

**Analyse d'impact réglementaire du
règlement d'application de la Loi visant
l'augmentation du nombre de véhicules
automobiles zéro émission au Québec afin
de réduire les émissions de gaz à effet de
serre et autres polluants**

Décembre 2017

Coordination et rédaction

Cette publication a été réalisée par la Direction des dossiers horizontaux et des études économiques du ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques, avec la collaboration de la Direction générale de l'expertise climatique et des partenariats.

Renseignements

Pour tout renseignement, vous pouvez communiquer avec le Centre d'information du Ministère.

Téléphone : 418 521-3830
1 800 561-1616 (sans frais)

Télécopieur : 418 646-5974
Courriel : info@mddelcc.gouv.qc.ca
Internet : www.mddelcc.gouv.qc.ca

Pour obtenir un exemplaire du document

Visitez notre site Web : <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca>

Référence à citer

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

Analyse d'impact réglementaire du règlement d'application de la Loi visant l'augmentation du nombre de véhicules automobiles zéro émission au Québec afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants.

2017, 57 p. [En ligne].

<http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/vze/AIR-reglement201712.pdf>

Dépôt légal – 2017

Bibliothèque et Archives nationales du Québec
978-2-550-80251-8 (PDF)

Tous droits réservés pour tous les pays.

© Gouvernement du Québec, 2017

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|---|-------------|
| Préface | vii |
| Sommaire | viii |
| 1. Définition du problème | 1 |
| 2. Modifications apportées | 1 |
| 3. Évaluation des impacts | 5 |
| 3.1 Description des secteurs touchés | 5 |
| 3.2 Véhicules considérés, horizon temporel et scénarios | 8 |
| 3.3 Estimation des ventes de VZE et de VFE | 9 |
| 3.4 Avantages des modifications | 14 |
| 3.4.1 Consommateurs | 14 |
| 3.4.2 Entreprises | 17 |
| 3.4.3 Gouvernement du Québec | 20 |
| 3.4.4 Environnement | 21 |
| 3.4.5 Synthèse des avantages | 27 |
| 3.5 Coûts des modifications | 28 |
| 3.5.1 Consommateurs | 28 |
| 3.5.2 Entreprises | 31 |
| 3.5.3 Gouvernement du Québec | 33 |
| 3.5.4 Synthèse des coûts | 35 |
| 3.6 Synthèse des impacts | 36 |
| 3.7 Sensibilité des impacts | 41 |
| 4. Adaptation des exigences aux petites et moyennes entreprises | 41 |
| 5. Compétitivité des exigences et impacts sur le commerce avec les partenaires économiques du Québec | 42 |
| 6. Conclusion | 42 |
| 7. Références bibliographiques | 44 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|--------------|--|----|
| Tableau 1 : | Pourcentages de crédits exigés | 3 |
| Tableau 2 : | Calcul du nombre de crédits pour un véhicule neuf | 4 |
| Tableau 3 : | Constructeurs automobiles assujettis au règlement | 6 |
| Tableau 4 : | Comparaison des scénarios | 9 |
| Tableau 5 : | Estimation des ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis au Québec | 11 |
| Tableau 6 : | Part des VHR et des VEE dans les ventes de VZE des constructeurs assujettis | 12 |
| Tableau 7 : | Ventes de VZE et de VFE attribuées au règlement | 13 |
| Tableau 8 : | Économies annuelles d'essence d'un VHR et d'un VEE (en litres) | 15 |
| Tableau 9 : | Économies annuelles d'essence d'un VEE et d'un VHR modèle 2018 pendant leur durée de vie | 16 |
| Tableau 10 : | Économies de changement d'huile d'un VEE et d'un VHR modèle 2018 | 17 |
| Tableau 11 : | Augmentation du profit des commerçants et des installateurs de bornes de recharge résidentielles | 18 |
| Tableau 12 : | Augmentation du profit des commerçants et des installateurs de bornes de recharge publiques | 19 |
| Tableau 13 : | Consommation annuelle d'électricité d'un VZE | 21 |
| Tableau 14 : | Émissions de GES évitées par le règlement | 22 |
| Tableau 15 : | Émissions de NOx et de GONM évitées par un VHR ou un VEE | 24 |
| Tableau 16 : | Émissions de MP évitées par un VHR ou un VEE | 25 |
| Tableau 17 : | Émissions de SO ₂ évitées par un VHR et un VEE | 26 |
| Tableau 18 : | Avantages associés au règlement (en M\$, actualisés à 2017) | 28 |

