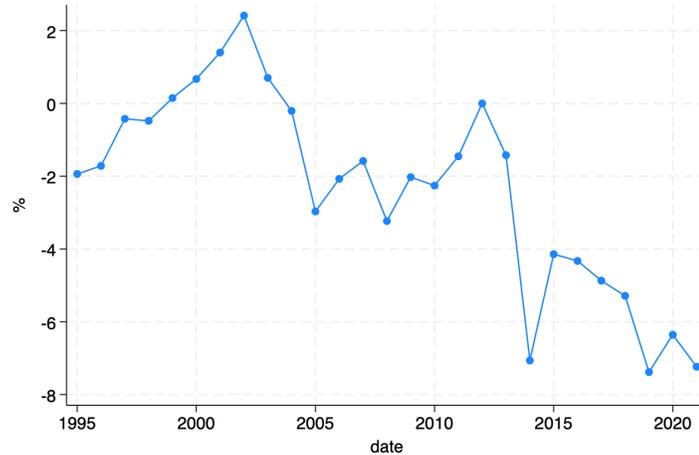


Figure 2.6: Écart en pourcentage du convertisseur de M\$2012 en GWh par rapport à sa valeur en 2012

Muni de ces convertisseurs, la quantité d'électricité, de gaz et de mazout léger utilisée par les ménages au sein de leur résidence s'obtient aisément comme indiqué dans la Définition 4 ci-dessous.

Définition 4: Utilisation résidentielle d'électricité, de gaz et de mazout léger

Pour l'énergie e , notons par $conv_e$ le convertisseur associé à cette énergie que nous avons défini dans la Définition 3 et ut_e_dfcc la quantité de cette énergie employée par les ménages dans leur résidence. Nous aurons:

$$ut_ene221100_dfcc(t) = conv_ene221100(t) \times dfcc_electricite_dc(t) \tag{2.7}$$

$$ut_ene211102_dfcc(t) = conv_ene211102(t) \times dfcc_gaz_dc(t) \tag{2.8}$$

$$ut_ene324113_dfcc(t) = conv_ene324113(t) \times dfcc_a_combustibles_dc(t) \tag{2.9}$$

où $dfcc_electricite_dc(t)$, $dfcc_gaz_dc(t)$ et $dfcc_a_combustibles_dc(t)$ représente les dépenses d'électricité, de gaz et d'autres combustibles en millions de dollars constants de 2012 à la période t qui proviennent du système de demandes présent dans Hercule-Impacts.



Notre approche diffère évidemment de celle adoptée dans des portraits comme “L'État de l'Énergie au Québec (2023)”. Dans ces portraits, l'évolution de la consommation d'énergie dans le secteur résidentiel est basée sur l'évolution de la consommation énergétique par m2, la superficie de plancher en m2 des résidences et le nombre de résidences. L'avantage de notre approche est qu'elle permet de prendre en compte l'impact sur les décisions des ménages relatives à leur consommation d'énergie de modifications dans

- le prix des différents types d'énergie,
- le prix de chacun des autres biens présents dans le système de demandes,
- du revenu disponible des ménages.

La prise en compte de tels impacts bonifie l'analyse puisqu'il est possible qu'une diminution de revenu disponible, par exemple, conduise les ménages à réduire leur consommation d'électricité tout en conservant le même nombre de mètres carrés utilisés. Rendre possibles les modifications dans les décisions des ménages est évidemment de première importance dans l'élaboration de projections de l'utilisation résidentielle des différentes énergies par les ménages.

L'utilisation d'essence par les ménages

Comme nous disposons des données historiques sur les dépenses en dollars courants et en dollars constants de 2012 pour la catégorie de consommation intitulée "carburants et lubrifiants" qui est constituée essentiellement de dépenses d'essence¹⁰ (voir le tableau 36-10-0225-01 de Statistique Canada), une demande d'essence est incluse dans le système de demandes d'Hercule-Impacts. Nous allons procéder comme précédemment en définissant un convertisseur qui permet de convertir les dépenses de carburants exprimées en millions de dollars constants de 2012 en millions de litres d'essence. La construction de ce convertisseur nécessite toutefois une étape supplémentaire, car le tableau de la disponibilité et écoulement des énergies primaires et secondaires en unités naturelles de Statistique Canada ne contient pas l'information sur le nombre de millions de litres d'essence utilisés par les ménages.

Pour obtenir une évaluation de l'évolution historique du nombre de litres d'essence utilisés par les ménages, nous allons nous baser sur les informations suivantes:

- le nombre de voitures et le nombre de camions légers (Véhicules Utilitaires Sport) immatriculés en tant que véhicules de promenade (données pour la période 2010-2021 de la Société de l'assurance automobile du Québec rendues disponibles par l'institut de la Statistique du Québec à l'adresse https://bdso.gouv.qc.ca/pls/ken/ken213_afich_tabl.page_tabl?p_iden_tran=&p_lang=&p_m_o=SAAQ&p_id_ss_domn=718&p_id_raprt=3372#tri_age=1&tri_tertr=0);
- le nombre moyen de kilomètres parcourus annuellement ainsi que la consommation d'essence moyenne pour parcourir 100 km (litres/100km) par les différents types de véhicules (données historiques pour la période 2000-2020 compilées par Ressources naturelles Canada et disponibles dans les tableaux 21 et 37 de la page web suivante: https://oee.rncan.gc.ca/organisme/statistiques/bnce/apd/menus/evolution/complete/evolution_tran_qc.cfm)

En combinant de manière appropriée ces informations, nous obtenons une estimation de l'évolution historique du nombre de millions de litres d'essence utilisés par les ménages sur la période 2000-2020. Cette évolution est représentée dans la Figure 2.7.

¹⁰Outre les dépenses en essence, cette catégorie contient aussi les dépenses pour d'autres produits, essentiellement du diesel et des lubrifiants. Selon le tableau des ressources et des emplois de 2019, les dépenses en carburants et lubrifiants étaient composées de 92.5% par des dépenses en essence, à 3.2% par des dépenses en diesel et 3.9% en dépenses de lubrifiants. L'absence de données historiques sur les dépenses des ménages en carburant diesel nous a empêchés d'inclure une demande pour ce type de carburant dans le système de demandes.

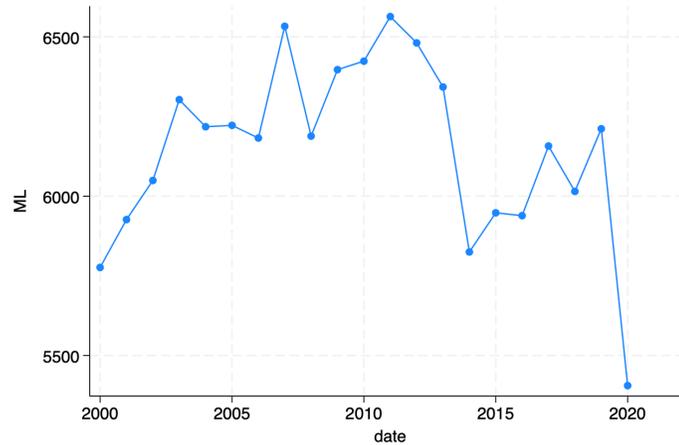


Figure 2.7: Nombre de litres d'essence utilisés par les ménages (en millions)

Munis de cette évolution historique, nous pouvons définir un convertisseur des millions de dollars constants de 2012 (M\$2012) consacrés aux dépenses de carburants en millions de litres (ML) d'essence comme nous l'avons fait pour l'électricité, le gaz et le mazout léger.

Définition 5: **Convertisseur des M\$2012 de dépenses de carburants en ML d'essence**

Le convertisseur des dépenses de carburants exprimées en millions de dollars de 2012 (M\$2012) en millions de litres (ML) d'essence est défini comme le résultat de la division

- de la quantité d'essence en ML estimée pour la période t à partir du nombre de voitures, du nombre de camions légers (Véhicules Utilitaires Sport), du nombre moyen de kilomètres parcourus annuellement et de la consommation d'essence pour parcourir 100 km
- par le montant, à cette période t , des dépenses de carburants et lubrifiants exprimées en millions de dollars de 2012.



Malgré les imprécisions liées au fait que

- la catégorie des dépenses de consommation utilisée pour construire le convertisseur contient d'autres produits que l'essence comme le diesel et des lubrifiants
- le nombre de litres d'essence utilisé est construit à partir de moyennes,

nous obtenons un convertisseur que nous jugeons satisfaisant. Tout d'abord, comme le montre la Figure 2.8, nous obtenons une valeur du convertisseur égale à 0.666 en 2012, ce qui correspond à un prix du litre d'essence évalué à 1.5\$/litre¹¹. Selon les relevés de la Régie de l'énergie du Québec¹² le prix moyen sur l'ensemble du Québec de l'essence s'élevait à 1.34\$/litre pour l'essence ordinaire et à 1.427\$/litre pour l'essence super. Comme

¹¹La définition du convertisseur et le fait que les dépenses de carburants en millions de dollars constants de 2012 et celles en millions de dollars courants sont égales en 2012 impliquent que l'inverse du convertisseur correspond au prix d'un litre d'essence en 2012.

¹²Voir https://www.regie-energie.qc.ca/storage/app/media/consommateurs/informations-pratiques/prix-petrole/Tableaux/region-administrative/ordinaire/prix-moyen/ordinaire_moyen2012.pdf et https://www.regie-energie.qc.ca/storage/app/media/consommateurs/informations-pratiques/prix-petrole/Tableaux/region-administrative/super/prix-moyen/super_moyen2012.pdf.

les prix donnés par la Régie de l'énergie sont eux-mêmes des moyennes¹³, l'évaluation du prix de l'essence en 2012 réalisée à partir du convertisseur est donc proche de celle qui a été observée en 2012.

Une deuxième raison qui fait que nous jugeons le convertisseur satisfaisant est son évolution sur la période 2000-2020. Théoriquement, comme nous l'avons déjà mentionné plus haut, le convertisseur devrait être une constante sur la période¹⁴ et c'est approximativement ce que nous observons sur la Figure 2.8. En particulier, nous pouvons observer que la présence de la pandémie de Covid 19 n'a pas d'impact particulier sur la valeur du convertisseur alors qu'elle a un impact majeur sur la quantité d'essence utilisée.

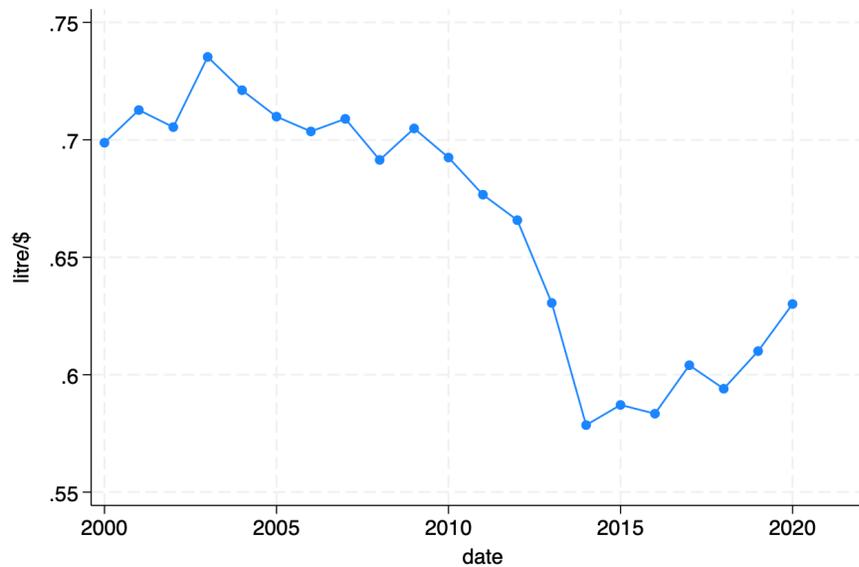


Figure 2.8: Convertisseur de M\$2012 de dépenses d'essence en ML d'essence

Munis de ce convertisseur, nous pouvons obtenir la quantité d'essence utilisée par les ménages exprimée en ML à partir des dépenses de carburants et lubrifiants exprimées en millions de dollars constants de 2012.

Définition 6: Utilisation d'essence par les ménages

Notons par $conv_ene324111$ le convertisseur associé à l'essence que nous avons défini dans la Définition 5 et $ut_ene324111_dfcc$ la quantité d'essence en ML employée par les ménages. Nous aurons:

$$ut_ene324111_dfcc(t) = conv_ene324111(t) \times dfcc_essence_dc(t) \quad (2.10)$$

où $dfcc_essence_dc(t)$ représente les dépenses de carburants et lubrifiants en millions de dollars constants de 2012 à la période t qui proviennent du système de demandes présent dans Hercule-Impacts.



¹³Voir le document méthodologique disponible à l'adresse <https://www.regie-energie.qc.ca/storage/app/media/consommateurs/informations-pratiques/prix-petrole/Guide-methodologique/Guide-methodologique-Partie1.pdf>.

¹⁴Comme le prix de l'essence en 2012 est une constante et comme la définition du convertisseur se base sur des dépenses exprimées en M\$2012, la valeur du convertisseur *devrait* rester inchangée sur l'ensemble de la période.

Résumé 2: Convertisseurs des millions de dollars constants de 2012 de dépenses d'énergie en quantité d'énergie

Pour chacun des types d'énergie utilisés par les ménages, à savoir, l'électricité, le gaz, le mazout léger et l'essence, nous avons défini un convertisseur qui permet d'exprimer les millions de dollars constants de 2012 de dépenses relatives à chacun de ces types d'énergie en quantité d'électricité, de gaz, de mazout léger et d'essence mesurée en unités naturelles, c'est-à-dire mesurées en GWh, Mm³ et ML respectivement.

La définition de ces convertisseurs implique que ceux-ci doivent être constants dans le temps. Ainsi, toute variation dans la quantité utilisée d'une énergie provient d'une variation dans les dépenses effectuées pour cette énergie exprimées en millions de dollars constants de 2012 qui sont issues du système de demandes présent dans Hercule-Impacts.



Contenu énergétique des biens et services

La sous-section précédente montre l'importance du système de demandes pour construire l'évolution de l'utilisation des différents types d'énergie par les ménages. Nous allons montrer dans la présente sous-section que le système de demandes est aussi extrêmement important pour déterminer l'évolution de l'utilisation des différents types d'énergie par les industries. En effet, comme toute utilisation de biens et services doit être précédée par une production et comme toute production nécessite l'emploi d'une quantité des différents types d'énergie, il est possible d'associer une utilisation d'une quantité des différents types d'énergie à l'utilisation de biens et services. La quantité d'un type d'énergie associée de cette manière à l'utilisation de biens et services est ce que nous appellerons le *contenu énergétique*¹⁵. De manière précise, nous définirons le concept de contenu énergétique de la manière suivante.

Définition 7: Contenu énergétique d'une catégorie spécifique de biens et services en un type d'énergie particulier

Nous identifierons par *dfcc* une *catégorie de biens et services consommés par les ménages*. Le **contenu énergétique d'une catégorie *dfcc* de biens et services consommés par les ménages en un type d'énergie particulier** est défini comme *la quantité, mesurée en unités naturelles, de ce type d'énergie qui doit être employée par l'ensemble des industries localisées au Québec afin de permettre l'obtention d'un million de dollars constants de 2012 de biens et services de la catégorie *dfcc**.

Par exemple, le contenu énergétique en électricité des biens appartenant à la catégorie des produits alimentaires est la quantité de GWh qui sont nécessaires aux industries pour permettre la consommation d'un million de dollars constants de 2012 de biens appartenant à la catégorie des produits alimentaires.



Ce concept de contenu énergétique peut sembler complexe, d'une part, parce qu'il implique l'ensemble des industries et, d'autre part, parce que le niveau de contenu énergétique diffèrera selon la catégorie de biens et services considérée et selon le type d'énergie considérée. Toutefois, cette complexité n'est qu'apparente et se

¹⁵Ce type de concept n'est pas nouveau puisqu'il apparaît déjà dans la littérature scientifique dans un article de Percebois qui s'intitule *Le concept d'intensité énergétique est-il significatif* publié dans la Revue d'économie politique en 1979, pp. 509-527. Toutefois, comme le montrent la définition à la page 513 et la manière de le calculer à la page 514, Percebois travaille en *dollars courants*, alors que nous travaillons avec une quantité d'énergie mesurée en *unités naturelles* et une quantité de biens et services mesurée en *millions de dollars constants de 2012*.

situé essentiellement au niveau des moyens de calcul nécessaires pour évaluer la valeur du contenu énergétique d'une catégorie de biens et services en un type d'énergie. Par contre, la logique derrière ce concept peut se comprendre relativement aisément à l'aide de la Figure 2.9.

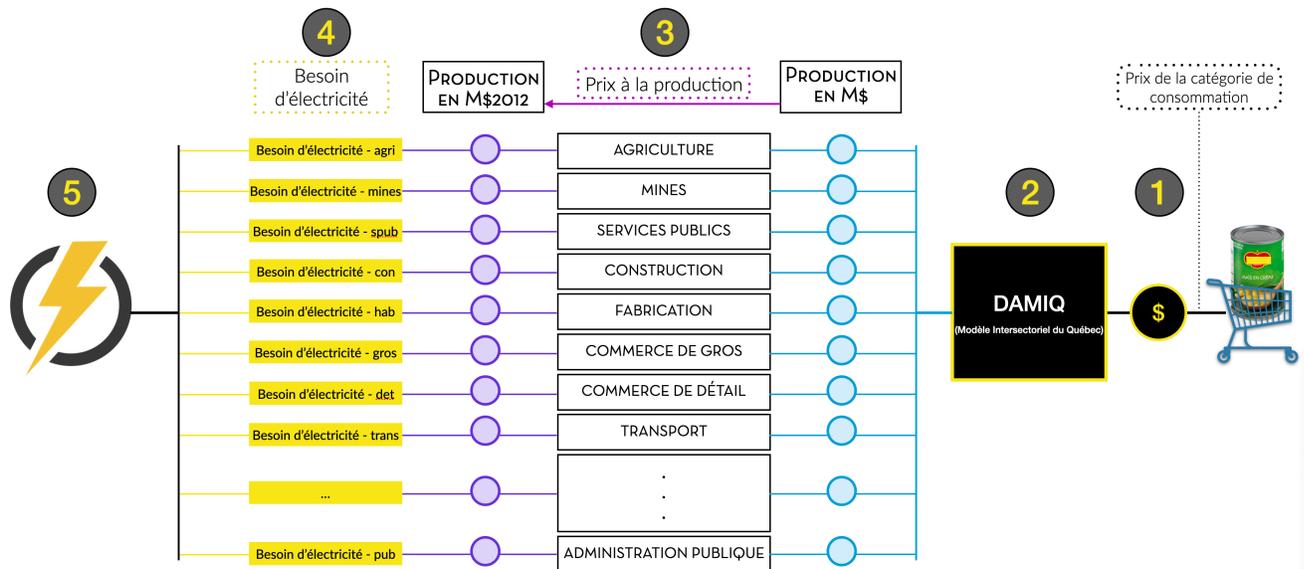


Figure 2.9: Contenu énergétique des aliments en électricité

Pour obtenir le contenu énergétique des biens appartenant à la catégorie “Produits alimentaires” en électricité, il faut procéder en 5 étapes comme indiqué sur la Figure 2.9:

- *1ère étape:* il faut convertir le volume correspondant à 1 million de dollars constants de 2012 en une dépense en dollars courants. Ceci s’effectue à l’aide du prix de la catégorie de consommation concernée, ici, le prix des produits alimentaires. La nécessité d’effectuer cette première transformation provient du fait que les tableaux des ressources et des emplois publiés par Statistique Canada sont exprimés en dollars courants, ce qui implique que le passage du secteur de la consommation au secteur de la production se fait lui aussi en dollars courants;
- *2ième étape:* en utilisant le modèle intersectoriel du Québec, DAMIQ, développé au sein de Daméco et basé sur les tableaux des ressources et des emplois détaillés du Québec, nous évaluons le niveau de production en dollars courants de chacune des industries qui est nécessaire pour obtenir le niveau de dépense en produits alimentaires obtenu à la suite de la première étape. L’utilisation du modèle intersectoriel à cette étape permet de prendre en compte la production de l’ensemble des biens et services utilisés qui entrent en tant que *consommations intermédiaires* dans le processus de production des industries. Par exemple, il sera pris en compte que la consommation d’une boîte de conserve de maïs requiert une certaine production de l’industrie “Finance et assurance”, puisque les services de cette industrie sont utilisés, entre autres, par l’industrie de “Fabrication”;
- *3ième étape:* une fois que nous avons obtenu, pour chaque industrie, la production exprimée en millions de dollars courants qui est nécessaire pour obtenir le niveau de dépense en produits alimentaires obtenu à la suite de la première étape, il faut convertir cette production en millions de dollars courants en une production en millions de dollars de 2012. Pour ce faire, nous utilisons le système de prix à la production dont nous avons déjà fait mention à la Section 2.2 et qui est discuté à la section B. de l’encadré intitulé *Méthodologie 1*;
- *4ième étape:* connaissant la production en millions de dollars de 2012 de chacune des industries, nous pouvons utiliser le besoin d’électricité pour les différentes industries (voir la Définition 1) pour obtenir le

nombre de GWh que chacune des industries devra utiliser pour réaliser sa production;

- *5ième étape*: disposant de la quantité de GWh utilisée par chacune des industries pour réaliser la production en millions de dollars de 2012 nécessaire à l'obtention d'un million de dollars d'aliments, il suffit d'additionner ces quantités d'électricité pour obtenir le contenu énergétique des biens de la catégorie des aliments en électricité.