| | |
|--|-----------|
| Tableau 19 : Coût d'achat supplémentaire des VHR et des VEE avant rabais | 30 |
| Tableau 20 : Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE après rabais (en M\$, actualisés à 2017) | 31 |
| Tableau 21 : Diminution du profit des concessionnaires et des garages en raison de la baisse des changements d'huile, par VHR et VEE | 32 |
| Tableau 22 : Diminution du profit des stations-service et des raffineries pendant la durée de vie d'un VHR ou d'un VEE modèle 2018 | 33 |
| Tableau 23 : Diminution des recettes issues des taxes provinciales sur l'essence pendant la durée de vie d'un VHR ou d'un VEE modèle 2018 | 34 |
| Tableau 24 : Diminution des revenus de la TVQ issus des changements d'huile, par VHR ou VEE | 35 |
| Tableau 25 : Coûts associés au règlement (en M\$, actualisés à 2017) | 36 |
| Tableau 26 : Ratios avantages/coûts du règlement, par année modèle | 37 |
| Tableau 27 : Avantages et coûts du règlement pour l'année modèle 2019 | 39 |
| Tableau 28 : Avantages et coûts du règlement pour l'année modèle 2025 | 40 |
| Tableau 29 : Principales variables influençant le bilan des avantages et des coûts du règlement | 41 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|-----------|
| Figure 1 : Ventes de véhicules légers au Québec de 1998 à 2015 et estimations jusqu'en 2025 | 9 |
| Figure 2 : Estimation des ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis au Québec | 11 |
| Figure 3 : Nombre de VZE et de VFE en circulation | 14 |

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES ACRONYMES ET DES SIGLES

| | |
|-----------------------|--|
| CCAQ | Corporation des concessionnaires d'automobiles du Québec |
| CO | Monoxyde de carbone |
| EPA | Environmental Protection Agency |
| ETC | Équivalent temps complet |
| GES | Gaz à effet de serre |
| GIEC | Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat |
| GONM | Gaz organique non méthanique |
| MDDELCC | Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques |
| MERN | Ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles |
| NO _x | Oxydes d'azote |
| MP | Matières particulaires |
| SAAQ | Société de l'assurance automobile du Québec |
| SO ₂ | Dioxyde de soufre |
| t éq. CO ₂ | Tonne métrique d'équivalents en dioxyde de carbone |
| TPS | Taxe sur les produits et services |
| TVQ | Taxe de vente du Québec |
| VAN | Valeur actualisée nette |
| VAP | Véhicule automobile avec prolongateur d'autonomie |
| VH | Véhicule avec moteur à combustion utilisant l'hydrogène |
| VEE | Véhicule entièrement électrique |
| VFE | Véhicule à faibles émissions |
| VZE | Véhicule zéro émission |
| VHR | Véhicule hybride rechargeable |
| VPC | Véhicule à pile à combustible |

PRÉFACE

La Politique gouvernementale sur l'allégement réglementaire et administratif, adoptée par décret (décret 32-2014), s'inscrit dans le cadre des actions du gouvernement visant à réduire le fardeau réglementaire et administratif des entreprises. Cette politique s'applique à l'ensemble des ministères et organismes publics. Ainsi, tous les projets de loi et de règlement, énoncés de politique et plans d'action qui sont soumis au Conseil exécutif et qui sont susceptibles de conduire à des obligations réglementaires doivent faire l'objet d'une analyse d'impact réglementaire. Celle-ci doit être conforme aux exigences de la politique et rendue accessible sur le site Web des ministères ou organismes concernés.