Nous n'entrerons pas dans une discussion d'aspects de type méthodologique. Ces aspects sont rassemblés dans les encadrés intitulés Méthodologie 2 et Méthodologie 3 présentés à la fin de la présente section. Nous allons toutefois préciser les contours du concept de contenu énergétique à l'aide d'illustrations.

Pour commencer, il faut souligner que ce concept de contenu énergétique s'applique non seulement aux biens et services des différentes catégories de consommation énumérées dans le Tableau 2.4, mais aussi aux différentes composantes de la demande finale listées dans le Tableau 2.5. Ce grand nombre de catégories joue un rôle important dans les analyses réalisées avec Hercule-Impacts. En effet, lorsque les ménages décident de modifier leur structure de consommation suite à des variations dans leur revenu disponible ou à des variations dans les prix des différents types de biens et services, ils modifient aussi la quantité des différents types d'énergie que les industries vont utiliser et ceci se répercutera sur la quantité des différents types d'énergie utilisée, puisque le contenu énergétique diffère généralement d'une catégorie de biens et services à l'autre.

Tableau 2.4: **Catégories de consommation dans le système de demandes**

Catégorie de consommation dans le système de demandes	Éléments appartenant à la catégorie
1. Produits alimentaires et boissons non alcoolisées	
2. Boissons alcoolisées, tabac et cannabis	
3. Articles d'habillement et chaussures	
4. Loyers payés pour le logement	
5. Loyers imputés pour le logement	
6. Logement - autres dépenses	<i>Fournitures pour travaux d'entretien et de réparation du logement</i> <i>Services pour l'entretien et les réparations du logement</i> <i>Alimentation en eau et services publics d'hygiène</i>
7. Électricité	
8. Gaz	
9. Autres combustibles	
10. Santé	
11. Voitures neuves	
12. Camions, fourgonnettes et véhicules utilitaires sport neufs	
13. Véhicules - autres dépenses	<i>Véhicules automobiles d'occasion</i> <i>Autres véhicules</i>
14. Carburants et lubrifiants	
15. Entretien	<i>Pièces de rechange et accessoires pour véhicules</i> <i>Entretien et réparation de véhicules</i>
16. Utilisation	<i>Stationnement</i> <i>Location de véhicules</i> <i>Autres services liés à l'utilisation de véhicules</i>
17. Transport collectif	<i>Transport urbain et interurbain par autobus</i>

Catégorie de consommation dans le système de demandes	Éléments appartenant à la catégorie
18. Communications	<i>Transport par taxi et limousine</i>
19. Loisirs et culture	<i>Transport aérien</i>
20. Enseignement	<i>Transport ferroviaire et maritime</i>
21. Services de restauration et d'hébergement	<i>Autres services de transport</i>
22. Assurance et services financiers	
23. Biens et services divers	

Tableau 2.5: **Catégories de demande finale**

Catégorie de demande finale
1. Consommation des administrations publiques
2. Construction de bâtiments résidentiels
3. Investissement en bâtiments des entreprises
4. Investissement en machinerie et équipement et en produits de propriété intellectuelle des entreprises
5. Investissement en bâtiments des administrations publiques
6. Investissement en machinerie et équipement et en produits de propriété intellectuelle des administrations publiques
7. Exportations de biens aux autres pays
8. Exportations de services aux autres pays
9. Exportations de biens aux autres provinces
10. Exportations de services aux autres provinces

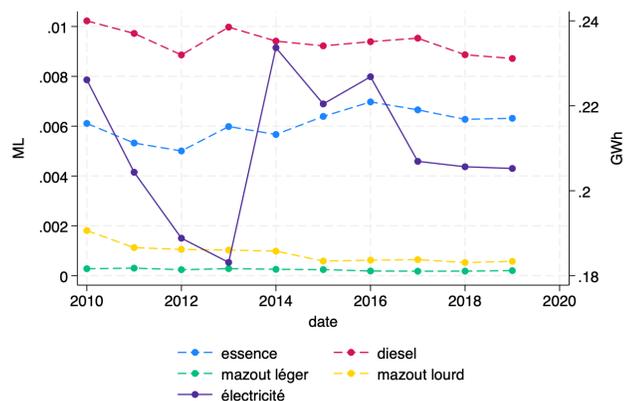


Figure 2.10: Contenu énergétique des produits alimentaires

La Figure 2.10 illustre le contenu énergétique des produits alimentaires en différents types d'énergie. Comme nous pouvons l'observer, la consommation de produits alimentaires requiert l'utilisation de l'essence et du diesel. Ces quantités de produits pétroliers ne sont évidemment pas incorporés dans les aliments, mais sont nécessaires, par exemple, à l'industrie du transport, du commerce de gros et du commerce de détail pour acheminer les

produits alimentaires jusqu'aux lieux de vente de ces aliments. Le contenu énergétique des produits alimentaires doit donc bien être compris comme la quantité des différents types d'énergie dont les industries ont besoin dans leur production.

Il faut aussi noter que le contenu énergétique, tel que nous le définissons, concerne la quantité des différents types d'énergie dont les industries localisées au Québec ont besoin dans leurs opérations de production. Un exemple typique qui illustre ce point est le contenu énergétique des voitures représenté dans la Figure 2.11.

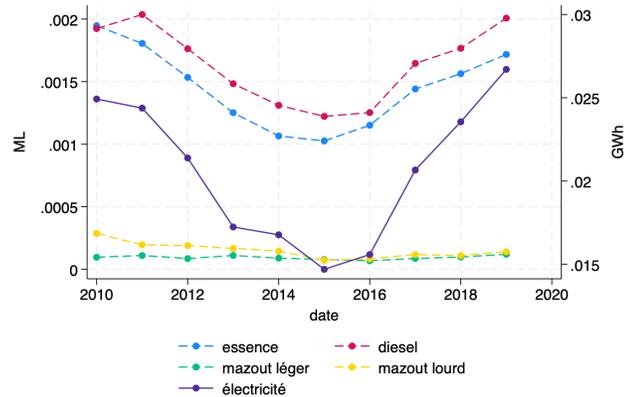


Figure 2.11: Contenu énergétique des voitures neuves

Comme nous pouvons nous en apercevoir, le contenu énergétique des voitures neuves en électricité, par exemple, est bien inférieure à celle des produits alimentaires. Cela ne veut absolument pas dire qu'il faut moins d'électricité pour produire une voiture que pour produire des aliments. Cela signifie qu'au Québec, cela prend très peu d'électricité pour permettre l'achat d'une voiture neuve, puisque les voitures neuves ne sont pas fabriquées au Québec mais importées d'autres provinces ou d'autres pays. De manière générale, plus la part importée des biens et services d'une catégorie est importante, plus le contenu énergétique de cette catégorie sera faible. La raison est simplement que les importations se substituent à la production des industries situées au Québec et réduisent donc les besoins en énergie au Québec pour obtenir un niveau de consommation donné (voir le point B. de l'encadré intitulé Méthodologie 2 pour une discussion plus approfondie).

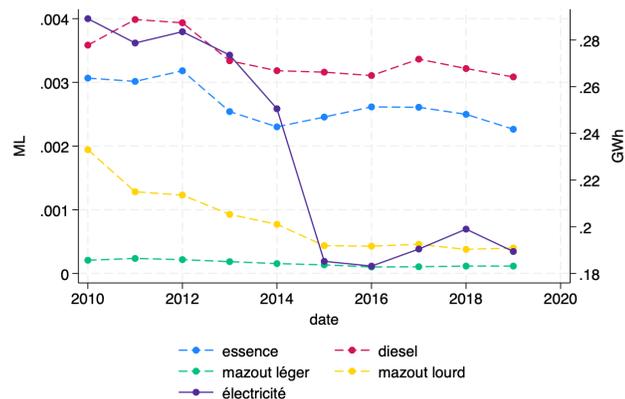


Figure 2.12: Contenu énergétique de l'essence

Le dernier point que nous allons soulever est celui du contenu énergétique de biens énergétiques comme l'essence. Comme nous pouvons l'observer dans la Figure 2.12, le contenu énergétique de l'essence en produits pétroliers comme l'essence, le diesel, le mazout léger et le mazout lourd, est extrêmement faible (comparable

ou inférieur à celui des produits alimentaires pour ces types d'énergie). Ceci illustre l'absence du pétrole brut dans notre liste des types d'énergie considérés. Pour les besoins du présent projet, il n'est pas nécessaire de regarder les besoins en pétrole brut nécessaires à la production de l'essence. Seule la quantité des différents types d'énergie requise pour rendre disponible l'essence produite aux différents utilisateurs finaux est nécessaire pour nos analyses. D'autre part, il faut noter que le contenu énergétique de l'essence mesure uniquement la quantité d'essence qui est nécessaire aux différentes industries pour permettre la consommation d'un million de dollars constants de 2012 d'essence.

Aspects méthodologiques et techniques

Méthodologie 2: Contenu énergétique des différents biens et services utilisés aux fins de consommation, d'investissement et d'exportation en un type d'énergie particulier

La Figure 2.9 met clairement en évidence les différents facteurs qui affectent le contenu énergétique d'une catégorie de biens ou services de consommation en un type d'énergie particulier. Pour rendre la discussion de ces facteurs plus concrète, nous considérerons le cas du contenu énergétique des produits alimentaires en électricité.

A. Le rôle des technologies

Les technologies interviennent à deux niveaux dans l'évaluation du contenu énergétique. Tout d'abord, comme nous l'avons discuté à la Section 2.2 (voir Résumé 1), le besoin d'un type particulier d'énergie pour une industrie est déterminée essentiellement par la technologie. Il est donc assez évident que le contenu énergétique dépendra de l'efficacité avec laquelle les différentes industries utilisent l'énergie considérée.

Le besoin d'une énergie particulière diffère généralement d'une industrie à l'autre, ce qui est illustré dans la Figure 2.13 et la Figure 2.14 pour le besoin d'électricité pour différentes industries.

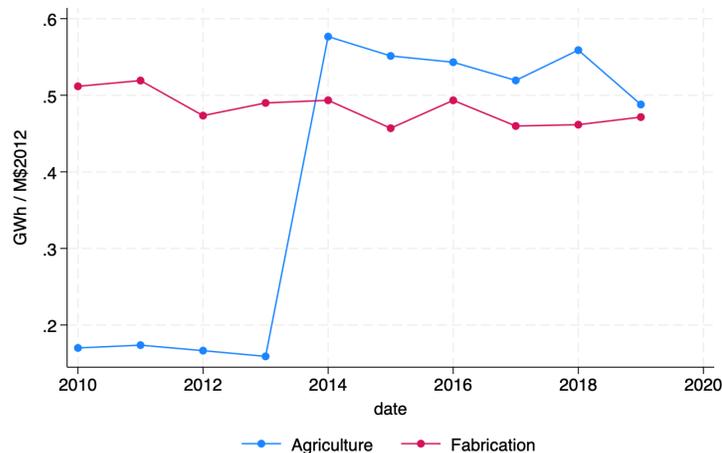


Figure 2.13: Besoin d'électricité pour les industries "Agriculture" et "Fabrication"

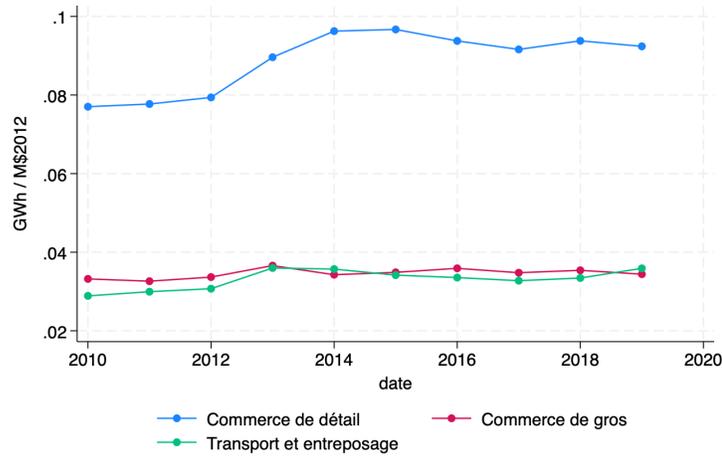


Figure 2.14: Besoin d'électricité pour les industries "Commerce de détail", "Commerce de gros" et "Transport et entreposage"

Ces différences dans les besoins énergétiques des industries font en sorte que le contenu énergétique dépend aussi des technologies qui sont sous-jacentes au passage des dépenses de consommation en produits alimentaires en dollars courants aux productions des différentes industries exprimées aussi en dollars courants. Ces technologies concernent la manière dont les différents biens et services sont produits. Elles sont décrites statistiquement dans les tableaux des ressources et des emplois et se retrouvent au cœur du modèle intersectoriel sous la forme de "coefficients technologiques". Muni de ces technologies, le modèle intersectoriel permet de calculer le niveau de production (en M\$) des différentes industries qui est requis pour obtenir un million de dollars courants de consommation de produits alimentaires. Pour illustrer notre propos, la Figure 2.15 et la Figure 2.16 présentent le niveau de production (en M\$) des industries de l'agriculture, de la fabrication, du commerce de détail, du commerce de gros et du transport et entreposage qui est requis pour obtenir un million de dollars courants de produits alimentaires.

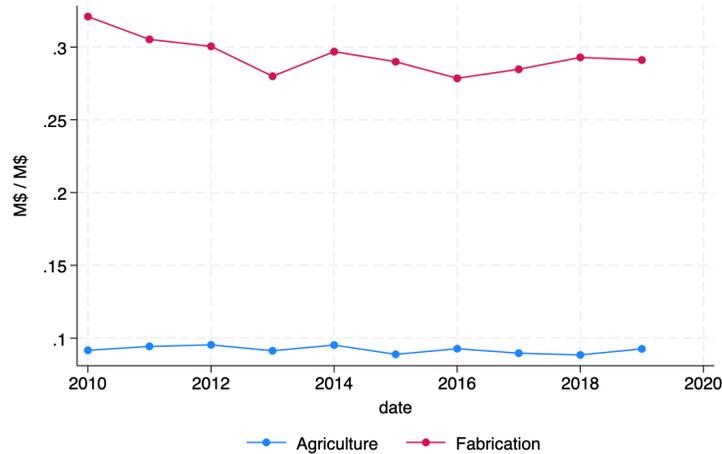


Figure 2.15: Production (en M\$) par million de dollars de consommation de produits alimentaires: Agriculture et Fabrication

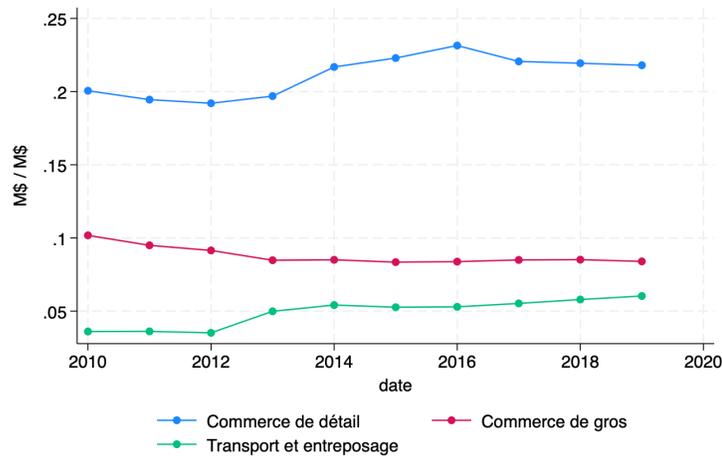


Figure 2.16: Production (en M\$) par million de dollars de consommation de produits alimentaires: Détail, Gros et Transport

Nous pouvons donc observer de grandes différences d'une industrie à l'autre. Par exemple, l'industrie de l'agriculture devra fournir une production d'un peu moins de 0.1 million de dollars pour permettre la réalisation d'un million de dollars de produits alimentaires (voir Figure 2.15), tandis que l'industrie du commerce de détail devra fournir un peu plus de 0.2 millions de dollars (voir Figure 2.16). Cela affecte le contenu énergétique des produits alimentaires en électricité, puisque le besoin d'électricité pour l'industrie de l'agriculture est plus de cinq fois supérieure à celle de l'industrie du commerce de détail (voir la fig-besoin-ene221100-agri-fab et la fig-besoin-ene221100-det-gros-trans).

La Figure 2.15 et la Figure 2.16 permettent aussi d'apercevoir un phénomène qui peut paraître surprenant à première vue. En effet, en 2019, la consommation d'un million de dollars de produits alimentaires requiert la production de 0.29 million de dollars de l'industrie de la fabrication, la production de 0.362 millions de dollars de la part des industries du commerce de détail, du commerce de gros et du transport et entreposage et 0.09 million de dollars de l'industrie de l'agriculture. La faible contribution de l'industrie de l'agriculture peut sembler étonnante, puisqu'une grande partie des produits alimentaires provient a priori des cultures agricoles ou de l'élevage. Pour comprendre ce phénomène, il faut prendre en compte le rôle des importations, ce que nous allons examiner dans le point suivant.

B. Le rôle des importations

La consommation de biens et services nécessite non seulement une production de la part d'industries situées au Québec, mais aussi des importations qui correspondent à une production par des industries localisées à l'extérieur du Québec. Le modèle intersectoriel peut aussi être utilisé pour évaluer la valeur des importations requises pour permettre une consommation d'un million de dollars d'une catégorie particulière de biens et services. De plus, à partir du modèle intersectoriel, il est possible de distinguer entre deux types d'importations, à savoir, l'importation de biens et services qui n'ont pas besoin de transformations pour être utilisés et les biens et services qui, au contraire, nécessitent une transformation pour être utilisés. Le premier type d'importation consiste donc en des biens et services directement utilisable pour une consommation finale, tandis que le deuxième type d'importation consiste en des biens et services qui entrent dans le processus de production d'une industrie sous la forme d'un intrant intermédiaire.

La Figure 2.17 valeur des importations utilisables pour la consommation finale et celle des importations utilisées comme intrant intermédiaire nécessaire pour obtenir un million de dollars de produits alimentaires.

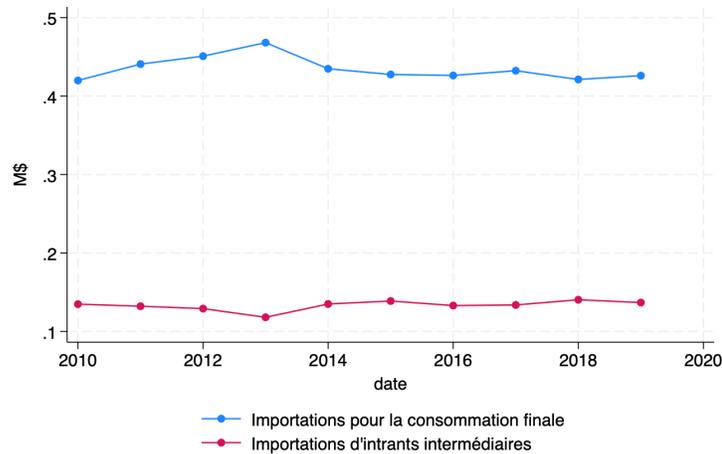


Figure 2.17: Importations nécessaires pour la consommation d'un million de dollars d'aliments

Ainsi, la consommation d'un million de dollars de produits alimentaires nécessite l'importation de biens ne nécessitant aucune transformation pour une valeur dépassant 0.4 million de dollars. C'est ce qui explique que la consommation de produits alimentaires nécessite une faible production de l'industrie de l'agriculture. Par contre, pour être accessibles aux ménages, ces biens importés seront, tout comme s'ils avaient été produits au Québec,

- transportés, ce qui génère une production de l'industrie du transport et de l'entrepôtage,
- pris en charge par des grossistes, ce qui génère une production de l'industrie du commerce de gros,
- mis à la disposition des consommateurs par des commerçants, ce qui génère une production de l'industrie du commerce de détail.

C'est ce qui explique la production de ces industries telle que nous l'avons observée dans la Figure 2.16.

L'impact de ces importations est de réduire le contenu énergétique des produits alimentaires en électricité, puisque sans ces importations d'autres biens alimentaires auraient été produits par des industries situées au Québec qui ont besoin d'électricité pour opérer¹⁶.

Pour les biens et services importés comme intrants intermédiaires, la conclusion est la même, à savoir, que ces importations réduisent la production des industries situées au Québec et diminue donc le contenu énergétique des produits alimentaires en électricité.

Cette discussion met en évidence que le contenu énergétique dont nous parlons réfère à une *quantité d'énergie utilisée par les industries situées au Québec* et ne prend pas en compte la quantité d'énergie utilisée par les industries localisées à l'extérieur du Québec et qui produisent des biens et services nécessaires à la consommation de produits alimentaires. Ainsi, toutes autres choses restant égales par ailleurs, *plus une catégorie de biens et services fait appel aux importations, plus son contenu énergétique sera faible*.

Notons qu'il est possible d'évaluer la quantité des différents types d'énergie qui serait requise si les im-

portations étaient produites par les industries situées au Québec (pour les biens et services pour lesquels il existe une industrie capable de produire ces biens au Québec), ce qui peut s'avérer utile dans les discussions des impacts de politiques d'achat local ou dans les discussions sur la prise en compte des GES générés par l'entièreté de la chaîne d'approvisionnement et non pas uniquement les GES générés sur le sol québécois.

C. Le rôle des prix

Le modèle intersectoriel calcule la *production en millions de dollars courants* des différentes industries qui permet de générer *un million de dollars courants d'utilisation* de biens et services. De ce fait, nous avons besoin de convertir, à l'aide d'indices de prix, les productions obtenues du modèle intersectoriel ainsi que l'utilisation des biens et services en *millions de dollars de 2012* pour pouvoir obtenir une mesure du contenu énergétique qui correspond à la quantité d'énergie mesurée en unités naturelles nécessaire à l'utilisation d'une quantité de biens et services mesurée en millions de dollars constants de 2012.

Il ne faut toutefois pas surestimer le rôle des prix dans la détermination du contenu énergétique du fait que l'indice de prix de la catégorie de consommation n'est pas indépendant des indices de prix à la production. Reprenons notre exemple des produits alimentaires et supposons que la consommation de ces produits alimentaires ne nécessite que la production de la part de l'industrie de la fabrication. Il est alors naturel de penser que l'évolution de l'indice de prix des produits alimentaires sera entièrement déterminée par l'évolution de l'indice de prix de la production de l'industrie de la fabrication, puisque l'industrie de la fabrication est la seule industrie impliquée dans la production des produits alimentaires. Dans ce cas, la présence d'indices de prix ne joue aucun rôle dans l'évaluation du contenu énergétique. Il en va de même si la consommation des biens alimentaires ne nécessite que des importations sans aucune production de la part d'industries situées au Québec, l'évolution de l'indice de prix des produits alimentaires sera entièrement déterminée par l'évolution de l'indice de prix des importations.

Ces exemples montrent que l'évolution de l'indice du prix d'une catégorie de biens et services particulière repose sur

- l'évolution de l'indice de prix des industries dont la production est requise pour permettre la consommation des biens et services appartenant à cette catégorie particulière,
- l'évolution de l'indice du prix des importations.

Nous ne rentrerons pas dans les détails de la mécanique de la formation des prix présente dans *Hercule-Impacts*, mais l'objectif de la présente discussion est de souligner que la présence d'indices de prix n'a pas d'impact majeur sur l'évaluation du contenu énergétique du fait que l'évolution de l'indice de prix de la catégorie de biens et services dont le contenu énergétique est évalué repose sur l'évolution des indices de prix à la production. Cette absence d'impact majeur peut s'observer, par exemple, à travers la stabilité dans le temps du contenu énergétique des différentes catégories de biens et services observée dans la [Figure 2.10](#), [Figure 2.11](#) et [Figure 2.12](#) alors que les prix eux évoluent évidemment dans le temps comme nous pouvons le voir dans la [Figure 2.18](#) et la [Figure 2.19](#).

La [Figure 2.18](#) présente l'évolution de l'indice de prix des produits alimentaires et de l'indice de prix à la production de l'industrie de la fabrication et nous pouvons observer le lien étroit entre ces deux indices de prix, puisque leur évolution est pratiquement identique. Nous pouvons nous y attendre car, comme nous l'avons vu à la [Figure 2.15](#), la consommation de produits alimentaires nécessite une relativement

grande production de l'industrie de la fabrication, ce qui fait en sorte que l'évolution de l'indice de prix à la production de l'industrie de la fabrication aura un grand impact sur l'évolution de l'indice de prix des produits alimentaires.

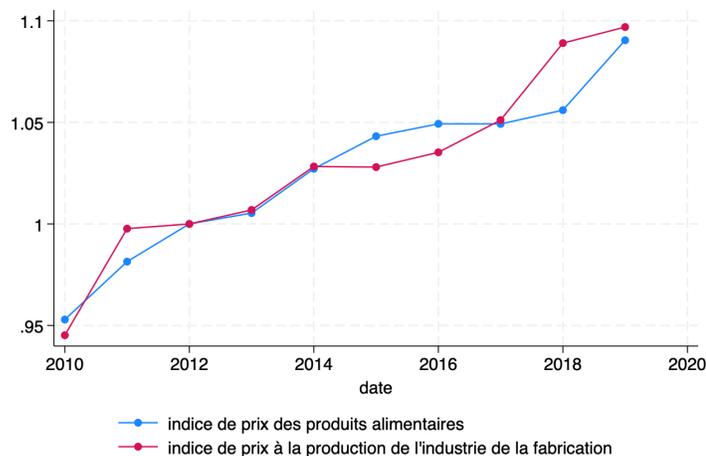


Figure 2.18: Indices de prix des produits alimentaires et de la production de l'industrie de la fabrication
 Dans le cas d'une industrie pour laquelle une faible production est requise pour obtenir des produits alimentaires, comme l'industrie de l'agriculture par exemple (voir Figure 2.15), l'évolution de l'indice de prix à la production de l'industrie de l'agriculture et celle de l'indice de prix des produits alimentaires peuvent différer comme le montre la Figure 2.19.

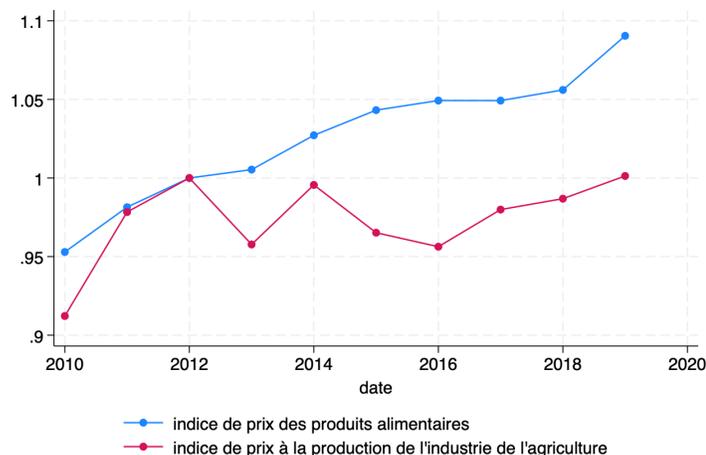


Figure 2.19: Indices de prix des produits alimentaires et de la production de l'industrie de l'agriculture



¹⁶Il est évidemment impossible pour une industrie située au Québec de produire des bananes à la place des bananes importées. Toutefois, si nous réduisons la quantité de bananes importées et laissons inchangée la quantité importée (et donc consommée) de tous les autres biens, alors les ménages n'auront pas d'autre choix que de reporter les dépenses qu'ils consacraient à l'achat de bananes sur d'autres biens produits localement comme les pommes, par exemple. Ce changement de consommation maintiendra le niveau de produits alimentaires consommés à un million de dollars de 2012 et conduira à une plus grande quantité d'énergie utilisée au Québec.

Méthodologie 3: Calcul du contenu énergétique d'une catégorie de consommation en un type d'énergie particulier

Pour expliciter la manière dont le contenu énergétique d'une catégorie de consommation c en une énergie e , notée \mathcal{C}_{e_c} , est calculée nous adopterons les notations suivantes:

- θ_{jc} correspond au chiffre d'affaires de l'industrie j exprimé en millions de dollars requis pour obtenir un million de dollars de la catégorie de consommation c ,
- pg_j correspond à l'indice de prix de la production de l'industrie j ,
- $pdfcc_c$ correspond à l'indice de prix de la demande finale de la catégorie de consommation c .

À partir de ces éléments, nous pouvons définir le volume de production de l'industrie j exprimé en million de dollars de 2012 qui est requis pour obtenir un volume de biens et services de la catégorie c correspondant à un million de dollars de 2012 que nous noterons $\bar{\theta}_{jc}$. Nous aurons

$$\bar{\theta}_{jc} = \theta_{jc} \left(\frac{pdfcc_c}{pg_j} \right) \quad (2.11)$$

Le contenu énergétique de la catégorie de consommation c en une énergie e à la période t s'obtient alors de la manière suivante.

$$\mathcal{C}_{e_c}(t) = \sum_{j \in J} [\mathcal{J}_{e_j}(t) \times \bar{\theta}_{jc}(t)] \quad (2.12)$$

où J correspond à l'ensemble des industries présentes dans le Tableau 2.2.



3 Éléments constitutifs des différents scénarios d'analyse

Un des objectifs principaux de ce projet est l'analyse des conséquences sur le développement économique des régions de différents éléments de la "transition énergétique". Les éléments considérés sont, d'une part, les différentes modifications apportées aux technologies utilisées par les industries et aux comportements adoptés par les ménages dans le cadre de la réalisation du Plan pour une Économie Verte (PEV) et, d'autre part, la présence d'une contrainte sur l'utilisation d'électricité et/ou sur l'utilisation de produits pétroliers.

Pour évaluer les conséquences de ces différents éléments sur le développement économique des régions, nous procéderons par une analyse de type "*choc moins contrôle*". Pour réaliser ce type d'analyse, il faut en premier lieu procéder à l'élaboration de deux scénarios, à savoir,

- un *scénario de contrôle* qui sert de point de référence à l'analyse,
- un *scénario de choc* qui incorpore l'élément dont on veut analyser les impacts.

L'analyse de type *choc moins contrôle* consiste à comparer la trajectoire sur l'horizon 2023-2035 de l'économie du Québec et de ses régions obtenue avec Hercule-Impacts pour le *scénario de choc* et celle obtenue pour le *scénario de contrôle*. Les différences entre ces deux trajectoires révèlent les impacts des éléments qui diffèrent entre le *scénario de choc* et le *scénario de contrôle* sur l'évolution de l'économie du Québec et de ses régions.

Le contexte économique définit principalement par l'évolution

- du PIB des États-Unis, de l'Ontario et de l'Alberta;
- des taux d'intérêt à court et à moyen terme ainsi que du taux d'intérêt hypothécaire;
- du taux de change entre le dollar canadien et le dollar américain;
- du prix du pétrole et des importations;
- des taux de taxes sur les produits et sur les facteurs (municipaux, provinciaux et fédéraux) et des taux de cotisation;
- des différents transferts des administrations publiques aux ménages et aux entreprises;
- des dépenses des administrations publiques en dollars courants,
- la population du Québec,

est identique d'un scénario à l'autre. Ceci permet de se concentrer sur le coeur de l'analyse, à savoir, les impacts d'éléments propres à la transition énergétique sur le développement économique du Québec et de ses régions.

Un autre ensemble d'hypothèses qui seront communes à l'ensemble des scénarios concerne le prolongement de la valeur des différents *convertisseurs* adoptés dans la Section 2.3 (voir la Définition 3 et la Définition 5). Les prolongements dépendront du type d'énergie concernée. De manière précise, nous introduirons l'ensemble d'hypothèses suivant.

Hypothèse 2: Convertisseurs de millions de dollars constants de 2012 de dépenses en biens énergétiques des ménages en unités naturelles

Sur la base de l'évolution de 2010 à 2021 des différents convertisseurs définis dans la Définition 3 et la Définition 5, nous supposons que, pour la période 2022-2035,

- la valeur du convertisseur de M\$2012 de dépenses d'électricité en GWh correspond à la moyenne des valeurs de ce convertisseur pour la période 2019-2021,
- la valeur du convertisseur de M\$2012 de dépenses de gaz en Mm3 correspond à la moyenne des valeurs du convertisseur pour la période 2011-2021,
- la valeur du convertisseur de M\$2012 de dépenses d'autres combustibles en ML correspond à la moyenne des valeurs de ce convertisseur pour la période 2011-2019,
- la valeur du convertisseur de M\$2012 de dépenses en essence, noté $conv_ene324111_dfcc$, correspond à la valeur obtenue à l'aide d'un processus autorégressif d'ordre 1 ($conv_ene324111_dfcc(t) = 0.079 + 0.88 \times conv_ene324111_dfcc(t - 1)$).



Les méthodes de prolongement sur l'horizon 2021-2035 des différents convertisseurs font en sorte d'obtenir une évolution aussi représentative que possible, d'une part, des observations récentes et, d'autre part, du fait que ces convertisseurs sont par définition des constantes. La Figure 3.1 illustre l'évolution des différents convertisseurs sur la base de l'Hypothèse 2.

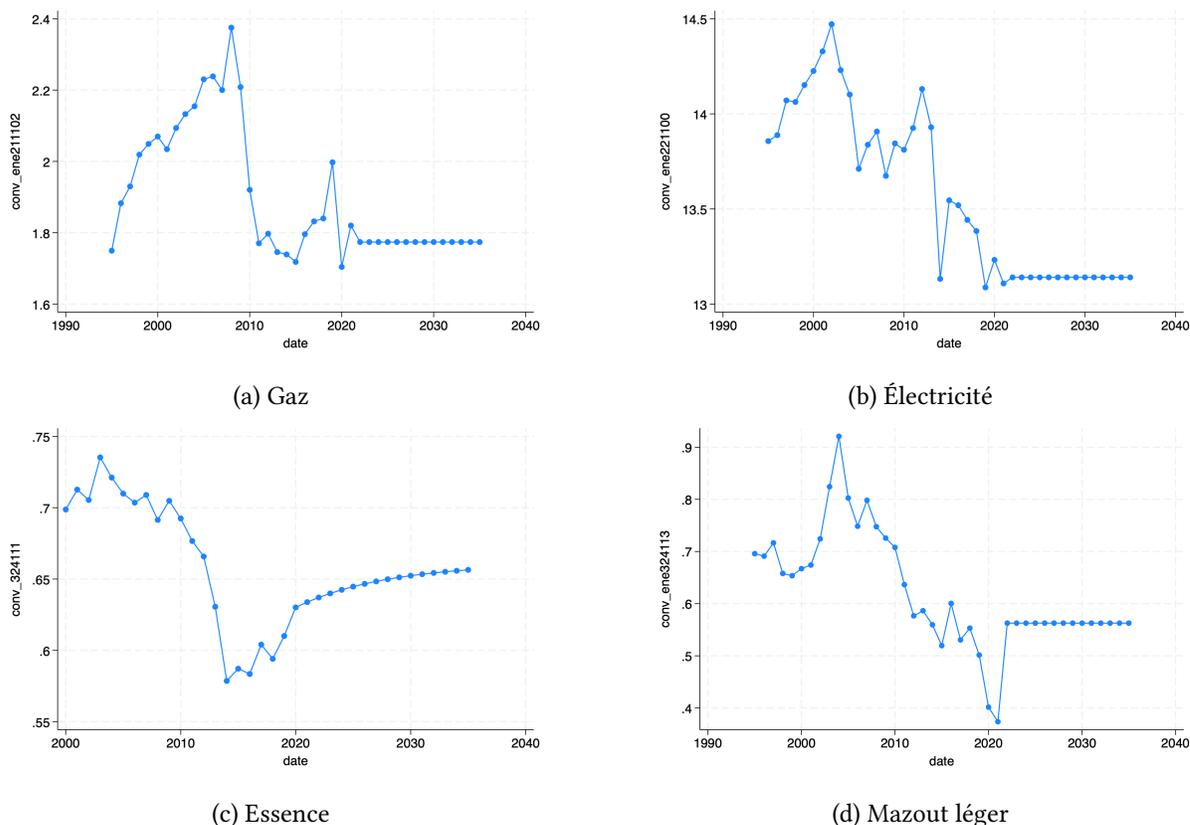


Figure 3.1: Prolongement de l'évolution des convertisseurs à l'horizon 2035.

Les scénarios qui seront construits se distingueront selon

- qu'ils incorporent ou non les modifications technologiques et comportementales issues de la mise en oeuvre des mesures présentes dans le PEV,
- qu'ils incorporent ou non une contrainte sur l'utilisation de l'électricité et/ou une contrainte sur les produits pétroliers.

Nous commencerons donc, dans la section suivante, à préciser l'évolution des technologies et des comportements en absence de la réalisation des mesures du PEV. Nous présenterons ensuite les éléments modifiés par l'adoption des mesures du PEV. Nous terminerons ce chapitre par la présentation de la présence d'une contrainte sur l'utilisation d'un type d'énergie ainsi que les implications de la présence d'une telle contrainte.

3.1 Le Québec en l'absence de transition énergétique

Un Québec sans transition énergétique se définit comme un Québec où

- les industries utilisent les mêmes *technologies* que celles utilisées historiquement,
- les ménages prennent leurs décisions sur la base d'un *comportement* identique à celui qu'ils ont adopté dans le passé.

Les technologies

L'ensemble d'hypothèses concernant les technologies des industries qui seront imposées en cas d'absence de transition énergétique est le suivant.

Hypothèse 3: Évolution des coefficients technologiques et besoin énergétique en absence de transition énergétique

Les aspects technologiques sur lesquels portent nos hypothèses concernent la manière dont les industries utilisent leurs intrants intermédiaires. De manière précise, nous supposons que, durant la période 2020 à 2035, les valeurs

- des *coefficients technologiques* qui se trouvent au coeur du modèle intersectoriel et donc qui jouent un rôle majeur pour déterminer notamment le contenu énergétique des différentes catégories de biens et services en chacun des types d'énergie (voir la Définition 7 et la Figure 2.9),
- du *besoin* de chaque type d'énergie pour les différentes industries (voir la Définition 1 et la Figure 2.1, la Figure 2.2a, la Figure 2.2b et la Figure 2.2c pour des illustrations)

sont celles observées en 2019.



Il faut noter que l'Hypothèse 3 implique que les industries ne modifient pas, par exemple, le type de véhicules qu'elles utilisent en passant de véhicules à carburant fossile à des véhicules électriques. En effet, ce changement de type de véhicules va modifier la quantité d'intrants utilisés (diesel et électricité), ce qui va à l'encontre de l'Hypothèse 3.

Remarquons aussi que l'Hypothèse 3 ne concerne que les intrants intermédiaires. Elle n'empêche pas du tout la substitution entre le travail et le capital pour ajuster la productivité du travail et du capital en fonction du niveau des salaires et du coût d'usage du capital.

Le comportement des ménages

Comme nous l'avons montré à la Section 2.3, l'utilisation des différents types d'énergie repose sur les décisions de consommation des ménages qui sont obtenues grâce à un système de demandes. Le système de demandes est une modélisation du comportement des ménages et les consommations qui résultent de ce système de demandes correspondent aux décisions que les ménages ont prises face aux différents prix en vigueur et au niveau de revenu disponible dont ils disposent.

En cas d'absence de transition énergétique, nous supposerons que le comportement des ménages reste celui qui est observé historiquement, ce qui correspond à l'hypothèse suivante.