NOTES :

- 1) Pour plus d'exactitude, les résultats des tableaux sont obtenus à partir de données non arrondies. La somme des éléments peut ainsi ne pas correspondre au total.
- 2) Cette analyse d'impact réglementaire est une mise à jour de celle de juillet 2017 portant sur le projet de règlement d'application de la Loi visant l'augmentation du nombre de véhicules automobiles zéro émission au Québec afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre et autres polluants (loi VZE). Le projet de règlement est paru pour prépublication à la *Gazette officielle du Québec* le 5 juillet 2017 pour une période de consultation de 45 jours. À la suite de cette consultation, plusieurs modifications ont été apportées dont les pourcentages de crédits exigés pour les années modèles 2018, 2019 et 2020. Cette modification change les impacts chiffrés de l'analyse d'impact réglementaire de juillet 2017 sans pour autant modifier les conclusions.

SOMMAIRE

Contexte

Le gouvernement du Québec mène plusieurs actions visant à atteindre l'objectif d'immatriculation de 100 000 véhicules électriques d'ici 2020. En effet, au cours des dernières années, le gouvernement du Québec a agi sur plusieurs fronts afin d'augmenter le nombre de véhicules électriques au Québec, notamment :

- En améliorant le réseau de bornes de recharge;
- En facilitant l'acquisition des véhicules électriques avec le programme Roulez vert;
- En favorisant une augmentation de l'offre de véhicules électriques, par l'adoption, le 26 octobre 2016, de la loi VZE.

Cette loi vise à favoriser l'accessibilité aux véhicules zéro émission (VZE) et aux véhicules à faibles émissions (VFE) en atténuant certains irritants pour les consommateurs québécois, tels qu'un temps d'attente trop important pour la livraison d'un tel véhicule, un choix limité comparativement aux marchés d'autres États américains ou encore les difficultés rencontrées pour faire des essais routiers de certains modèles de VZE et de VFE. Suite à son adoption, un règlement d'application est maintenant proposé pour édicter.

Méthodologie

La présente étude estime les avantages et les coûts du règlement pour l'environnement, le gouvernement du Québec, les consommateurs et chacun des secteurs économiques touchés par le règlement, à savoir les constructeurs automobiles, les garages, les stations-service, les fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge, les propriétaires de bornes de recharge publiques et les fabricants de composantes de véhicules électriques. Pour ce faire, l'étude mesure les impacts économiques des VZE et VFE des années modèles 2018 à 2025 vendus au Québec sur toute la durée de vie des véhicules, soit douze ans.

Avantages

Le règlement est une des actions du gouvernement du Québec pour l'atteinte de l'objectif d'immatriculation de 100 000 véhicules électriques d'ici 2020. En effet, il a des effets positifs pour plusieurs acteurs, dont les consommateurs, le gouvernement du Québec et les fabricants de bornes de recharge, de même qu'en matière de santé et de qualité de l'environnement. Ainsi, la norme VZE devrait permettre aux consommateurs de bénéficier d'une plus grande offre de VZE et de VFE sur les planchers de vente, de modèles diversifiés et d'un meilleur service chez les concessionnaires.

L'avantage net pour le gouvernement du Québec s'élève à 7,4 M\$ pour l'année modèle 2019 et sur l'ensemble de la durée de vie des véhicules. Il provient des revenus supplémentaires des ventes d'électricité (27,5 M\$) et de la taxe de vente du Québec (TVQ) sur l'incrément du prix d'achat des VZE et des VFE (9,0 M\$), auxquels est soustraite la baisse de revenus issus des taxes provinciales sur l'essence (28,6 M\$) et de la TVQ sur les changements d'huile (0,5 M\$).

Le déploiement de la filière de l'électrification pour les véhicules légers favorise les changements de comportement en matière de transport, ce qui est nécessaire, à moyen et à long terme, pour la qualité de l'air et la qualité de vie des citoyens. La diminution de certains polluants atmosphériques comme les oxydes d'azote (NOx), le gaz organique non méthanique (GONM), les matières particulaires (MP) et le dioxyde de soufre (SO₂) évite des dommages liés à la santé estimés à 0,1 M\$ pour l'année modèle 2019. Dans le cas des gaz à effet de serre (GES), les dommages évités sont estimés à 9,3 M\$ pour la même année modèle.

De plus, le règlement fait augmenter les ventes et les installations de bornes de recharge résidentielles et publiques en raison de l'augmentation du nombre de VZE et de VFE en circulation. L'augmentation des profits de ce nouveau secteur économique est estimée à 2,5 M\$ en 2019.