Hypothèse 4: **Comportement des ménages**

Nous supposerons que, durant la période 2022-2035, les consommations des différentes catégories de biens et services sont issues, pour les prix et revenus disponible qui prévaleront durant cette période, du système de demandes dont les paramètres ont été estimés sur les données historiques.



Cette hypothèse implique, par exemple, que la présence de voitures électriques dans le stock de véhicules de promenade restera négligeable, à moins de modifications majeures dans les prix et revenu disponible.

3.2 Les éléments du PEV

Un chemin vers l'électrification de l'économie a été défini dans le Plan pour une économie verte et le Plan de mise en oeuvre 2023-2035 en spécifiant des cibles à atteindre. Des moyens incitatifs faisant en sorte que les ménages et les entreprises prennent des décisions qui permettent d'atteindre les cibles spécifiées n'ont cependant pas été définis dans ces plans. Nos analyses ne tenteront pas d'identifier les incitatifs qui permettraient de conduire les agents économiques à prendre des décisions qui permettent d'atteindre les cibles.

Nous allons considérer que les industries et les ménages modifient leur *comportement* d'une manière telle que les cibles soient atteintes. Pour les industries, ces changements de comportement se traduiront par des modifications dans les *technologies* utilisées qui spécifieront une *transformation au niveau de l'utilisation des intrants énergétiques*. Par exemple, les industries augmenteront la quantité d'électricité utilisée et diminueront la quantité de mazout léger utilisée tout en conservant la même production afin de réduire le niveau de GES tel que prévu dans le PEV.

Pour les ménages, ces changements de comportement se traduiront par des *modifications au système de demandes* afin que

- les *demandes finales de biens énergétiques* (essence, gaz et mazout léger)
- le *nombre de véhicules neufs électriques*

permettent d'atteindre les cibles spécifiées dans le PEV. Par exemple, le *système de demandes détermine une demande pour les véhicules neufs*. Le *nombre de véhicules neufs qui seront électriques correspondra à un pourcentage déterminé de sorte à atteindre la cible spécifiée dans le PEV*. Pour illustration, l'évolution du pourcentage de véhicules électriques parmi l'ensemble des véhicules légers en circulation sur la période 2022-2035 est donné dans la Figure 3.2.

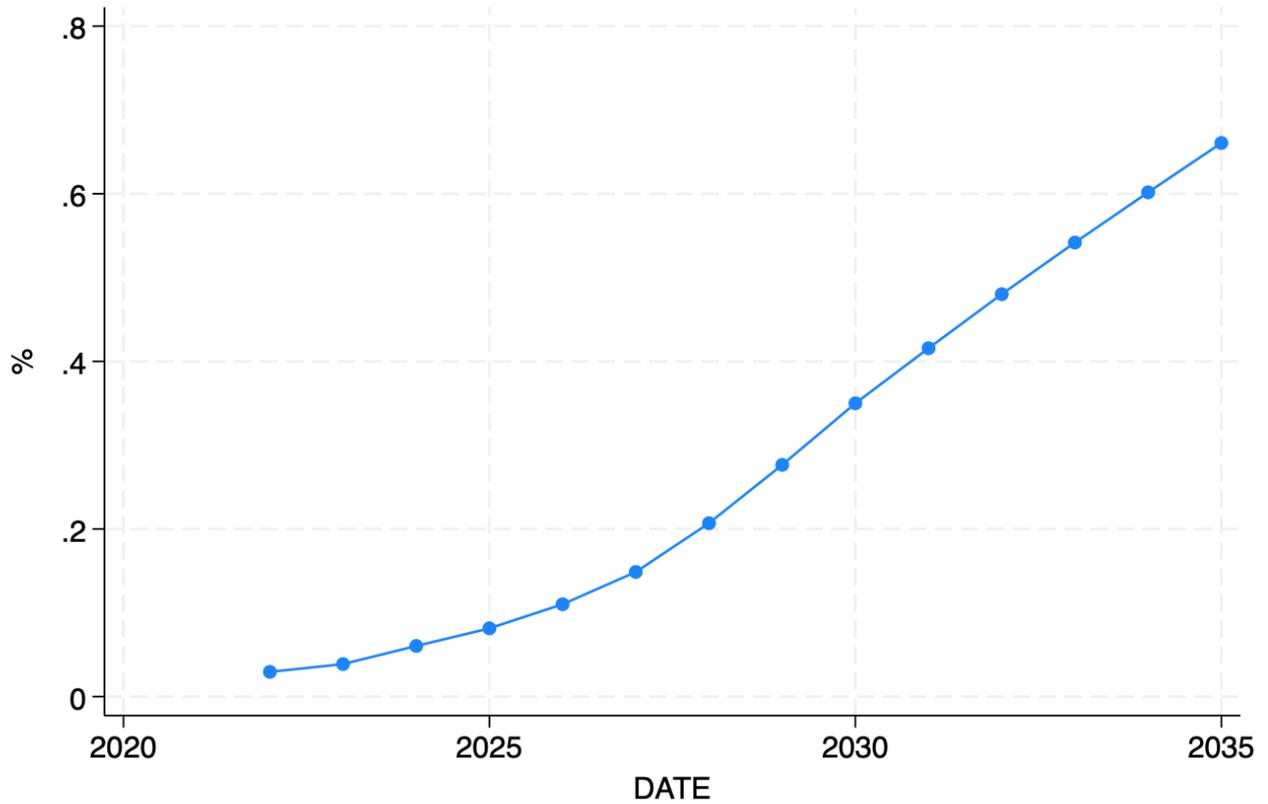


Figure 3.2: Pourcentage de véhicules électriques dans le parc automobile

La liste des cibles considérées est reprise dans l'Hypothèse 5.

Hypothèse 5: Atteinte des cibles du PEV

Nous supposons que l'électrification de l'économie *aura lieu* et se déroulera telle que *projetée par l'administration provinciale dans son **Plan pour une économie verte** et son **Plan de mise en œuvre 2023-2035***. Les cibles précisées dans ces documents en ce qui concerne les transports, synthétisées dans la Tableau 3.1 et celles qui concernent les bâtiments, synthétisées dans la Tableau 3.2, seront donc supposées atteintes sur la période 2024-2035.

Tableau 3.1: Cibles du PEV pour les transport

Catégorie	Cibles
Transport en commun	- 55% des autobus (urbain et interurbain) seront électriques en 2030 - 65% des autobus scolaires seront électriques en 2030
Véhicules	- 40% des taxis seront électriques en 2030 - 100% des véhicules du parc des administrations publiques seront électriques en 2030

- 35% des véhicules légers seront électriques en 2030 (appliqué de la même manière aux véhicules légers des industries et aux véhicules de promenade)

Tableau 3.2: Cibles du PEV pour les bâtiments

Catégorie	Cibles
<i>Bâtiments industriels et commerciaux</i>	- Réduction de 50% des émissions de GES liées au chauffage en 2030 par rapport au niveau de 1990 avec <ul style="list-style-type: none">• remplacement de 30% du mazout léger par électricité• remplacement de 30% du GN par de l'électricité
<i>Bâtiments provinciaux</i>	- Réduction de 100% des émissions de GES liées au chauffage en 2030 par rapport au niveau de 1990 avec <ul style="list-style-type: none">• remplacement de 100% du mazout léger par électricité• remplacement de 30% du GN par de l'électricité
<i>Bâtiments résidentiels</i>	- Réduction de 50% des émissions de GES liées au chauffage en 2030 par rapport au niveau de 1990 avec <ul style="list-style-type: none">• remplacement de 60% du mazout léger par électricité• remplacement de 35% du GN par électricité

L'Hypothèse 3 et l'Hypothèse 4 s'appliquent à l'ensemble des technologies et des comportements qui ne sont pas affectés par la mise en œuvre des cibles spécifiées dans le Tableau 3.1 et le Tableau 3.2.

Pour terminer, il faut mentionner que la mise en œuvre du PEV nécessite la création d'une nouvelle demande, à savoir, la demande d'électricité des ménages pour alimenter leurs véhicules électriques. Celle-ci ne peut être introduite dans le système de demandes, puisqu'il n'y a pas d'observations historiques concernant la consommation d'électricité liée à l'utilisation d'un véhicule électrique. Nous construirons donc directement le nombre de GWh utilisé par les véhicules électriques à partir, essentiellement,

- du nombre de voitures électriques,
- du nombre de camions (Véhicules Utilitaires Sport) électriques,
- du nombre moyen de kilomètres parcourus annuellement par une voiture électrique,
- du nombre moyen de kilomètres parcourus annuellement par un camion (VUS) électrique,
- du nombre de kWh par 100km utilisé par une voiture,
- du nombre de kWh par 100km utilisé par un camion (VUS).

Comme nous l'avons mentionné ci-dessus, le nombre de voitures et de camions (VUS) électriques parmi l'ensemble des voitures et camions (VUS) en circulation sera déterminé par la proportion de véhicules électriques spécifiée dans la Figure 3.2 et le nombre de voitures et camions (VUS) en circulation sera déterminé par le nombre de voitures neuves et la demande de camions (VUS) neufs qui proviennent du système de demandes. Le nombre de kilomètres parcourus par un véhicule électrique ainsi que le nombre de kWh seront des données exogènes.

3.3 Les contraintes sur l'utilisation des énergies

Un élément essentiel à nos analyses est la possibilité de prendre en compte la présence d'une contrainte sur l'utilisation d'électricité et/ou d'une contrainte sur l'utilisation de produits pétroliers. Précisons immédiatement que la nature de ces contraintes est différente. En effet, dans le cas de la contrainte sur l'utilisation d'électricité, cette contrainte émane d'une *limite physique* sur la quantité d'électricité disponible à une période donnée, du fait d'une *limite sur la production et l'importation d'électricité sur une période donnée*. Dans le cas des produits pétroliers, la contrainte sur l'utilisation provient d'une politique mise en place par le gouvernement ou d'un souhait de la population de voir *limiter l'utilisation de produits pétroliers afin de limiter les émanations de gaz à effet de serre*.

La limite à l'utilisation d'une énergie à une période donnée est un *simple nombre réel*. Il n'y a aucune justification dans le modèle Hercule-Impacts du niveau des limites à l'utilisation, autrement dit, leur présence est complètement exogène au modèle. Dans le cas de l'électricité, ce sont les possibilités de production ainsi que de transport d'électricité qui déterminent le niveau de la contrainte. Dans le cas des produits pétroliers, le niveau de la contrainte correspond à une politique environnementale.

L'exogénéité de la limite d'utilisation fait en sorte que, peu importe leur nature, l'introduction et le rôle joué par ces contraintes dans le modèle Hercule-Impacts seront identiques.

3.3.1 Contrainte sur l'utilisation de produits pétroliers

Deux types de contrainte sur l'utilisation de produits pétroliers seront utilisés. Le premier type de contrainte spécifie un chemin qui conduit, en 2030, à une **réduction de 20%** de la quantité de produits pétroliers utilisée par rapport à la quantité utilisée en 2013. Le deuxième type quant à lui spécifie un chemin qui conduit, en 2030, à une **réduction de 40%** de la quantité de produits pétroliers utilisée par rapport à la quantité utilisée en 2013. Ces deux chemins sont illustrés à la Figure 3.3

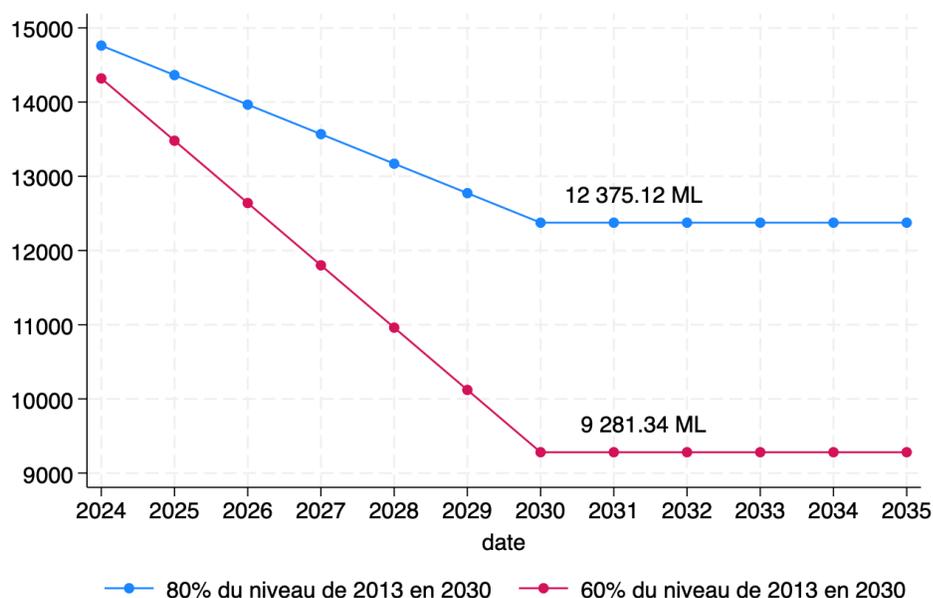


Figure 3.3: Contraintes sur l'utilisation des produits pétroliers

3.3.2 Contrainte sur l'utilisation de l'électricité

La limite sur l'utilisation de l'électricité que nous utiliserons dans les scénarios imposant une contrainte sur l'utilisation de l'électricité s'élève à 115% de la quantité d'électricité utilisée en 2019, ce qui correspond à **235 512GWh**.

Il faut aussi mentionner la présence d'importations et d'exportations d'électricité. Sur la base des données du tableau 25-10-0030-01 sur la disponibilité et l'écoulement d'énergie primaire et secondaire en unités naturelles de Statistique Canada, le Québec est devenu un exportateur net d'électricité en 2015 et l'est resté depuis. En l'absence d'information sur les projets d'importations et d'exportations futures, la projection de l'exportation nette d'électricité qui sera introduite dans chacun des scénarios qui imposent une contrainte sur l'utilisation de l'électricité est constante sur la période 2023-2035 et égale à **4 712GWh**. Ce niveau de l'exportation nette d'électricité correspond à la moyenne de l'exportation nette observée sur la période 2015-2022.

3.4 Investissements et augmentation de la capacité de production d'Hydro-Québec

Sur la base du plan d'Hydro-Québec disponible à l'adresse <https://www.hydroquebec.com/a/transition-energetique.html>, la société prévoit investir massivement durant les prochaines années notamment pour augmenter sa capacité de production. Les éléments suivants ont été retenus:

- des dépenses d'investissement de **11 500M\$** par année de 2024 à 2035,
- une augmentation de la capacité de production donnée dans la Figure 3.4.

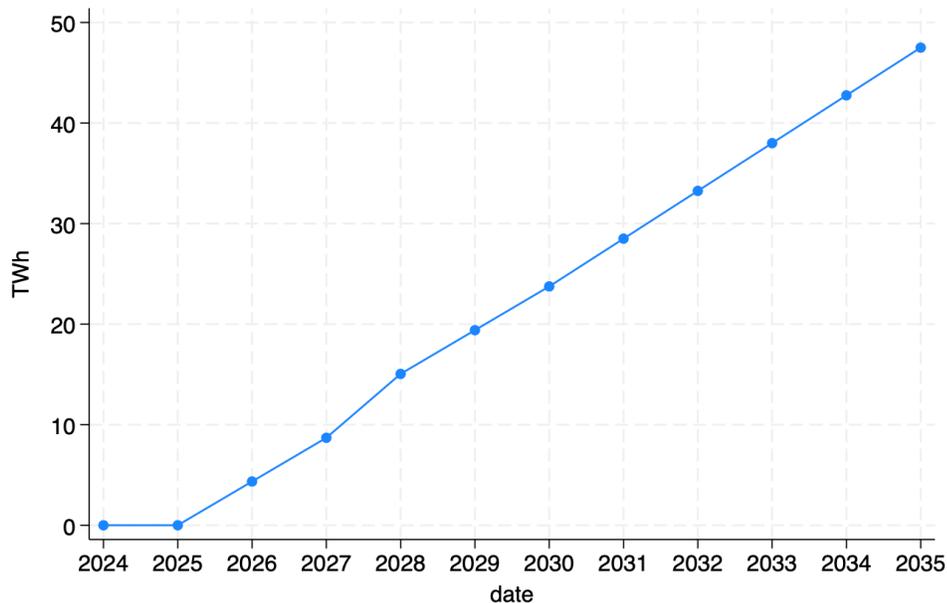


Figure 3.4: Augmentation de la capacité de production d'Hydro-Québec

3.5 Les différents scénarios

Tableau 3.3: Les scénarios et leurs composantes

Mnémonique du scénario	Éléments inclus	
<i>BAU (nopev)</i>	éléments de la Section 3.1	
<i>T1_CONT_ELEC</i>	éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.3.2	
<i>T1_CONT_PROD_PETROLIERS_20</i>	éléments de la Section 3.1 - contrainte de réduction de 20% spécifiée dans la Section 3.3.1	
<i>T1_CONT_PROD_PETROLIERS_40</i>	éléments de la Section 3.1 - contrainte de réduction de 40% spécifiée dans la Section 3.3.1	<i>Hercule-Impacts est incapable de produire une solution réalisable, ce qui indique que cette contrainte est inatteignable sans modification dans les technologies et/ou comportements !</i>
<i>T1_PEV35</i>	- éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.2	
<i>T1_A1_ELEC</i>	- éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.2 - éléments de la Section 3.3.2	
<i>T1_A1_CONT_PROD_PETROLIERS_20</i>	- éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.2 - contrainte de réduction de 20% spécifiée dans la Section 3.3.1	
<i>T1_A1_CONT_PROD_PETROLIERS_40</i>	- éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.2 - contrainte de réduction de 40% spécifiée dans la Section 3.3.1	
<i>T1_A1_ELEC_CONT_PROD_PETROLIERS_20</i>	- éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.2 - éléments de la Section 3.3.2	

Mnémonique du scénario	Éléments inclus
	<ul style="list-style-type: none"> - contrainte de réduction de 20% spécifiée dans la Section 3.3.1
T1_A1_ELEC_CONT_PROD_PETROLIERS_40	<ul style="list-style-type: none"> - éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.2 - éléments de la Section 3.3.2 - contrainte de réduction de 40% spécifiée dans la Section 3.3.1
T1_B	<ul style="list-style-type: none"> - éléments de la Section 3.1 - éléments de la Section 3.2 - éléments de la Section 3.3.2 - contrainte de réduction de 20% spécifiée dans la Section 3.3.1 - éléments de la Section 3.4

4 Contrainte sur l'utilisation d'une énergie et valeur de l'effort associé à une énergie

Dans ce Chapitre, nous allons entrer plus profondément dans l'intégration de contraintes sur l'utilisation d'énergie dans le modèle Hercule-Impacts et définir un concept essentiel à l'analyse économique, que celle-ci concerne le développement économique du Québec et de ses régions ou l'évaluation des impacts économiques de politiques, à savoir, *la valeur de l'effort pour une énergie*. Cette section donc est par essence plus technique.

Nous commencerons par définir plus précisément le type de contrainte sur l'énergie qui pourra être pris en compte dans les scénarios analysés à l'aide d'Hercule-Impacts. Cela fait, nous montrerons la manière dont ces contraintes sont introduites dans Hercule-Impacts, ce qui nécessitera une brève exploration de la structure d'Hercule-Impacts.

4.1 Les contraintes sur l'utilisation d'énergie

Dans la Section 3.3, nous avons introduit la notion de *contrainte sur l'utilisation d'une énergie*. Pour comprendre les liens entre ce type de contrainte, les prix et l'activité économique, une définition plus précise d'une contrainte sur l'utilisation d'une énergie est nécessaire. C'est ce que la Définition 8 fait.

Définition 8: Contrainte sur l'utilisation d'une énergie

La *contrainte sur l'utilisation de l'électricité* se formule comme suit:

$$ut_ene221100_dfcc(t) + ut_ene221100_dfxn(t) + \sum_{j \in J} ut_ene221100_j(t) \leq limite_ene221100(t) \quad (4.1)$$

où

- $ut_ene221100_dfcc(t)$ correspond à l'utilisation d'électricité par les ménages à la période t (voir la Définition 4),
- $ut_ene221100_dfxn(t)$ correspond à l'exportation nette d'électricité à la période t (voir la Section 3.3.2),
- J correspond à l'ensemble des industries spécifiées dans le Tableau 2.2¹,
- $ut_ene221100_j(t)$ correspond à l'utilisation d'électricité par l'industrie j à la période t (voir la Définition 2)
- $limite_ene221100(t)$ correspond à la limite imposée à l'utilisation d'électricité à la période t .

La limite imposée à l'utilisation d'électricité, $limite_ene221100(t)$, est une composante de la définition d'un scénario.

La **contrainte sur l'utilisation des produits pétroliers** se formule comme suit:

$$\begin{aligned}
 & ut_{ene324111_dfcc}(t) + ut_{ene324112_dfcc}(t) + ut_{ene324113_dfcc}(t) \\
 & + \sum_{j \in J} ut_{ene324111_j}(t) + \sum_{j \in J} ut_{ene324112_j}(t) + \sum_{j \in J} ut_{ene324113_j}(t) + \sum_{j \in J} ut_{ene324115_j}(t) \\
 & \leq limite_{ene32411x}(t)
 \end{aligned} \tag{4.2}$$

où

- $ut_{ene324111_dfcc}(t)$, $ut_{ene324112_dfcc}(t)$ et $ut_{ene324113_dfcc}(t)$ correspondent respectivement à l'utilisation d'essence, de diesel et de mazout léger par les ménages à la période t (voir la Définition 6 et la Définition 4),
- J correspond à l'ensemble des industries spécifiées dans le Tableau 2.2,
- $ut_{ene324111_j}(t)$, $ut_{ene324112_j}(t)$, $ut_{ene324113_j}(t)$, $ut_{ene324115_j}(t)$ correspondent respectivement à l'utilisation d'essence, de diesel, de mazout léger et de mazout lourd par l'industrie j à la période t (voir la Définition 2),
- $limite_{ene32411x}(t)$ correspond à la limite imposée sur l'utilisation des produits pétroliers à la période t .

La limite imposée à l'utilisation des produits pétroliers, $limite_{ene32411x}(t)$, est une composante de la définition d'un scénario.



Dans les contraintes énoncées dans la Définition 8, nous avons fait apparaître de manière explicite l'utilisation d'énergie par les différentes industries. Comme nous l'avons discuté à la Section 2.3, l'utilisation d'énergie par les industries repose sur leur production de biens et services nécessaire à la satisfaction des besoins des différents acheteurs, à savoir, les ménages, les administrations publiques, les industries et les agents économiques localisés hors Québec. L'utilisation d'énergie par les industries n'est donc qu'une résultante des demandes exprimées par les agents économiques, comme nous l'explicitons dans l'encadré intitulé Méthodologie 4.

Méthodologie 4: Lien entre l'utilisation des énergies par les industries et les demandes finales

Pour chaque catégorie de consommation c de l'ensemble des catégories de consommation donné par le Tableau 2.4, le contenu énergétique de cette catégorie en énergie e sera noté \mathcal{C}_{e_c} . De la même manière, pour chaque catégorie de demande finale d parmi l'ensemble des demandes finales donné par le Tableau 2.5, le contenu énergétique de cette catégorie de demande finale en énergie e sera noté \mathcal{C}_{e_d} .

Avec ces notations et la définition du contenu énergétique (voir la Définition 7), nous aurons

$$ut_{e_j}(t) = \sum_{c \in \mathcal{D}_c} [\mathcal{C}_{e_c}(t) \times \overline{dfcc_c}(t)] + \sum_{d \in \mathcal{D}_f} [\mathcal{C}_{e_d}(t) \times \overline{df_d}(t)] \tag{4.3}$$

où

- \mathcal{D}_c et \mathcal{D}_f correspondent respectivement à l'ensemble des catégories de consommation du Ta-

¹L'industrie de la Fabrication correspond à l'agrégat des industries définies dans le Tableau 2.3.

bleau 2.4 et l'ensemble des demandes finales du Tableau 2.5,

- $\overline{df_{cc}_c}$ et $\overline{df_d}$ correspondent respectivement au volume de consommation de la catégorie c exprimé en millions de dollars de 2012 et au volume de la demande finale d exprimé en millions de dollars de 2012.



Comme nous l'avons déjà mentionné au Chapitre 3, la limite sur l'utilisation d'une énergie ne correspond pas à ce qu'on appelle traditionnellement *la quantité d'énergie offerte*. Par exemple, au prix actuel, les producteurs sont capables de produire une quantité beaucoup plus grande de produits pétroliers que celle spécifiée dans la contrainte sur l'utilisation des produits pétroliers et, au prix actuel, les utilisateurs de ces produits sont prêts à acheter une quantité beaucoup plus grande que celle spécifiée dans la contrainte.

Il est aussi essentiel de noter que cette contrainte ne correspond pas à une *condition d'équilibre du type "demande égale offre"* qui déterminerait le prix de l'énergie. En effet, il est possible qu'au prix actuel d'une énergie, la somme des utilisations d'une énergie soit inférieure au niveau de la contrainte spécifiée. Dans ce cas, la contrainte sur l'utilisation de cette énergie est satisfaite et n'affecte pas la détermination de l'équilibre dans l'économie. Par exemple, dans le cas de l'électricité, la capacité de production dépassait et dépasse encore en 2024 la quantité utilisée, ce qui n'entraîne pas automatiquement une baisse des tarifs d'électricité qui inciterait les utilisateurs à consommer plus d'électricité et permettrait ainsi d'équilibrer l'utilisation d'électricité à la capacité disponible des producteurs d'électricité. Dans Hercule-Impacts, les tarifs d'électricité ne sont pas déterminés pour égaliser l'offre à la demande et leur évolution temporelle est principalement déterminée par l'évolution des coûts de production des producteurs d'électricité².

Dans certaines situations, les prix et revenus en vigueur dans l'économie font en sorte que l'utilisation d'une énergie dépasse la limite imposée. Dans ce cas, un mécanisme doit faire en sorte que les décisions des différents agents économiques soient compatibles avec la limite sur la quantité d'utilisation imposée pour les différentes énergies. Autrement dit, les agents économiques doivent faire un *effort* pour faire en sorte de ne pas utiliser plus d'énergie que la limite imposée.

Les instruments qui composent le mécanisme qui doit faire en sorte de rendre compatible les décisions des agents économiques avec la limite imposée, autrement dit, la *nature de l'effort* que les agents doivent fournir pour satisfaire la contrainte d'utilisation d'une énergie particulière, peuvent prendre de multiples formes. Par exemple, si un effort doit être fourni pour satisfaire la contrainte d'utilisation des produits pétroliers, nous pouvons penser aux instruments suivants

- une augmentation du coût de l'énergie pour ses utilisateurs à travers des taxes,
- l'imposition de taxes sur des biens et services à fort contenu énergétique en produits pétroliers,
- le rationnement de l'utilisation de biens et services qui requiert l'utilisation de produits pétroliers, comme l'interdiction d'installation de système de chauffage au mazout ou l'interdiction d'achat de véhicules à carburant,
- les subventions favorisant le remplacement d'un bien qui requiert l'utilisation de produits pétroliers par un bien utilisant une autre forme d'énergie
- etc.

Il faut aussi réaliser que certains agents économiques peuvent être mis à l'abri de l'application de certains instruments. Par exemple, certains types d'entreprises peuvent être exemptées de payer certaines taxes. Cette discussion met en évidence l'extrême complexité rencontrée dans la recherche d'un ensemble d'instruments

²Récemment, le gouvernement Legault a imposé une évolution des tarifs basés sur l'inflation. Cela ne change pas profondément l'évolution des tarifs puisque l'évolution des coûts de production suit l'inflation de près.

qui pourra faire en sorte de rendre les décisions des agents économiques compatibles avec la limite d'utilisation d'énergie imposée.

L'extrême complexité qui est rencontrée concerne la définition de la **nature de l'effort** à réaliser pour satisfaire la contrainte d'utilisation d'une énergie. Nous allons contourner cette complexité en introduisant le concept de la **valeur de l'effort** à fournir pour satisfaire la contrainte d'utilisation d'une énergie.

4.2 La valeur de l'effort associée à une énergie

La valeur de l'effort associé à une énergie est définie de la manière suivante.

Définition 9: Valeur de l'effort associé à une énergie

Pour une énergie e , la **valeur de l'effort** associée à cette énergie à une période t donnée est

- égale à zéro si, à cette période donnée, la somme des quantités d'énergie utilisées est strictement inférieure à la limite d'utilisation imposée,
- égale à l'augmentation du prix de l'énergie e qui est nécessaire pour qu'à cette période donnée, la somme des quantités de cette énergie e que les agents économiques décident d'utiliser soit exactement égale à la limite d'utilisation imposée pour cette énergie e .

Nous noterons la valeur de l'effort associée à l'énergie e à la période t par $\mathcal{V}_e(t)$.



Cette valeur de l'effort associé à une énergie vient donc s'ajouter au prix payé pour cette énergie par les différents utilisateurs de cette énergie. Chaque prix dans l'économie sera affecté par la présence de la valeur de l'effort associé à une énergie à travers

- un impact direct généré par l'augmentation des coûts de production des industries,
- un impact indirect provenant de la variation dans l' "activité économique" induite par l'augmentation des coûts de production des industries.

Nous discuterons de l'impact indirect de la valeur de l'effort à la Section 4.3.3 lorsque nous aurons présenté la manière dont une contrainte sur l'utilisation d'une énergie est intégrée à Hercule-Impacts.

L'impact direct sur le prix d'une catégorie de demande finale (voir la liste au Tableau 2.5) ou d'une catégorie de consommation (voir la liste au Tableau 2.4) qui est généré par l'augmentation des coûts de production induite par l'imposition de la valeur de l'effort est quant à lui très simple à évaluer. En effet, comme le montre l'encadré intitulé Résultat 1, l'impact direct sur le prix d'une catégorie de consommation c (catégorie de demande finale d), n'est rien d'autre que la valeur de l'effort associée à l'énergie e multipliée par le contenu énergétique de la catégorie de consommation c (catégorie de demande finale d) en énergie e . Ce résultat est démontré dans l'encadré intitulé Méthodologie 5.

Par exemple, pour connaître l'augmentation dans le prix de la catégorie des produits alimentaires qui résulterait de l'augmentation des coûts de production induits par la présence d'une valeur de l'effort associée à l'électricité de 1 cent par kWh, il suffit de connaître le contenu énergétique des produits alimentaires en électricité. Dans la Figure 2.9, nous avons rapporté que ce contenu énergétique s'élevait en 2019 à un peu plus de 0.2 GWh, ce qui implique que l'augmentation de l'indice de prix des produits alimentaires s'élèverait à 0.002 si une valeur de l'effort de 1 cent par kWh était imposée en 2019. Cette augmentation de 0.002 de l'indice de prix des produits

alimentaires signifie que, pour consommer la même quantité de produits alimentaires, les dépenses des ménages augmenteront de 0.2%.

Résultat 1: Valeur de l'effort, contenu énergétique et prix

Lorsque les industries transfèrent l'intégralité de l'augmentation de leurs coûts de production à leurs clients, la variation de l'indice de prix de la catégorie de consommation c , notée $\Delta pdfcc_c$, et de l'indice de prix de la catégorie de demande finale d , notée $\Delta pdfcc_d$, qui est générée par l'imposition d'une valeur de l'effort associée à une énergie e , sera donnée par

$$\Delta pdfcc_c = \mathcal{V}_e \times \frac{\mathcal{E}_{e_c}}{1000000} \quad (4.4)$$

$$\Delta pdfcc_d = \mathcal{V}_e \times \frac{\mathcal{E}_{e_d}}{1000000} \quad (4.5)$$

où, pour rappel, \mathcal{E}_{e_c} et \mathcal{E}_{e_d} correspondent respectivement au contenu énergétique d'une catégorie de consommation c et d'une catégorie de demande finale d en énergie e .



Il faut évidemment être prudent avec ce résultat lorsque nous considérons la consommation de biens énergétique. En effet, l'impact de l'imposition d'une valeur de l'effort associée à l'électricité, par exemple, sur l'indice de prix de l'électricité payé par les ménages aura deux composantes, à savoir,

- la valeur de l'effort associée à l'électricité qui est imposée,
- la valeur de l'effort multipliée par le contenu énergétique de la catégorie de consommation "électricité" pour prendre en compte l'augmentation des coûts de production de l'électricité.

Méthodologie 5: Valeur de l'effort associée à une énergie et prix des différentes catégories de consommation et de demandes finales

L'évaluation de l'impact direct sur le prix d'une catégorie de demande finale (voir la liste au Tableau 2.5) ou d'une catégorie de consommation (voir la liste au Tableau 2.4) de la valeur de l'effort peut se comprendre à l'aide de la Figure 4.1.

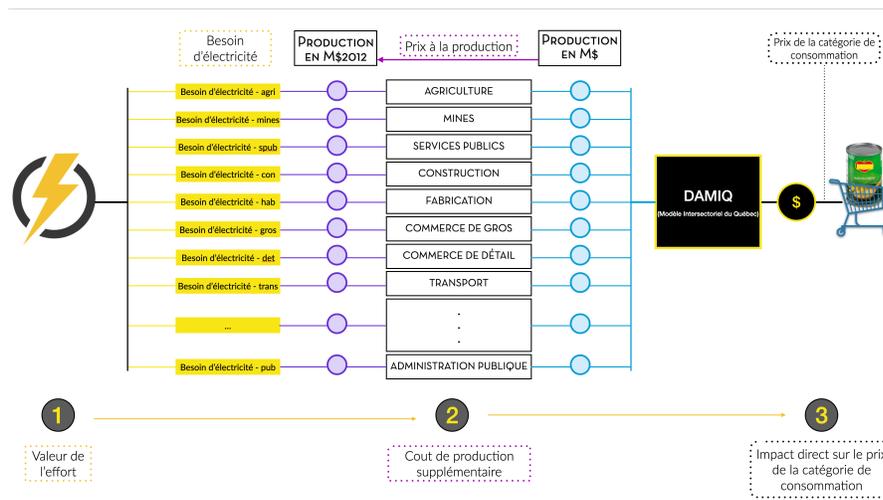


Figure 4.1: Impact direct de la valeur de l'effort sur le prix d'une catégorie de consommation

Nous procédons de la manière qui nous a servis à mettre en évidence le contenu énergétique d'une catégorie de consommation (voir la discussion qui suit la Figure 2.9):

- *1ère étape*: nous imposons une valeur de l'effort associée à l'électricité, $\mathcal{V}_{ene221100}$, qui spécifie un montant exprimé en \$ que chaque industrie doit payer pour utiliser un kWh;
- *2ième étape*: chaque industrie va donc voir ses couts de production augmenter. De manière précise, si nous notons par $\bar{\theta}_{jc}$ le volume de production de l'industrie j exprimé en millions de dollars de 2012 nécessaire pour obtenir un volume de la catégorie de consommation c exprimé en million de dollars de 2012 (voir l'équation (2.11)), le nombre de kilowatts-heures utilisés par l'industrie j est donnée par

$$\bar{\theta}_{jc} \times \mathcal{B}_{ene221100_j}. \quad (4.6)$$

où $\mathcal{B}_{ene221100_j}$ correspond au besoin d'électricité pour l'industrie j . L'augmentation des couts de production de l'industrie j générée par l'imposition de la valeur de l'effort s'élève à

$$\mathcal{V}_{ene221100} \times \bar{\theta}_{jc} \times \mathcal{B}_{ene221100_j}. \quad (4.7)$$

Suite à l'imposition d'une valeur de l'effort associée à la contrainte d'électricité $\mathcal{V}_{ene221100}$, les couts de production pour produire un million de dollars de 2012 de la catégorie c , augmenteront d'un montant s'élevant à

$$\mathcal{V}_{ene221100} \times \left[\sum_{j \in J} \bar{\theta}_{jc} \times \mathcal{B}_{ene221100_j} \right]. \quad (4.8)$$

où J correspond à l'ensemble des industries.

- *3ième étape* : L'augmentation des couts des industries se traduira par une augmentation du prix de la catégorie de consommation c . Pour quantifier cette augmentation, nous adopterons l'hypothèse suivante.

Hypothèse 6: Les industries, les couts supplémentaires et les prix de vente”

Nous supposerons que, toutes autres choses restant égales par ailleurs, chacune des industries transférera à ses clients l'entièreté des couts supplémentaires générés par l'imposition d'une valeur de l'effort associée à l'électricité.

Il est évident que ce que nous avons fait pour l'imposition d'une valeur de l'effort associée à l'électricité peut être reproduit à l'identique pour l'imposition d'une valeur de l'effort pour n'importe quelle énergie, ce qui démontre le Résultat 1.



Sur la base de cette hypothèse et en supposant que toutes autres choses restent égales par ailleurs, nous pouvons obtenir la variation du prix engendrée par l'imposition d'une valeur de l'effort associée à l'électricité de la manière suivante. Commençons par noter le prix d'un volume de la catégorie de consommation correspondant à un dollar de 2012 avant l'imposition de la valeur de l'effort et après l'imposition de la valeur de l'effort par $pdfcc_c^a$ et $pdfcc_c^n$ respectivement. Nous aurons que les dépenses pour consommer un million de dollars de 2012 de la catégorie de consommation c après l'imposition de la valeur de l'effort est égale à l'addition

- dépenses pour consommer un million de dollars de 2012 de la catégorie de consommation c avant l'imposition de la valeur de l'effort

- de l'augmentation des couts des industries pour produire un million de dollars de 2012 de la catégorie de consommation c .

De manière formelle, cette relation s'écrit

$$pdfcc_c^n \times 1M\$2012 = pdfcc_c^a \times 1M\$2012 + \mathcal{V}_{ene221100} \times \left[\sum_{j \in J} \bar{\theta}_{jc} \times \mathcal{B}_{ene221100_j} \right]. \quad (4.9)$$

Cette expression peut se simplifier de la manière suivante:

$$\begin{aligned} \Delta pdfcc_c &= (pdfcc_c^n - pdfcc_c^a) = \mathcal{V}_{ene221100} \times \frac{[\sum_{j \in J} \bar{\theta}_{jc} \times \mathcal{B}_{ene221100_j}]}{1000000} \\ &= \mathcal{V}_{ene221100} \times \frac{\mathcal{E}_{ene221100_c}}{1000000} \end{aligned} \quad (4.10)$$

où $\mathcal{E}_{ene221100_c}$ est le contenu énergétique de la catégorie de consommation c en électricité défini à l'équation (2.12).



4.3 Contrainte sur l'utilisation d'une énergie et valeur de l'effort dans Hercule-Impacts

Pour appréhender correctement la valeur de l'effort associée aux différentes énergies dans les différents scénarios d'analyse présentés au Chapitre 3, quelques précisions sur la structure du modèle Hercule-Impacts sont nécessaires. La présentation qui suit ne fournit que les grandes lignes du modèle nécessaires à la compréhension des impacts possiblement générés par les contraintes énergétiques.

4.3.1 Structure du modèle Hercule-Impacts à une période donnée

Au début de chacune des périodes, la valeur de certaines variables est donnée et restera constante durant la période. Ces variables peuvent être

- des variables *exogènes* déterminées à l'extérieur du modèle, comme, par exemple, la population ou les taux d'intérêt,
- des variables dont la valeur est déterminée par les décisions et conditions économiques de la période précédente dont les principales sont:
 - le stock de capital “machinerie et équipement - produits de la propriété intellectuelle” et le stock de capital “bâtiments non-résidentiel” de chacune des industries,
 - le salaire horaire des employés prévalant dans chacune des industries,
 - certains éléments du revenu personnel disponible comme les revenus de placement et le montant de certaines allocations.

Pour une période donnée, les principales composantes d'Hercule-Impacts et les relations entre celles-ci sont illustrées dans la Figure 4.2.