Coûts

Le règlement présente toutefois des inconvénients pour d'autres acteurs économiques comme les constructeurs automobiles, les raffineurs, les stations-service, les garages et les concessionnaires. Le coût net s'élèverait à 43,3 M\$ pour les véhicules de l'année modèle 2019 si les constructeurs automobiles décident d'accorder des rabais aux consommateurs afin d'encourager la vente de véhicules électriques pour atteindre leurs exigences. Pour les stations-service et les raffineries, la diminution des profits, en raison de la baisse des ventes d'essence, s'élèverait à 12,5 M\$ pour la même année modèle. Finalement, les garages et les concessionnaires verraient aussi une légère réduction de leurs profits (0,7 M\$) en raison de la baisse du nombre de changements d'huile.

Conclusion

Le règlement est une des actions du gouvernement du Québec pour l'atteinte de l'objectif d'immatriculation de 100 000 véhicules électriques d'ici 2020. Il vise à stimuler les ventes de VZE et de VFE dans l'ensemble de l'offre de véhicules automobiles au Québec. Il est estimé que 42 686 VZE et VFE seront en circulation en 2019. Leur nombre continuera d'augmenter pour atteindre 137 202 en 2022 et 325 351 en 2026.

Le règlement génère légèrement plus de coûts que d'avantages pour les années modèles 2019 à 2025. Les ratios avantages/coûts varient ainsi entre 0,83 pour les modèles 2019 et 0,94 pour les modèles 2025 et s'améliorent dans le temps. Pour les années modèles 2026 et suivantes, les avantages pourraient dépasser les coûts en raison de la diminution potentielle des coûts des batteries et de l'augmentation des prix de l'essence.

1. DÉFINITION DU PROBLÈME

La lutte contre les changements climatiques est une priorité pour le gouvernement du Québec, qui a adopté des objectifs ambitieux de réduction d'émissions de GES pour 2020 et 2030. Pour y arriver, il a mis en place plusieurs mesures, dont le marché du carbone et le Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques. Le Québec s'est donné une multitude d'outils complémentaires afin de poursuivre sa transition vers une économie moderne et plus sobre en carbone, dont le Plan d'action en électrification des transports 2015-2020, la Politique énergétique 2030 et la Stratégie gouvernementale de développement durable 2015-2020.

Le transport étant responsable de 43 % des émissions de GES du Québec, plusieurs mesures visent à réduire les émissions dans ce secteur. Au cours des dernières années, le gouvernement du Québec a agi sur plusieurs fronts à la fois afin d'augmenter le nombre de VZE et de VFE au Québec, notamment :

- En améliorant le réseau de bornes de recharge;
- En facilitant l'acquisition des véhicules électriques avec le programme Roulez vert;
- En favorisant une augmentation de l'offre de VZE et de VFE, par l'adoption, le 26 octobre 2016, de la loi VZE.

La loi VZE vise à favoriser l'accessibilité aux VZE et VFE en atténuant certains irritants pour les consommateurs québécois, tels qu'un temps d'attente trop important pour la livraison d'un tel véhicule, un choix limité comparativement aux marchés d'autres États américains ou encore les difficultés rencontrées pour faire des essais routiers de certains modèles.

Avec le règlement d'application de la loi VZE, l'ensemble des actions menées par le gouvernement du Québec vise à atteindre l'objectif d'immatriculation de 100 000 véhicules électriques d'ici 2020.

2. MODIFICATIONS APPORTÉES

Suite à l'adoption de la loi VZE, le MDDELCC propose son règlement d'application (ci-après règlement). Si la loi VZE exige, à l'instar de la Californie, la vente ou la location (ci-après vente) d'un minimum de VZE et de VFE par l'entremise d'un système de crédits échangeables, le règlement établit ses paramètres d'application.

La plupart des paramètres suivent ceux de la Californie, hormis pour les pourcentages de crédits exigés les deux premières années et le territoire de circulation des crédits. De plus, la norme québécoise accorde des crédits aux véhicules remis en état et limite l'usage des crédits accumulés entre deux périodes de conformité.

Les véhicules visés sont les VZE, les VFE et les véhicules à basse vitesse. Les véhicules entièrement électriques (VEE) et les véhicules à pile à combustible (VPC) font partie de la catégorie des VZE, tandis que les véhicules hybrides rechargeables (VHR), les véhicules automobiles avec prolongateur d'autonomie (VAP) et les véhicules avec moteur à combustion utilisant l'hydrogène (VH) sont considérés comme des VFE. Les véhicules à basse vitesse sont des VZE dont la vitesse est limitée à 40 km/h et dont l'autonomie est d'au moins 40 km. Ils forment une catégorie à part en raison du nombre différent de crédits qui leur sont accordés, de la limite maximale de crédits qui peuvent être obtenus de leur vente et du fait que les crédits qu'ils permettent d'accumuler ne permettent pas de remplir les obligations de crédits VZE pour les grands constructeurs. À noter que les crédits liés aux VAP, calculés comme des crédits zéro émission, sont également accompagnés de restrictions d'utilisation pour les grands constructeurs.

Constructeurs automobiles assujettis

La loi VZE vise les constructeurs qui vendent annuellement au Québec plus de 4 500 véhicules. Selon le règlement, les exigences de vente varient en fonction de la taille des constructeurs. Ceux qui vendent entre 4 501 et 20 000 véhicules par année sont considérés comme des constructeurs de taille moyenne (ci-après « constructeurs moyens ») et ceux qui vendent plus de 20 000 véhicules par année, comme des constructeurs de grande taille (ci-après « grands constructeurs »)¹.

Les ventes annuelles de certains constructeurs doivent être agrégées avant de déterminer s'il s'agit de constructeurs moyens ou de grands constructeurs. L'agrégation des ventes a lieu dans les situations suivantes :

- Un constructeur appartient à 33 % ou plus à un autre constructeur;
- Deux ou plusieurs constructeurs appartiennent à 33 % ou plus à un tiers.

Le système de crédits

À partir de l'année modèle 2018, le règlement exige à chaque constructeur assujetti de détenir un nombre de crédits proportionnel à ses ventes de véhicules légers². Les constructeurs peuvent obtenir le nombre de crédits exigés soit en vendant des véhicules, soit en achetant des crédits des autres constructeurs (assujettis ou non). Plus l'autonomie des VZE et des VFE vendus est élevée, plus le nombre de crédits obtenus augmente. Sous certaines conditions, les VZE et les VFE remis en état et immatriculés pour la première fois au Québec sont également admissibles aux crédits, mais les constructeurs reçoivent moins de crédits que pour leurs équivalents neufs. De plus, les années modèles 2014 à 2017 (neuf ou remis en état) génèrent des crédits bonus qui peuvent être utilisés pour couvrir les exigences des années modèles 2018 et subséquentes.

Le nombre de crédits exigés se calcule en appliquant les pourcentages fixés par le règlement aux ventes de véhicules légers de chaque constructeur assujetti. Les pourcentages sont identiques à ceux de la Californie pour les années modèles 2020 et subséquentes. Pour l'année modèle 2018, le pourcentage est celui des autres États américains ayant une norme VZE (Connecticut, Maine, Maryland, Massachusetts, New Jersey, New York, Oregon, Rhode Island et Vermont) et il n'y a pas de minimum de VZE exigé aux grands constructeurs. Pour l'année modèle 2019, le pourcentage est une moyenne de celui de la Californie et celui des autres États américains et il n'y a pas de minimum de VZE exigé aux grands constructeurs.

Les pourcentages de crédits augmentent progressivement de 2018 à 2025 et restent au niveau de 2025 par la suite. Ils s'élèvent à 3,5 % pour l'année modèle 2018, à 9,5 % pour 2020 et à 22 % pour 2025 et les années suivantes. Tandis que les constructeurs moyens ont le libre choix entre les catégories de véhicules visés, les grands constructeurs sont obligés de vendre un minimum de VZE. Le tableau 1 présente les pourcentages de crédits pour chaque année modèle.

¹ Le nombre de véhicules permettant d'établir ces catégories est celui utilisé dans l'ensemble des États américains ayant adopté une norme VZE.