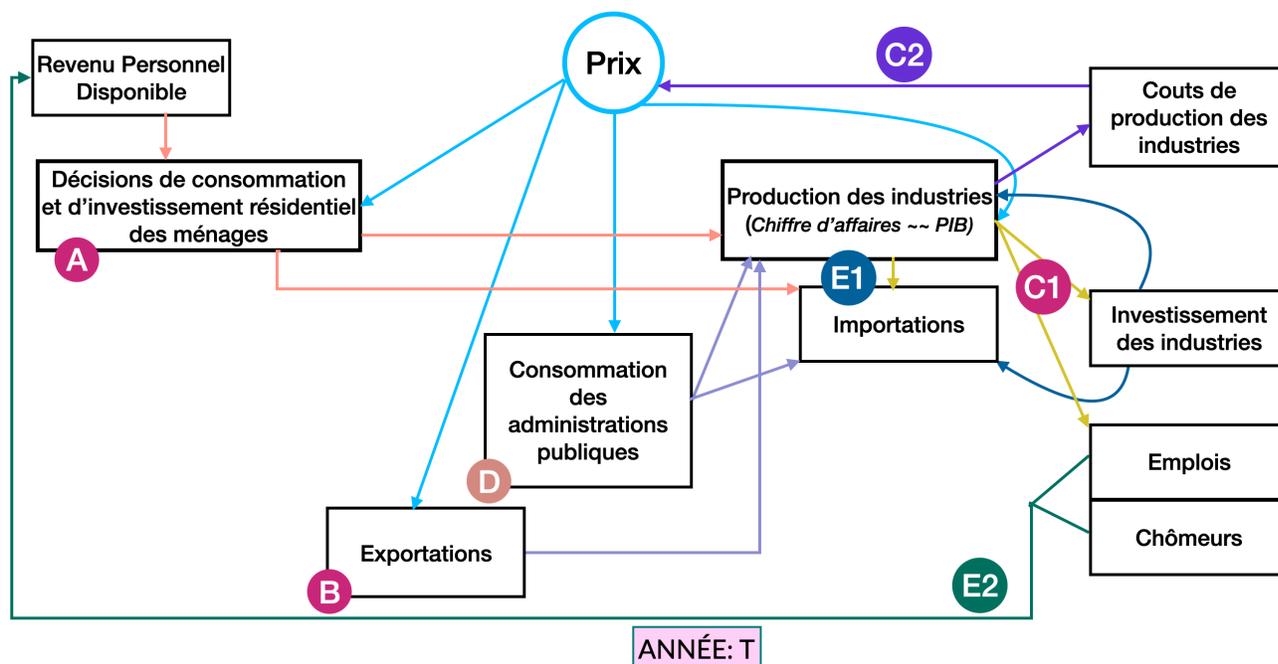


Figure 4.2: Hercule-Impacts - Principales composantes pour une période donnée

Nous commencerons par décrire brièvement les trois principaux pôles de décisions dans Hercule-Impacts indiqués par les points de repère **A**, **B**, **C1** et **C2** dans la Figure 4.2. Nous poursuivrons avec le traitement des administrations publiques identifié par le point de repère **D**. Nous discuterons ensuite d'équilibre, avec les points de repère **E1** et **E2**.

Les pôles de décisions

A : Les ménages sont représentés par un consommateur représentatif qui, sur la base de son revenu personnel disponible et de l'ensemble des indices de prix des différentes catégories de consommation,

- répartit son revenu personnel disponible entre ses dépenses de consommation et son épargne,
- répartit ses dépenses de consommation entre les différentes catégories de consommation énumérées au Tableau 2.4.

La modélisation adoptée pour la répartition des dépenses de consommation entre les différentes catégories de consommation repose sur un système de demandes AIDS dont les paramètres sont estimés sur la base des données historiques du Québec.

B : les agents économiques localisés dans le Reste du Canada ainsi que dans le Reste du Monde expriment des demandes pour les biens et pour les services produits au Québec. La demande de biens (services) des agents économiques localisés dans le Reste du Monde dépend

- de l'indice des prix des exportations de biens (services) pratiqués par les industries québécoises,
- du PIB nominal des États-Unis exprimé en dollars canadiens.

De la même manière, la demande de biens (services) des agents économiques localisés dans le Reste du Canada dépend

- de l'indice des prix des exportations de biens (services) pratiqués par les industries québécoises,

- du PIB nominal de l’Ontario et de l’Alberta.

C1 : les industries choisissent le nombre d’heures travaillées qu’elles utilisent et le niveau d’investissement qu’elles réalisent en minimisant la somme actualisée de leurs coûts de production. Pour chacune des industries, les technologies disponibles possèdent les caractéristiques suivantes:

- le capital “machinerie et équipement - produits de la propriété intellectuelle” (MEPPI) et le capital “Bâti-ments non résidentiels” sont des intrants parfaitement complémentaires,
- les intrants intermédiaires, dont font partie les biens énergétiques, sont des compléments parfaits à la combinaison de capital et travail utilisée,
- la quantité de capital ne peut varier durant la période, ce qui signifie que l’investissement réalisé à la période t ne deviendra productif qu’au début de la période $t + 1$,
- la quantité d’emplois peut être ajustée à son niveau désiré à l’intérieur de chacune des périodes.

Les décisions des industries sont représentées par un système de demandes conditionnelles de travail et d’investissement en capital MEPPI³ :

- la demande conditionnelle de travail spécifie le nombre d’heures de travail en fonction
 - de la quantité à produire⁴,
 - du stock disponible de capital en MEPPI⁵,
- la demande conditionnelle d’investissement en MEPPI spécifie le niveau d’investissement réalisé en fonction
 - du salaire horaire anticipé,
 - du coût d’usage du capital,
 - de la quantité à produire anticipée.

Les anticipations sont basées sur les observations disponibles à la période courante. Ainsi, le salaire horaire anticipé est simplement le salaire horaire de la période courante indexé en utilisant le taux d’inflation courant. La production anticipée est quant à elle déterminée de manière proportionnelle à la production réalisée à la période courante.

Les coefficients de ces fonctions de demande sont estimés sur la base des données historiques du Québec. Les estimations révèlent la présence de rendements d’échelle décroissants pour la majorité des industries.

C2 : Les prix des biens et services sont choisis par les industries (les marchés sont en concurrence imparfaite). *In fine*, l’évolution des prix choisis par les industries repose sur l’évolution des coûts marginaux des industries. Lorsque le coût marginal d’une industrie augmente, cette industrie augmentera son prix et le prix de tous les biens dont la production nécessite l’utilisation d’une production de cette industrie en tant qu’intrant intermédiaire augmente aussi. Cette transmission des variations du coût marginal d’une industrie et du prix à la production de cette industrie jusqu’au prix des différentes catégories de demandes finales énumérées au Tableau 2.5 et des catégories de consommation énumérées au Tableau 2.4 se base sur les tableaux des ressources et des emplois détaillés du Québec.

³La formulation de ces fonctions de demandes conditionnelles fait en sorte de respecter les propriétés des demandes conditionnelles de facteur de production issues de la minimisation des coûts sous une contrainte d’une quantité à produire à l’aide de technologies décrites par une fonction de production. Même si aucune fonction de production n’est spécifiée dans *Hercule-Impacts*, le respect des propriétés des fonctions de demandes de facteur nous permet de nous appuyer sur la théorie pour s’assurer qu’il existe bien une fonction de production qui génère les demandes conditionnelles que nous utilisons.

⁴La quantité à produire est mesurée par le PIB en dollars de 2012 de l’industrie.

⁵Le stock de capital disponible détermine la productivité des heures travaillées.

Le cout marginal de chacune des industries est dérivé à partir des demandes conditionnelles de travail et de capital qui ont été estimées sur la base des données historiques du Québec. Les coefficients apparaissant dans la définition de ces couts marginaux sont donc tous des coefficients estimés à partir des données historiques du Québec.

Du fait de la structure des demandes conditionnelles de travail, le cout marginal d'une industrie dépend essentiellement

- du salaire horaire prévalant dans cette industrie,
- du stock de capital en MEPPPI détenu par cette industrie,
- de la quantité produite par cette industrie.

Comme nous l'avons mentionné au début de cette section, le stock de capital et le salaire horaire d'une industrie ne varient pas durant la période, ce qui implique que les variations dans les couts marginaux durant une période donnée ne proviennent que des variations dans la quantité produite par les industries.

Les administrations publiques

ⓓ : Les dépenses de consommation des administrations publiques ne sont pas issues d'un processus de décisions, mais sont supposées exogènes. Par contre, le volume de biens et services acquis par les administrations publiques dépendra de l'indice des prix des biens et services achetés par les administrations publiques qui lui est déterminé de manière endogène dans Hercule-Impacts.

Il faut noter que les investissements réalisés par les administrations publiques résultent eux des décisions prises par l'industrie des administrations publiques et seront donc endogènes.

4.3.1.1 L'équilibre à une période donnée

Définition 10: L'équilibre à une période donnée

À chacune des périodes, l'*équilibre* dans l'économie sera atteint lorsque *les décisions des agents économiques seront compatibles*.



ⓔ1 : Le premier ensemble de conditions d'équilibre est que l'addition

- de la production de biens et services réalisée par les industries
- de l'importation de biens et services

est égale à l'addition

- de la quantité de biens et services demandée par les ménages, les administrations publiques et les agents économiques localisés à l'extérieur du Québec
- de la quantité de biens et services demandée par les industries pour satisfaire leurs consommations intermédiaires et leurs investissements en MEPPPI et en "Bâtiments non résidentiels".

Dans Hercule-Impacts, il n’y a pas de relation d’équilibre du type “offre égale demande” qui détermine les prix, puisque ce sont les industries qui choisissent ces prix sur des marchés en concurrence imparfaite.

Notons que l’importation de biens et services est déterminée sur la base des coefficients des tableaux des ressources et des emplois. Les agents économiques ne décident donc pas de remplacer des biens et services produits localement par des biens et services à l’extérieur du Québec. Toutefois, si le prix des biens à “haut contenu local” augmente, les agents décideront de remplacer en partie ce type de biens et services par des biens et services à haut contenu importé. Un changement dans le prix relatif entre les biens et services produits localement et les biens et services produits à l’extérieur du Québec conduira donc à une substitution de la part des décideurs.

Mentionnons toutefois que l’hypothèse de complémentarité parfaite des biens et services utilisés en tant qu’intrant intermédiaire dans la production (voir ) empêche toute substitution de biens ou services produits localement par des biens ou services produits à l’extérieur du Québec et vice-versa.

 : Pour que l’économie soit *en équilibre*, il faut que les décisions des agents économiques soient compatibles les unes avec les autres. Notons que les décisions des industries relatives aux heures travaillées vont avoir des impacts importants sur les décisions de consommation des ménages. En effet, le nombre d’heures utilisées par les industries détermine

- les revenus salariaux,
- le nombre de chômeurs et donc le montant d’allocations de chômage versées aux ménages.

Les revenus salariaux représentent l’élément principal du revenu personnel disponible des ménages. À titre d’exemple, les revenus salariaux représentaient 95,5% du revenu personnel disponible en 2022⁶.

Le revenu personnel disponible est évidemment un élément central dans les décisions de consommation des ménages, puisque les dépenses de consommation représentent en 2022 93,7% du revenu personnel disponible⁷.

Il faut aussi noter que les décisions des industries relatives au nombre d’heures utilisées dépendent de manière importante de la quantité que ces industries ont à produire et donc de la consommation des ménages. Cette consommation résulte des décisions des ménages. Les décisions des ménages ont donc un impact sur les décisions des industries relatives au nombre d’heures travaillées, ce qui, à son tour, influencent les décisions des ménages via l’impact du nombre d’heures travaillées sur le revenu disponible des ménages. L’équilibre est atteint lorsque les décisions des ménages et des industries sont compatibles les unes avec les autres.

4.3.2 Liens entre deux périodes dans le modèle Hercule-impacts

Comme mentionné à la Section 4.3.1, la valeur, à une période donnée,

- du salaire horaire dans chacune des industries,
- du stock de capital MEPPi et “Bâtiments” disponible dans chacune des industries,
- de certaines composantes du revenu personnel disponible

⁶Source: Compte des ménages dans les Comptes économiques des revenus et des dépenses du Québec, Compte courant des ménages publié par l’Institut de la Statistique du Québec à l’adresse <https://statistique.quebec.ca/fr/document/comptes-economiques-des-revenus-et-depenses-du-quebec-annuels/tableau/compte-courant-des-menages-quebec>.

⁷Voir la note précédente pour la référence.

est déterminée par des décisions et des conditions économiques prévalant à la période précédente. Les principaux liens entre deux périodes dans Hercule-Impacts peuvent donc s'illustrer assez simplement comme le montre la Figure 4.3.

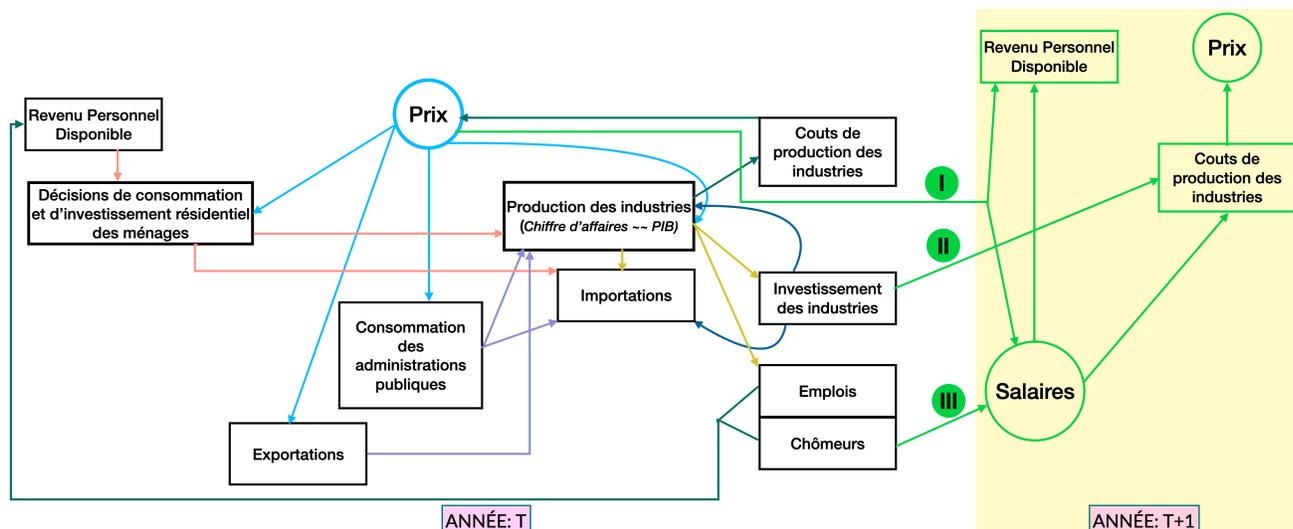


Figure 4.3: Hercule-Impacts - Principaux liens entre deux périodes

❶ : Le niveau de l'indice de prix de la consommation à l'année T détermine le taux d'inflation prévalant à l'année T . Ce taux d'inflation affectera, à travers un mécanisme d'indexation,

- la valeur des salaires horaires dans les industries à l'année $T + 1$,
- la valeur de certaines allocations à l'année $T + 1$, comme les allocations de retraite qui apparaissent dans le revenu personnel disponible des ménages.

Bien évidemment, l'augmentation du salaire horaire à l'année $T + 1$ due à l'inflation de l'année T impliquera, toutes autres choses restant égales par ailleurs, une hausse du revenu personnel disponible des ménages ainsi qu'une hausse dans le cout marginal des industries (voir le point ❶ ci-dessus). Cette hausse dans les couts marginaux conduira, toutes autres choses restant égales par ailleurs, à une hausse des prix à la période $T + 1$.

❷ : L'investissement des industries à l'année T détermine le stock de capital disponible pour ces industries au début de la période $T + 1$. Ce stock de capital est un déterminant essentiel de la productivité des heures travaillées et donc un déterminant essentiel du cout marginal des industries. Toutes autres choses restant égales par ailleurs, un investissement positif des industries réalisé à l'année T augmentera la productivité des heures travaillées dans les industries, diminuera le cout marginal des industries et la valeur des indices de prix à la période $T + 1$.

❸ : Le salaire horaire dans les industries sont supposés provenir d'une négociation dont l'issue dépend du pouvoir de négociation des travailleurs. Ce pouvoir de négociation est affecté, dans certaines industries comme l'industrie du commerce de détail ou l'industrie des pâtes et papiers, par les conditions prévalant sur le marché du travail à la période précédente. Ainsi, le nombre de chômeurs à l'année T affectera le salaire horaire de certaines industries à l'année $T + 1$.

4.3.3 La contrainte sur l'utilisation de l'électricité dans Hercule-Impacts

L'introduction dans Hercule-Impacts d'une contrainte sur l'utilisation d'une énergie, comme l'électricité, peut se faire relativement facilement, comme l'illustre la Figure 4.4.

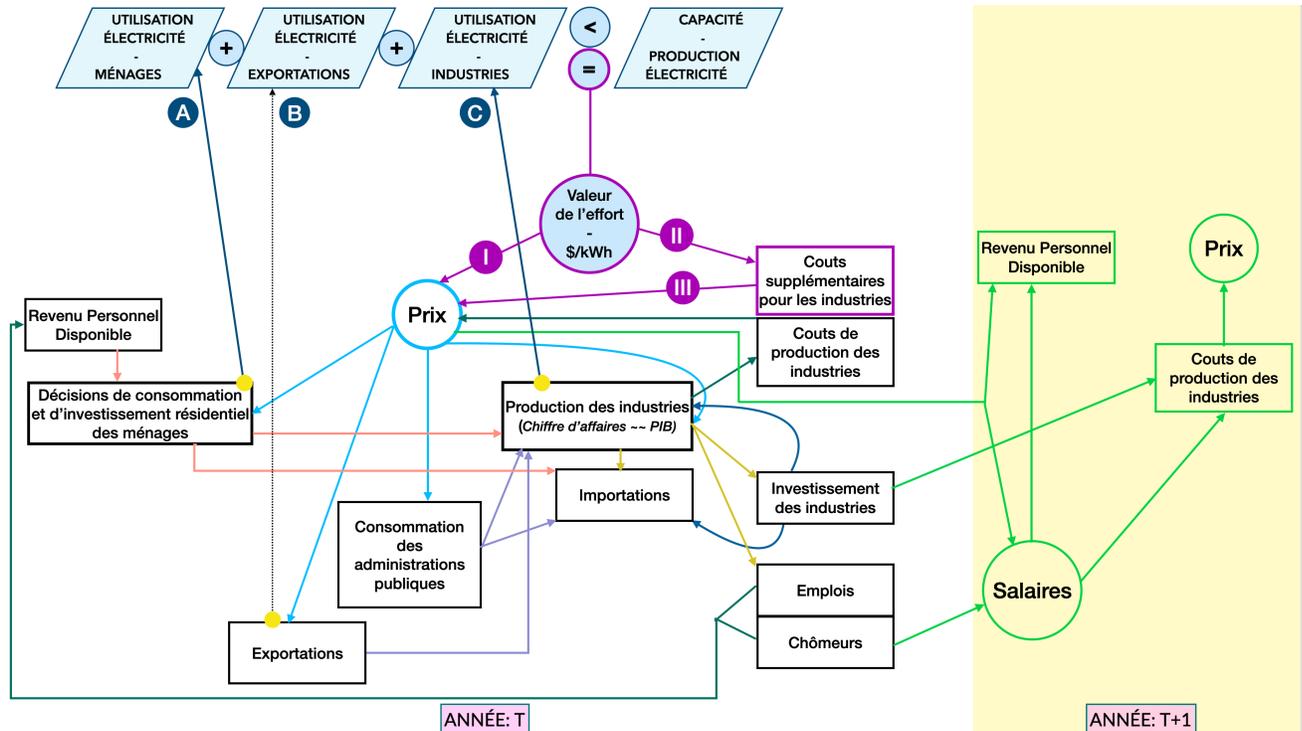


Figure 4.4: Hercule-Impacts - Présence d'une contrainte sur l'utilisation d'électricité

La première étape pour introduire la contrainte sur l'utilisation de l'électricité est de définir les composantes de cette contrainte que nous avons identifiées dans l'équation (4.1) de la Définition 8.

Ⓐ : L'utilisation d'électricité par les ménages correspond à l'électricité utilisée par les ménages pour chauffer leur logement (voir la Définition 4) et se déplacer à l'aide de leur voiture électrique. Ce dernier type de consommation est pratiquement inexistant dans les dernières années et est donc pratiquement absent des statistiques. Pour la période 2024-2035, certains scénarios peuvent inclure la présence d'une proportion importante du nombre de véhicules électriques dans le parc automobile québécois et il est alors nécessaire de prendre en compte les besoins en électricité qui apparaîtront.

Ⓑ : Comme nous l'avons discuté à la Section 3.3.2, le Québec est passé d'une position d'importateur net d'électricité à une position d'exportateur net, ce qui doit évidemment être intégré dans la contrainte sur l'utilisation d'électricité.

Ⓒ : La production des industries nécessite l'utilisation d'électricité, comme nous l'avons discuté dans la Section 2.2 et de manière plus formelle dans l'encadré intitulé Méthodologie 4.

Deux situations peuvent se présenter, à savoir,

- aux prix et revenu disponible en vigueur, la somme des quantités d'électricité "désirées" peut être inférieure à la limite imposée sur l'utilisation de l'électricité par la capacité de production disponible et, dans ce cas,

- la contrainte sur l'utilisation de l'électricité n'affecte pas l'équilibre atteint dans l'économie,
- la valeur de l'effort associée à l'électricité est nulle;
- aux prix et revenu disponible en vigueur, la somme des quantités d'électricité "désirée" est supérieure à la limite imposée sur l'utilisation de l'électricité et, dans ce cas, la valeur de l'effort associée à l'électricité est strictement positive et sera déterminée pour qu'au nouveaux prix et revenu disponible en vigueur, la somme des quantités d'électricité "désirée" soit égale à la limite imposée sur l'utilisation de l'électricité. Le rôle de la valeur de l'effort est donc d'induire des ajustements dans l'économie pour faire en sorte que la contrainte soit respectée avec égalité (voir la discussion dans l'encadré intitulé Méthodologie 6).

Les impacts de l'imposition d'une valeur de l'effort positive sont décrits par les points suivants.

❶ : La valeur de l'effort associée à l'électricité devra être payée par les utilisateurs finaux d'électricité que sont les ménages. Elle sera donc ajoutée au prix de l'électricité payé par les ménages, ce qui modifiera leurs décisions de consommation.

❷ : La valeur de l'effort augmentera aussi le prix de l'électricité payé par les industries. Les industries paieront donc plus cher un de leurs intrants intermédiaires, ce qui augmentera leurs coûts de production. Toutes les industries ne sont pas sur le même pied d'égalité: les industries qui utilisent l'électricité de manière intensive dans leur procédé de production verront leurs coûts augmenter beaucoup plus que ceux des industries utilisant l'électricité de manière peu intensive (voir l'équation (5) dans l'encadré intitulé Méthodologie 5).

❸ : En adoptant l'Hypothèse 6, nous avons supposé que les industries transfèrent à leurs clients toute augmentation des coûts due à l'imposition d'une valeur de l'effort associée à l'électricité. Les prix des différents biens et services seront donc ajustés pour incorporer ces coûts. Ces ajustements conduiront les ménages à réviser leurs décisions de consommation.

Méthodologie 6: La détermination de la valeur de l'effort dans Hercule-Impacts

La présentation du concept de la valeur de l'effort associée à une énergie pourrait laisser croire qu'elle correspond au "prix fictif" correspondant à la valeur du multiplicateur de Kuhn-Tucker associé à la contrainte dans un problème d'optimisation. Ce n'est pas le cas, puisque la détermination des valeurs d'équilibre dans le modèle Hercule-impacts se fait à travers la résolution simultanée d'un problème d'équations non linéaires. De manière précise, pour déterminer la valeur de l'effort associée à l'électricité, il faut

- introduire la valeur de l'effort comme déterminant des coûts de production des industries et comme un facteur s'ajoutant au prix payé par les ménages pour l'électricité,
- introduire les équations suivantes (pour rappel, $ut_ene221100_dfcc$ correspond au nombre de GWh utilisés par les ménages, $ut_ene221100_dfxn$ correspond à l'exportations nettes d'électricité exprimée en GWh et $ut_ene221100_j$ indique le nombre de GWh utilisé par l'industrie j):

$$ut_ene221100_dfcc(t) + ut_ene221100_dfxn(t) + \sum_{j \in J} ut_ene221100_j(t) + slack_ene221100(t) = limite_ene221100(t) \quad (4.11)$$

$$slack_ene221100(t) \times \mathcal{V}_e(t) = 0 \quad (4.12)$$

$$slack_ene221100(t) \geq 0 \text{ et } \mathcal{V}_e(t) \geq 0 \quad (4.13)$$

où $slack_ene221100(t)$ est une variable d'écart qui fait en sorte que la contrainte (4.11) est satisfaite avec

égalité même si la somme des utilisations est strictement inférieure à la limite imposée sur l'utilisation de l'électricité.

Ce système implique que

- soit la valeur de la variable $slack_ene221100(t)$ est nulle et la valeur de l'effort prend alors une valeur positive
- soit la valeur de la variable $slack_ene221100(t)$ est strictement positive et la valeur de l'effort est nulle.

Nous retrouvons ainsi la définition de la valeur de l'effort donnée à la Définition 9.



4.3.4 Les contraintes sur l'utilisation d'énergie dans Hercule-Impacts

La contrainte sur l'utilisation de l'électricité n'est pas la seule contrainte présente dans Hercule-Impacts. La contrainte sur l'utilisation de produits pétroliers est aussi présente, ce qui permet d'analyser des scénarios qui limitent l'utilisation des produits pétroliers afin d'atteindre les cibles de GES que le Québec s'est fixées⁸. La présence de ces deux contraintes est illustrée dans la Figure 4.5.

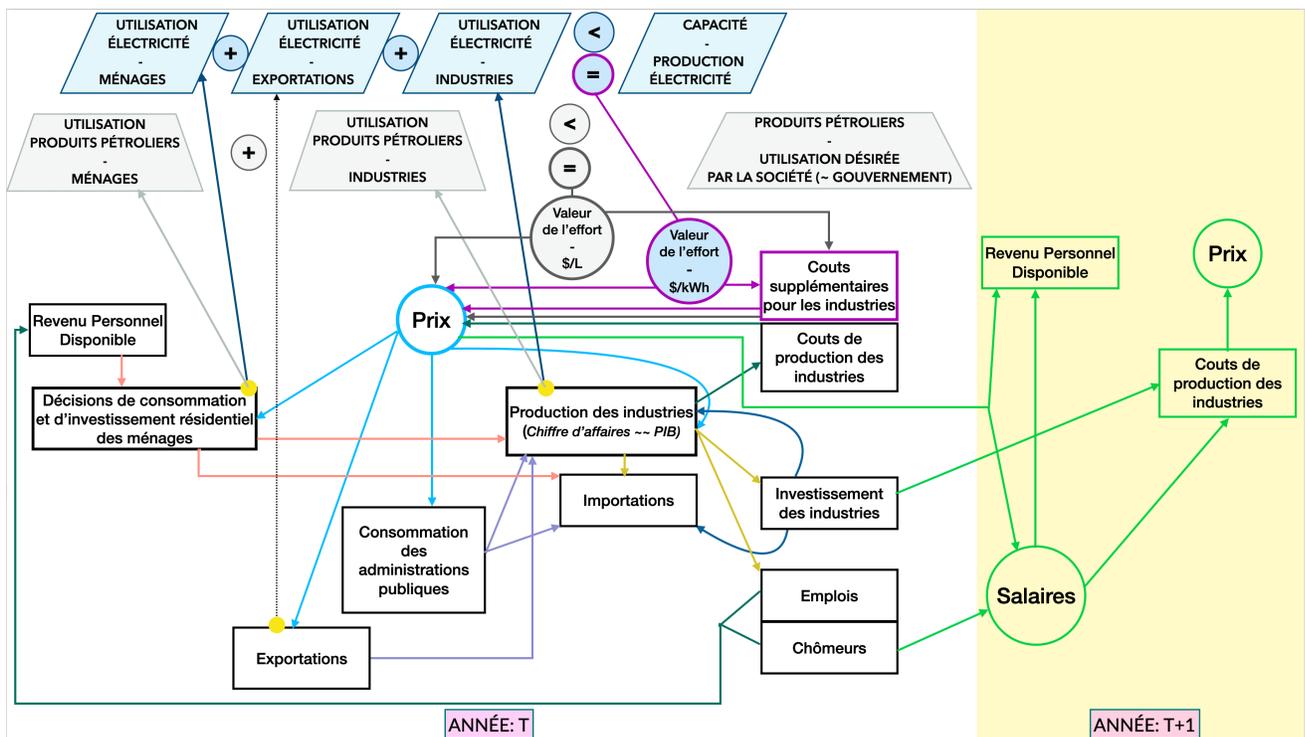


Figure 4.5: Hercule-Impacts - Deux contraintes énergétiques

La Figure 4.5 montre une caractéristique importante d'Hercule-Impacts, à savoir, que la valeur de l'effort asso-

⁸Il serait tout à fait possible d'inclure directement une contrainte sur les GES dans Hercule-Impacts et d'évaluer ainsi directement la valeur de l'effort associée au GES exprimée en $\$/tCO_2$.

ciée à l'électricité exprimée en \$/kWh et la valeur de l'effort associée aux produits pétroliers exprimée en \$/L sont déterminées de manière simultanée. Par conséquent, dans le cas où la valeur de l'effort associée aux produits pétroliers est strictement positive, la valeur de l'effort associée aux produits pétroliers dépendra du niveau de la limite imposée sur l'utilisation de l'électricité. De la même manière, dans le cas où la valeur de l'effort associée à l'électricité est strictement positive, la valeur de l'effort associée à l'électricité dépendra du niveau de la limite imposée sur l'utilisation des produits pétroliers.

Une implication de cette caractéristique est qu'il n'est pas possible de comprendre et de discuter de l'évolution de la valeur de l'effort associée à une énergie particulière sans expliciter les caractéristiques de l'ensemble des contraintes énergétiques présentes dans Hercule-Impacts.

4.3.5 Le "marché" et la valeur de l'effort associée aux produits pétroliers

Pour illustrer le rôle de l'effort associé à une énergie, nous allons imaginer que les différents produits pétroliers se vendent au même prix sur un marché. Cette situation est illustrée à la Figure 4.6.

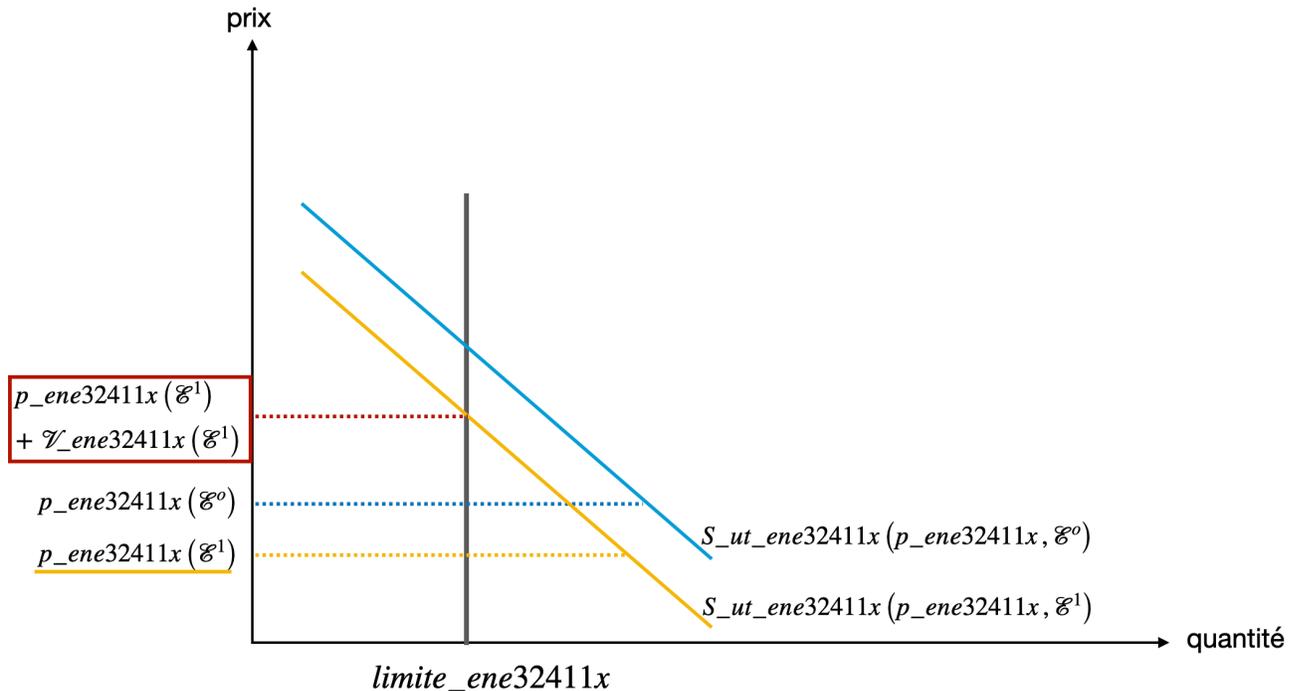


Figure 4.6: Le "marché" et la valeur de l'effort associée aux produits pétroliers

Les différentes composantes de la Figure 4.6 sont les suivantes:

- $limite_ene32411x$ est la limite imposée sur l'utilisation des produits pétroliers,
- E^0 correspond à un vecteur composé de la valeur de l'ensemble des variables d'hercule-Impacts, à l'exception du prix des produits pétroliers, à l'équilibre prévalant avant l'imposition de la contrainte sur les produits pétroliers.
- E^1 correspond à un vecteur composé de la valeur de l'ensemble des variables d'hercule-Impacts, à l'exception du prix des produits pétroliers, à l'équilibre prévalant après l'imposition de la contrainte sur les produits pétroliers.

- $S_{ut_ene32411x}(p_{ene32411x}, \mathcal{E}^0)$ est la somme des utilisations “désirées” de produits pétroliers qui dépend du prix des produits pétroliers $p_{ene32411x}$ et du niveau de l’ensemble des autres variables présentes dans Hercule-Impacts à l’équilibre prévalant \mathcal{E}^0 .
- $S_{ut_ene32411x}(p_{ene32411x}, \mathcal{E}^1)$ est la somme des utilisations “désirées” de produits pétroliers qui dépend du prix des produits pétroliers $p_{ene32411x}$ et du niveau de l’ensemble des autres variables présentes dans Hercule-Impacts à l’équilibre prévalant une fois la contrainte sur les produits pétroliers imposée, \mathcal{E}^1 . Les utilisations désirées seront, pour un même prix des produits pétroliers, plus faible que celles désirées à l’équilibre initial du fait de la baisse de l’activité économique générée par l’imposition de la contrainte sur l’utilisation des produits pétroliers.
- $p_{ene32411x}(\mathcal{E}^0)$ correspond au prix des produits pétroliers à l’équilibre initial \mathcal{E}^0 .
- $p_{ene32411x}(\mathcal{E}^1)$ correspond au prix des produits pétroliers à l’équilibre prévalant à l’équilibre prévalant après l’imposition de la contrainte, \mathcal{E}^1 . Ce prix est déterminé par les coûts de produire un million de dollars de 2012 de produits pétroliers. Les coûts de production des produits pétroliers (voir nos discussions à la Section 4.3.1 et à la Section 4.3.3)
 - augmentent suite à l’imposition d’une valeur de l’effort associée aux produits pétroliers,
 - baissent suite à la diminution de l’activité économique.

et nous avons choisi d’illustrer le cas où la baisse est plus importante que la hausse.

- $\mathcal{V}_{ene32411x}(\mathcal{E}^1)$ est la valeur associée aux produits pétroliers à l’équilibre \mathcal{E}^1 .

Cette figure met en lumière deux éléments importants de l’approche adoptée, à savoir,

- la valeur de l’effort associée aux produits pétroliers ne se calcule pas comme une simple différence entre
 - le prix qui permettrait à la somme des utilisations “désirées” qui s’exprime à l’équilibre initial \mathcal{E}^0 d’être égale à la limite imposée
 - le prix des produits pétroliers prévalant à l’équilibre initial \mathcal{E}^0 .

La valeur de l’effort prend en effet en compte que l’imposition de la contrainte modifiera le prix des produits pétroliers ainsi que la somme des utilisations désirées.

- la valeur $p_{ene32411x}(\mathcal{E}^1) + \mathcal{V}_{ene32411x}(\mathcal{E}^1)$ représente la valeur accordée par les utilisateurs au dernier litre de produits pétroliers utilisé. Cette valeur peut donc être utilisée dans des analyses coûts-bénéfices qui évalueraient, par exemple, des projets de modifications
 - dans le niveau de la limite imposée à l’utilisation des produits pétroliers,
 - dans le niveau des besoins des utilisateurs des produits pétroliers suite à des changements technologiques, à des changements de comportement ou à des rationnements.

AVENANT AU CONTRAT N° _

Numéro de contrat : 481-202223

REQUÉRANT	CONTRACTANT
<p>MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES NATURELLES</p> <p>Unité administrative : Sous-ministériat à l'innovation et à la transition énergétiques (SITE)</p> <p>Adresse : 1300, rue du Blizzard Québec (Québec) G1H 6R1</p> <p>Représentant : Annie Guertin Fonction : Directrice, Direction des Affaires stratégiques</p>	<p>Nom : Daméco</p> <p>N.E.Q. du contractant : 1168247089</p> <p>Personne physique ? si oui, cocher</p> <p>Adresse : 160, rue Saint-Viateur Est, bureau 405 Montréal (Québec) H2T 1A8</p> <p>Représentant : Henri Thibaudin Fonction : Co-fondateur, responsable Développement des Affaires</p>

Le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) accepte la soumission que le contractant lui a soumise le 25 février 2022 en vue de remplir les services décrits ci-après. Cette acceptation, jointe à l'offre et aux documents afférents, constitue le contrat qui lie les parties à toutes fins que de droit. Toutefois, en cas d'incompatibilité, les stipulations du présent contrat auront préséance.

DESCRIPTION DES SERVICES / NATURE DES TRAVAUX (préciser le lieu d'exécution, le cas échéant) :

Le Sous-ministériat à l'innovation et à la transition énergétiques (SITE) du ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN) sollicite les services du contractant pour la réalisation d'une étude à l'aide du modèle macro économétrique de Daméco qui se décline en 3 volets : 1- positionner les économies régionales du Québec dans la transition énergétique et ses enjeux dans plusieurs dimensions de leurs économies; 2- Évaluer les impacts sur les dynamiques économiques régionales de la poursuite de la transition énergétique sur l'horizon 2022-2050; 3- Dégager les constats et interprétations des deux premiers volets sous l'angle de la vitalité des régions du Québec et les apports & contraintes de la transition énergétique dans celle-ci.

Cette étude permettra d'évaluer les implications sur la dynamique de développement des économies régionales du Québec dans la poursuite de la transition énergétique de l'économie du Québec.

Afin d'atteindre les objectifs principaux, l'analyse proposée sera réalisée autour des trois volets mentionnés ci-dessus. Chacun de ces volets a ses propres objectifs. Ces objectifs, le mode de réalisation de l'étude et les livrables sont plus amplement définis dans l'offre de service du 25 février 2022 ci-annexée.

Le montant total du contrat s'élève à 95 550 \$ incluant tous les frais directs et indirects inhérents à la réalisation du présent contrat.

Le montant du contrat sera payable sur facturation, selon les modalités suivantes :

1. Un premier versement de 15% du montant total du contrat, soit 14 332,50 \$, à la signature du présent contrat ;
2. Un deuxième versement correspondant à 20% du montant total du contrat, soit 19 110 \$, à la remise et à l'acceptation des livrables du volet 1 par le SITE;
3. Un troisième versement correspondant à 30% du montant total du contrat, soit 28 665 \$, à la remise et à l'acceptation des livrables du volet 2 par le SITE;
4. Un quatrième et dernier versement correspondant à 35% du montant total du contrat, soit 33 442,50\$, à la remise et à l'acceptation par le SITE des livrables finaux (volet 3).

Les versements s'effectueront sur présentation de facture, les informations suivantes devront apparaître sur la facture :

- le nom et l'adresse complète du prestataire de services;
- le numéro de la facture;
- la date d'émission de la facture;
- le numéro du présent contrat (à savoir : 481-202223);
- les numéros de taxes TPS et TVQ.

DURÉE DU CONTRAT : du À la signature au 31 mars 2023
et jour mois année jour mois année

LES TRAVAUX FAISANT L'OBJET DU PRÉSENT CONTRAT DEVRONT ÊTRE TERMINÉS LE : 1^{er} mars 2023

A) MONTANT DU CONTRAT OU DU SUPPLÉMENT

- pour la somme forfaitaire de 95 550 \$
- à taux horaire _____ pour un montant maximum de _____
- autre (spécifier) _____

B) CONDITIONS DE PAIEMENT

- un seul versement de _____
- douze versements mensuels de _____ chacun
- autre (spécifier) 4 versements tel que décrit ci-dessus

LE MONTANT DU CONTRAT OU DU SUPPLÉMENT N'INCLUT PAS LES TAXES SI APPLICABLES.