² Le pourcentage s'applique à la moyenne des ventes des trois années modèles précédant l'année modèle d'avant celle visée. Par exemple, pour l'année modèle 2018, il s'agit de la moyenne des ventes des années modèles 2014 à 2016.

Tableau 1 : Pourcentages de crédits exigés

| Année modèle | Constructeurs moyens | Grands constructeurs | |
|---------------|----------------------|----------------------------|--------|
| | | Minimum VZE ⁽¹⁾ | Total |
| 2018 | 3,5 % | 0,0 % | 3,5 % |
| 2019 | 6,5 % | 0,0 % | 6,5 % |
| 2020 | 9,5 % | 6,0 % | 9,5 % |
| 2021 | 12,0 % | 8,0 % | 12,0 % |
| 2022 | 14,5 % | 10,0 % | 14,5 % |
| 2023 | 17,0 % | 12,0 % | 17,0 % |
| 2024 | 19,5 % | 14,0 % | 19,5 % |
| 2025 et après | 22,0 % | 16,0 % | 22,0 % |

(1) Les VAP permettent d'accumuler maximum 50 % des crédits VZE requis d'un grand constructeur.

Nombre de crédits par VZE ou VFE

Chaque véhicule admissible reçoit un nombre de crédits qui varie selon l'état du véhicule, neuf ou remis en état, et sa catégorie, VZE, VFE ou véhicule à basse vitesse. Ainsi, les véhicules remis en état reçoivent entre 50 % et 80 % des crédits accordés au même véhicule neuf, selon le kilométrage du véhicule. Dans le cas des véhicules neufs, le nombre de crédits augmente avec l'autonomie électrique³ du véhicule dans le cas des VZE et des VFE et s'élève à 0,15 crédit pour les véhicules à basse vitesse.

Les VZE et les VFE neufs reçoivent des crédits selon les formules présentées au tableau 2. Ces formules s'appliquent tant aux modèles 2014 à 2017 qu'aux modèles 2018 et subséquents. Une autonomie électrique minimale est exigée pour l'admissibilité du véhicule aux crédits. Il s'agit de 80,47 km pour les VZE et de 16 km pour les VFE. Le nombre de crédits demeure constant lorsque l'autonomie dépasse 563 km pour les VZE et 129 km pour les VFE.

Un VZE neuf peut obtenir entre 1 et 4 crédits, 1 crédit étant attribué aux véhicules qui ont une autonomie minimale de 80,47 km et 4 crédits à ceux dont l'autonomie est égale ou supérieure à 563 km. Un VFE neuf peut obtenir entre 0,4 et 1,3 crédit, 0,4 crédit étant attribué aux véhicules qui ont une autonomie électrique minimale de 16 km et 1,3 crédit à ceux dont l'autonomie électrique est égale ou supérieure à 129 km et qui bénéficient, en plus, du bonus de 0,2 crédit accordé aux VFE qui parcourent au moins 16 km en mode entièrement électrique selon un test utilisant des accélérations et des vitesses élevées (test US06).

³ L'autonomie électrique du véhicule est la distance parcourue sur une seule charge de la batterie ou sans le moteur à combustion interne dans le cas des VFE, évaluée selon les méthodes reconnues en Californie et basée principalement sur la méthode *light duty urban dynamometer driving schedule* de l'Environmental Protection Agency (EPA).

Tableau 2 : Calcul du nombre de crédits pour un véhicule neuf

| Autonomie électrique ⁽¹⁾ | Crédit |
|-------------------------------------|--|
| VZE | |
| < 80,47 km | 0 |
| De 80,47 km à 563 km | $0,01 * \text{Autonomie électrique} * 0,6214 + 0,5$ |
| > 563 km | 4 |
| VFE | |
| < 16 km | 0 |
| De 16 km à 129 km | $0,01 * \text{Autonomie électrique} * 0,6214 + 0,3$ Un bonus de 0,2 crédit est accordé aux VHR qui ont une autonomie électrique minimale de 16 km selon le test US06. |
| > 129 km | 1,1 Un bonus de 0,2 crédit est accordé aux VHR qui ont une autonomie électrique minimale de 16 km selon le test US06. |
| Véhicules à basse vitesse | |
| ≥ 40 km | 0,15 |

(1) L'autonomie électrique du véhicule est la distance parcourue sur une seule charge de la batterie ou sans le moteur à combustion interne dans le cas des VFE, évaluée selon la méthode *light duty urban dynamometer driving schedule* de l'Environmental Protection Agency (EPA).

Circulation des crédits

Les crédits peuvent être échangés entre les constructeurs et peuvent aussi être cumulés par le même constructeur pour une utilisation ultérieure. L'échange et l'utilisation ultérieure des crédits sont permis seulement à l'intérieur du Québec. Par exemple, un crédit obtenu au Québec ne peut être utilisé pour couvrir des exigences en Californie et vice versa.

Les constructeurs automobiles peuvent acheter des crédits non seulement aux autres constructeurs assujettis au règlement, mais également aux constructeurs non assujettis, c'est-à-dire à ceux qui vendent moins de 4 500 véhicules par année. Ces derniers ne sont pas obligés de vendre les véhicules visés, mais s'ils le font, ils peuvent obtenir des crédits selon les mêmes règles que les constructeurs assujettis.

Roulez vert

Dans le but de favoriser la transition vers une économie sobre en carbone et l'atteinte des objectifs que le gouvernement s'est donnés en matière d'électrification des transports, le Plan économique du Québec de mars 2017 prévoit des mesures visant à :

- Permettre un rabais pouvant aller jusqu'à 8 000 \$ lors de l'acquisition d'un véhicule électrique par l'entremise du programme Roulez vert;
- Permettre l'acquisition de près de 10 000 véhicules électriques neufs supplémentaires d'ici le 30 juin 2018;
- Mettre en œuvre un projet pilote pour encourager l'acquisition de véhicules d'occasion entièrement électriques.

Avec des investissements de 68,8 M\$ pour faire évoluer le programme Roulez vert, la loi VZE et son règlement d'application s'ajoutent aux autres actions du gouvernement du Québec visant l'atteinte de l'objectif d'immatriculation de 100 000 véhicules électriques d'ici 2020.

Programme Roulez vert

Le programme Roulez vert vise à encourager l'achat de véhicules électriques au Québec. Il est composé de deux volets : Roulez électrique et Branché au travail.

Volet Roulez électrique

Depuis le 1^{er} janvier 2012, le volet Roulez électrique offre la possibilité de réduire le coût d'acquisition d'un VEE ou d'un VHR, ainsi que le coût relié à l'achat et à l'installation d'une borne de recharge à domicile, au moyen de rabais applicables au moment de leur acquisition. Actuellement, le rabais à l'achat du volet Roulez électrique est modulé selon la capacité de la batterie.

Volet Branché au travail

En vigueur depuis le 17 décembre 2013, le volet Branché au travail offre une aide financière aux entreprises pour l'acquisition et l'installation de bornes de recharge en milieu de travail, facilitant ainsi l'utilisation d'un VHR ou d'un VEE par les employés et les employeurs.

3. ÉVALUATION DES IMPACTS

3.1 Description des secteurs touchés

Les secteurs touchés par le règlement sont les suivants :

- Constructeurs automobiles;
- Concessionnaires;
- Garages;
- Stations-service;
- Fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge;
- Propriétaires de bornes de recharge publiques;
- Fabricants de composantes de véhicules électriques.

Constructeurs automobiles

Le règlement assujettit quatorze constructeurs automobiles. Parmi ceux-ci, dix sont des grands constructeurs et quatre, des constructeurs moyens (tableau 3). Sur la période de 2013 à 2015, les grands constructeurs occupaient 90 % du marché québécois de véhicules légers neufs, tandis que les constructeurs moyens représentaient 9 % de ce marché⁴. Les petits constructeurs automobiles ne sont pas assujettis au règlement. Par ailleurs, aucun constructeur assujetti n'a d'usine de production au Québec.

⁴ Selon les ventes publiées par DesRosiers Automotive Consultants Inc., 2016.

Les constructeurs non assujettis peuvent obtenir des crédits pour les ventes de véhicules visés et les vendre aux constructeurs assujettis, comme Tesla Motors le fait aux États-Unis. D'éventuels constructeurs québécois pourraient également en profiter.