REQUÉRANT	CONTRACTANT
 Représentant	53-54 Représentant
15 août 2022 Date	12 août 2022 Date

1. Le numéro du contrat doit être indiqué sur toutes les factures, mémos de livraison, etc.
2. Toute facture doit être présentée dans les 30 jours suivant la fin des travaux.
3. Les conditions générales énumérées au verso ou en annexe font partie intégrante du présent contrat.

IMPORTANT : La Déclaration concernant les activités de lobbyisme exercées auprès du MERN doit être complétée et signée par le contractant.

CONDITIONS GÉNÉRALES

1. Définitions

- a) Contrat de services abrégé : convention signée par les parties pour la fourniture et l'accomplissement de services de nature technique ou de services professionnels, au sens de la Loi sur les contrats des organismes publics et des Règlements sur les contrats de services et de travaux de construction des organismes publics.
- b) Contractant : personne morale de droit privé, société en nom collectif, en commandite ou en participation, personne physique qui exploite une entreprise individuelle ou individu (personne physique non en affaires), à qui le contrat est octroyé.
- c) Ministère ou requérant : désigne le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles responsable de l'émission du contrat, représenté par le sous-ministre ou son représentant désigné.

2. Sous-contrat

Lorsque la réalisation du présent contrat implique la participation de sous-contractants, sa réalisation et les obligations qui en découlent demeurent alors sous la responsabilité du contractant avec lequel le Ministère a signé le contrat.

Le contractant doit, avant de conclure tout sous-contrat requis pour l'exécution du contrat, s'assurer que chacun de ses sous-contractants n'est pas inscrit au RENA ou, s'il y est inscrit, que sa période d'inadmissibilité aux contrats publics est terminée.

Il doit transmettre au Ministère, avant que l'exécution du contrat ne débute, une liste indiquant, le cas échéant, pour chaque sous-contrat, les informations suivantes :

- 1° le nom et l'adresse du principal établissement du sous-contractant;
- 2° le montant et la date du sous-contrat.

Le contractant qui, pendant l'exécution du contrat, conclut un sous-contrat relié directement au contrat public doit, avant que ne débute l'exécution du sous-contrat, produire une liste modifiée.

Le contractant qui omet de transmettre un renseignement requis en vertu de la présente clause commet une infraction et est passible, pour chaque jour que dure l'infraction, d'une amende de 100 \$ à 200 \$ dans le cas d'un individu et de 200 \$ à 400 \$ dans le cas d'une personne morale pour chacun des cinq premiers jours de retard et d'une amende de 200 \$ à 400 \$ dans le cas d'un individu et de 400 \$ à 800 \$ dans le cas d'une personne morale pour chaque jour de retard subséquent.

Le contractant qui, dans le cadre de l'exécution du contrat avec le Ministère, conclut un sous-contrat avec un contractant inscrit au RENA, commet une infraction et est passible d'une amende de 1 000 \$ à 10 000 \$ dans le cas d'un individu et de 2 000 \$ à 20 000 \$ dans le cas d'une personne morale.

Le RENA est accessible en ligne à l'adresse suivante : <https://www.amp.quebec.rena/>.

3. Lois et règlements

Le contractant s'engage à respecter, dans l'exécution du présent contrat, les lois et règlements en vigueur au Québec applicables à l'exécution du présent contrat.

Le contractant est la seule partie patronale à l'égard de l'ensemble du personnel affecté à l'exécution du contrat et il devra en assumer tous les droits, obligations et responsabilités. Il devra notamment se conformer aux lois régissant les accidents du travail et à celles régissant les conditions de travail.

4. Langue officielle

Le contractant doit fournir en français les factures et autres documents relatifs à ce contrat.

Si le contrat est supérieur à 10 000 \$, le contractant ayant un établissement au Québec et ayant 50 employés ou plus au Québec depuis au moins 6 mois doit se conformer aux critères d'application du point 22 de la Politique gouvernementale relative à l'emploi et à la qualité de la langue française dans l'administration pendant la durée du contrat.

5. Assurances et responsabilités

Le contractant sauf si celui-ci est une personne physique non en affaires, doit détenir une assurance-responsabilité et s'engager à la conserver jusqu'à la fin du contrat.

6. Engagements du contractant

Sauf avis contraire, le contractant s'engage à fournir, à ses frais et dépens, les matériaux, outils, machines et tout article requis pour la bonne exécution des travaux, et il en demeure le seul responsable.

7. Paiement

Le paiement s'effectuera sur présentation de facture(s) détaillée(s) dûment acceptée(s) par le Ministère. Après vérification et inspection diligente de la facture détaillée et de la concordance entre les clauses contractuelles de la commande et les livrables reçus, le Ministère verse les sommes dues au contractant dans les trente (30) jours qui suivent la date la plus tardive entre la date de réception de la facture et la date d'acceptation des livrables, accompagnée de tous les documents requis.

Le Ministère règle normalement les demandes de paiement conformément aux dispositions prévues au Règlement sur les paiements d'intérêts aux fournisseurs du gouvernement (Chapitre C-65.1, r. 8).

Si des taxes sont applicables, elles doivent apparaître séparément sur les factures.

Le Ministère se réserve le droit de procéder à toute vérification des demandes de paiement déjà acquittées.

8. Évaluation et acceptation des travaux

Malgré toute autorisation ou approbation donnée pour fins de rémunération aux différentes étapes d'exécution du contrat, le Ministère se réserve le droit, lors de la réception définitive, de refuser, en tout ou en partie, les travaux qui n'auront pas été réalisés conformément aux exigences du présent contrat ou qui ne seront pas satisfaisants ou pour lesquels des erreurs, des omissions ou des anomalies auront été constatées. Le Ministère fera reprendre ces travaux par le contractant ou par un tiers jusqu'à complète satisfaction, et ce, aux frais du contractant.

9. Vérification

Les demandes de paiement découlant de l'exécution du présent contrat peuvent faire l'objet d'une vérification par le Ministère.

10. Relevé d'impôt

Le Ministère a l'obligation de produire une déclaration de renseignements pour le montant total de ce contrat. Le Ministère émettra un relevé pour le montant total des contrats octroyés au contractant au cours de la même année fiscale, et ce, avant le 28 février de l'année suivante.

11. Collaboration

Le contractant s'engage à collaborer entièrement avec le Ministère dans l'exécution du contrat et à tenir compte de toutes les instructions et recommandations relatives à la façon de préparer et d'exécuter le travail qui lui a été confié.

12. Responsabilité du contractant

Le contractant sera responsable de tout dommage causé par lui, ses employés, agents, représentants ou sous-contractant, dans le cours ou à l'occasion de l'exécution du présent contrat, y compris de ceux résultant d'un manquement à un engagement pris en vertu du présent contrat.

Le contractant s'engage à indemniser, protéger et prendre fait et cause pour le Ministère, contre tous recours, réclamations, demandes, poursuites et autres procédures prises par toute personne en raison de dommages ainsi causés.

13. Résiliation

Le Ministère se réserve le droit de résilier ce contrat pour l'un des motifs suivants :

- a. le contractant fait défaut de remplir l'un ou l'autre des termes, conditions ou obligations qui lui incombent en vertu du présent contrat;

- b. le contractant cesse ses opérations de quelque façon que ce soit, en raison de la faillite, la liquidation ou la cession de ses biens;
- c. le contractant lui a présenté des renseignements faux ou trompeurs ou lui a fait de fausses représentations;
- d. le contractant est déclaré coupable d'une infraction à la Loi sur la concurrence (L.R.C. 1985, c. C-34) édictée par le gouvernement fédéral relativement à un appel d'offres public ou à un contrat conclu avec une administration publique au Canada sans toutefois avoir encore été inscrit au RENA;

Pour ce faire, le Ministère adresse un avis écrit de résiliation au contractant énonçant le motif de résiliation. S'il s'agit d'un motif de résiliation prévu au paragraphe a), le contractant devra remédier au défaut énoncé dans le délai prescrit à cet avis, à défaut de quoi ce contrat sera automatiquement résilié, la résiliation prenant effet de plein droit à l'expiration de ce délai. S'il s'agit d'un motif de résiliation prévu au paragraphe b), c) ou d), la résiliation prendra effet de plein droit à compter de la date de la réception de l'avis par le contractant.

Le contractant aura alors droit aux frais, déboursés et sommes représentant la valeur réelle des services rendus jusqu'à la date de la résiliation du contrat, conformément au présent contrat, sans autre compensation ou indemnité que ce soit, et ce, à la condition qu'il remette au Ministère tous les travaux déjà effectués au moment de la résiliation. Si le contractant avait obtenu une avance monétaire, il devra la restituer dans son entier.

Le contractant sera par ailleurs responsable de tous les dommages subis par le Ministère à cause de la résiliation du contrat.

En cas de poursuite du contrat par un tiers, le contractant devra notamment assumer toute augmentation du coût du contrat pour le Ministère.

Le Ministère se réserve également le droit de résilier ce contrat sans qu'il soit nécessaire pour lui de motiver la résiliation.

Pour ce faire, le Ministère doit adresser un avis écrit de résiliation au contractant. La résiliation prendra effet de plein droit à la date de la réception de cet avis par le contractant.

Le contractant aura alors droit aux frais, déboursés et sommes représentant la valeur réelle des services rendus jusqu'à la date de résiliation du contrat.

14. Cession de contrat

Les droits et obligations contenus au présent contrat ne peuvent, sous peine de nullité, être cédés, en tout ou en partie, sans l'autorisation du Ministère.

15. Modification du contrat

Toute modification au contenu du présent contrat devra faire l'objet d'une entente écrite entre les parties. Cette entente ne peut changer la nature du contrat et elle en fera partie intégrante.

16. Remboursement de dette fiscale

Conformément à l'article 31.1.1 de la Loi sur l'administration fiscale (Chapitre A-6.002) et à l'article 53 de la Loi facilitant le paiement des pensions alimentaires (Chapitre P-2.2), lorsque le contractant est redevable d'un montant exigible en vertu d'une loi fiscale ou alimentaire, le Ministère pourra transmettre tout ou partie du montant payable en vertu du présent contrat au ministre des Finances, à sa demande, afin que ce montant soit affecté au paiement de cette dette.

17. Confidentialité

Le contractant s'engage à ce que ni lui ni aucun de ses employés ne divulgue, sans y être dûment autorisé par le Ministère, les données, analyses ou résultats inclus dans les rapports réalisés en vertu du contrat ou, généralement, quoi que ce soit dont il aurait eu connaissance dans l'exécution du contrat.

Le contractant s'engage à prendre les mesures nécessaires pour que chacun de ses employés affectés à l'exécution du contrat certifie que tout renseignement obtenu par suite de son affectation à l'exécution du contrat ne sera pas divulgué ou porté à la connaissance de qui que ce soit et qu'il n'utilisera pas ces renseignements pour son avantage personnel.

18. Politique de sécurité de l'information

Le contractant s'engage à respecter les modalités de la Politique de sécurité de l'information du Ministère si elles sont applicables dans l'exécution du présent contrat. Les documents décrivant cette politique sont disponibles sur le site Internet du requérant dans la section *Politiques ministérielles*.

19. Conflits d'intérêts

Le contractant doit éviter toute situation qui mettrait en conflit soit son intérêt propre, soit d'autres intérêts, notamment, mais sans limiter la généralité de ce qui précède, l'intérêt d'une de ses ressources, d'une de ses filiales ou d'une personne liée; dans le cas d'un consortium, l'intérêt d'une des constituantes versus l'intérêt du ministre. Si une telle situation se présente ou est susceptible de se présenter, le contractant doit immédiatement en informer le ministre qui pourra, à sa seule discrétion, émettre une directive indiquant au contractant comment remédier à ce conflit d'intérêts ou résilier le contrat.

Le présent article ne s'applique pas à un conflit pouvant survenir sur l'interprétation ou l'application du contrat.

20. Règlement des différends

Si un différend survient dans le cours de l'exécution du contrat ou sur son interprétation, les parties s'engagent, avant d'exercer tout recours, à rechercher une solution amiable à ce différend et, si besoin est, à faire appel à un tiers, selon les modalités à convenir, pour les assister dans ce règlement.

21. RENA

Le contractant ne doit pas être inscrit au Registre des entreprises non admissibles aux contrats publics (RENA) ou, s'il y est inscrit, sa période d'inadmissibilité aux contrats publics doit être terminée.

Par contre, le Ministère peut, avec l'autorisation du ministre responsable, contracter avec un contractant inadmissible en application des articles 21.1, 21.2, 21.2.1 ou 21.4, lorsqu'il se retrouve dans l'un des cas prévus aux paragraphes 2° à 4° du premier alinéa de l'article 13, à la condition que le contractant accepte d'être soumis, à ses frais, à des mesures de surveillance et d'accompagnement déterminées par règlement.

De même, lorsqu'un contractant se retrouve dans l'un des cas prévus au paragraphe 1° du premier alinéa de l'article 13 de la Loi sur les contrats des organismes publics (Chapitre C-65.1), il peut également contracter avec un contractant inadmissible en application de l'un ou l'autre des articles 21.1, 21.2, 21.2.1 et 21.4, à la condition d'obtenir l'autorisation du dirigeant de l'organisme, qui doit en informer le ministre responsable dans les 30 jours suivant cette autorisation.

22. Défaut d'exécution du contrat (RENA)

L'exécution du contrat devra cesser si le contractant est inscrit au RENA en cours d'exécution et si le Ministère, dans les 20 jours suivant l'inadmissibilité, ne demande pas au Conseil du trésor d'en autoriser la poursuite ou si, après avoir demandé cette autorisation, le Conseil du trésor ne l'accorde pas dans les 10 jours suivants.

Le Conseil du trésor pourra notamment assortir son autorisation de conditions dont celle demandant que le contractant soit soumis, à ses propres frais, à des mesures de surveillance et d'accompagnement déterminées par règlement.

Par contre, l'autorisation du Conseil du trésor n'est pas requise lorsqu'il s'agit de se prévaloir d'une garantie découlant du contrat.

Un contractant qui ne peut poursuivre l'exécution d'un contrat public en application du premier alinéa de l'article 21.3 de la Loi sur les contrats des organismes publics (Chapitre C-65.1) ou du premier alinéa de l'article 65.2.1 de la Loi sur le bâtiment (Chapitre B-1.1) est réputé en défaut d'exécuter ce contrat.

23. Déclaration concernant les activités de lobbying exercées auprès du MERN relativement à l'attribution d'un contrat de gré à gré

Avant la signature du contrat de gré à gré, tout contractant doit produire la « Déclaration concernant les activités de lobbying exercées auprès du MERN relativement à l'attribution d'un contrat » ci-dessous dûment signée pour se voir octroyer le contrat. Dans ce formulaire, le contractant déclare notamment qu'au sens de la Loi sur la transparence et l'éthique en matière

de lobbyisme (Chapitre T-11.011) et des avis émis par le Commissaire au lobbyisme :

- soit que personne n'a exercé pour son compte, que ce soit à titre de lobbyiste d'entreprises, de lobbyiste-conseil ou de lobbyiste d'organisation, des activités de lobbyisme, préalablement à la déclaration;
- ou que des activités de lobbyisme ont été exercées pour son compte et qu'elles l'ont été en conformité avec cette loi, avec ces avis ainsi qu'avec le Code de déontologie des lobbyistes préalablement à cette déclaration relativement à la présente attribution du contrat (Chapitre T-11.011, r.2).

De plus, le contractant reconnaît que, si le Ministère a des motifs raisonnables de croire que des communications d'influence non conformes à la Loi sur la transparence et l'éthique en matière de lobbyisme et au Code de déontologie des lobbyistes ont eu lieu pour obtenir le contrat, une copie de la déclaration pourra être transmise au Commissaire au lobbyisme par le Ministère.

Ce formulaire doit être celui du Ministère ou contenir les mêmes dispositions. Le défaut de produire cette déclaration pourra entraîner la non conclusion du contrat.

24. Autorisation à contracter

En cours d'exécution du présent contrat, le gouvernement peut obliger le contractant et, dans le cas d'un consortium, les entreprises le composant ainsi que les entreprises parties à un sous-contrat rattaché directement ou indirectement à ce contrat, à obtenir et à maintenir une autorisation à contracter de l'Autorité des marchés publics dans les délais et selon les modalités particulières qu'il aura déterminés.

25. Propriété matérielle et droits d'auteur

Les travaux réalisés par le contractant en vertu du présent contrat, y compris tous les accessoires tels les rapports de recherche et autres, deviendront la propriété entière et exclusive du ministre qui pourra en disposer à son gré.

Le contractant accorde au ministre une licence non exclusive transférable et irrévocable lui permettant de reproduire, adapter, publier, communiquer au public par quelque moyen que ce soit, traduire, exécuter ou représenter en public le ou les document(s) réalisé(s) en vertu du contrat pour toutes fins jugées utiles par le ministre.

Cette licence est accordée sans limites territoriales et sans limites de temps.

Toute considération pour la licence de droits d'auteur consentie en vertu du présent contrat est incluse dans la rémunération prévue.

Le contractant garantit au ministre qu'il détient tous les droits lui permettant de réaliser le présent contrat et, notamment, d'accorder la licence de droits d'auteur prévue au présent article et se porte garant envers le ministre contre tous recours, réclamations, demandes, poursuites et autres procédures pris par toute personne relativement à l'objet de ces garanties.

Le contractant s'engage à prendre fait et cause et à indemniser le ministre de tous recours, réclamations, demandes, poursuites et autres procédures pris par toute personne relativement à l'objet de ces garanties.

26. Clause finale

Tout engagement financier du gouvernement du Québec n'est valide que s'il existe sur un crédit un solde disponible suffisant pour imputer la dépense découlant de cet engagement conformément aux dispositions de l'article 21 de la Loi sur l'administration financière (Chapitre A-6.001).

DÉCLARATION CONCERNANT LES ACTIVITÉS DE LOBBYISME EXERCÉES AUPRÈS DU MERN
RELATIVEMENT À L'ATTRIBUTION DU CONTRAT

(À COMPLÉTER PAR LE CONTRACTANT AVANT LA SIGNATURE DU CONTRAT)

Je, soussigné(e), Henri Thibault, co-fondateur, Resp. dev't. des Affaires,
(Nom et titre de la personne autorisée par le contractant)

présenté au ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles,

atteste que les déclarations ci-après sont vraies et complètes à tous les égards

au nom de : DAMÉCO inc.
(Nom du contractant)

(ci-après appelé le « contractant »)

Je déclare ce qui suit :

1. J'ai lu et je comprends le contenu de la présente déclaration;
2. Je suis autorisé(e) par le contractant à signer la présente déclaration;
3. Le contractant déclare (**cocher l'une ou l'autre des déclarations suivantes**) :

que personne n'a exercé pour son compte, que ce soit à titre de lobbyiste d'entreprise, de lobbyiste-conseil ou de lobbyiste d'organisation des activités de lobbyisme, au sens de la Loi sur la transparence et l'éthique en matière de lobbyisme (Chapitre T-11.011) et des avis émis par le Commissaire au lobbyisme*, préalablement à cette déclaration relativement à la présente attribution du contrat;

que des activités de lobbyisme, au sens de la Loi sur la transparence et l'éthique en matière de lobbyisme et des avis émis par le Commissaire au lobbyisme*, ont été exercées pour son compte et qu'elles l'ont été en conformité avec cette loi, avec ces avis ainsi qu'avec le Code de déontologie des lobbyistes* préalablement à cette déclaration relativement à la présente attribution du contrat (Chapitre T-11.011, r.2);

4. Je reconnais que, si le MERN a des motifs raisonnables de croire que des communications d'influence non conformes à la Loi sur la transparence et l'éthique en matière de lobbyisme et au Code de déontologie des lobbyistes* ont eu lieu pour obtenir le contrat, une copie de la présente déclaration pourra être transmise au Commissaire au lobbyisme par le MERN.

Et j'ai signé, _ 53-54 _____ 12 Août 2022
Signature de la personne autorisée Date

La Loi, le Code et les avis émis par le Commissaire au lobbyisme sont disponibles à cette adresse :
www.commissairelobby.qc.ca