Tableau 3 : Constructeurs automobiles assujettis au règlement⁽¹⁾

| Grands constructeurs | Constructeurs moyens | Constructeurs non assujettis |
|--|---|------------------------------|
| Fiat Chrysler Automobiles (FCA) | BMW (incluant Mini) | Jaguar Land Rover |
| Ford | Daimler (Mercedes-Benz et Smart) | Volvo |
| General Motors | Mitsubishi | Tesla |
| Honda (incluant Acura) | Subaru | Ferrari, etc. |
| Hyundai | | |
| Kia | | |
| Mazda | | |
| Nissan (incluant Infiniti) | | |
| Toyota (incluant Lexus et Scion) | | |
| Volkswagen (incluant Audi et Porsche) | | |

(1) Il est à noter que la liste des constructeurs assujettis est à titre indicatif puisqu'elle est établie sur la base des ventes moyennes de 2013 à 2015.

Concessionnaires

Les concessionnaires qui vendent des véhicules légers ne sont pas assujettis au règlement, mais peuvent être indirectement touchés par celui-ci. Par exemple, certains feront le choix d'investir dans les équipements, la formation et la promotion nécessaires pour être un concessionnaire autorisé de véhicules électriques.

Il y a près de 900 concessionnaires de véhicules légers ou de camions lourds au Québec, dont 820 sont membres de la Corporation des concessionnaires d'automobiles du Québec (CCAQ, 2016). Les concessionnaires sont tous de petites ou moyennes entreprises (PME⁵) comptant une moyenne de 42 employés (CCAQ, 2016).

⁵ Les définitions d'une PME sont différentes selon l'organisme concerné et le secteur d'activité. Dans la présente étude, une PME est une entreprise ayant moins de 250 employés.

Garages

Les garages sont également touchés par le règlement en raison de la diminution de la demande d'entretien de véhicules. Selon Industrie Canada (2017a), il y avait 6 885 établissements⁶ de réparation et d'entretien mécaniques et électriques de véhicules automobiles au Québec en 2015, la quasi-totalité (6 884) étant des PME de moins de 100 employés. Un seul établissement se classait dans la catégorie 100 à 499 employés.

Stations-service et raffineries

Les stations-service et les raffineries sont touchées par le règlement à cause de la diminution de la demande d'essence. Il y a présentement deux raffineries au Québec. Selon Industrie Canada (2017b), il y avait 2 837 stations-service au Québec en 2015, la quasi-totalité étant des PME de moins de 100 employés. Seulement cinq établissements se classaient dans la catégorie 100 à 499 employés et un dans la catégorie 500 employés et plus.

Fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge

Le règlement favorise de façon indirecte le développement du secteur des produits et services destinés aux véhicules électriques, notamment celui de la fabrication, de la commercialisation et de l'installation des bornes de recharge. Une augmentation du nombre de VZE et de VFE sur les routes du Québec va de pair avec un vaste réseau de recharge.

Actuellement, plusieurs PME québécoises comme Elmec, Bectrol, Astria et AddÉnergie produisent des bornes de recharge ou des composantes de bornes de recharge pour des véhicules électriques. AddÉnergie est le fournisseur du réseau de recharge publique Circuit électrique. Des bornes de recharge importées sont également commercialisées au Québec par des entreprises comme Home Dépôt et Canadian Tire, ainsi que par des électriciens-installateurs.

Par ailleurs, les bornes de recharge, qu'elles soient de type résidentiel ou public, nécessitent des connexions électriques et doivent être installées par des maîtres-électriciens. Le règlement crée un marché additionnel pour les entreprises et les travailleurs spécialisés dans le domaine de l'électricité.

Propriétaires de bornes de recharge publiques

L'arrivée des véhicules électriques au Québec a créé une nouvelle activité commerciale, soit celle de la recharge électrique. Dans le cadre du « Circuit électrique » mis en place par Hydro-Québec, près de 200 entreprises, institutions et municipalités offrent aujourd'hui la possibilité aux automobilistes de recharger leur VEE ou VHR à une borne de recharge publique. Le modèle d'affaires dépend du type de borne de recharge utilisé. Dans le cas de bornes de niveau 2 (240 volts), le propriétaire doit assumer l'ensemble des coûts d'achat et d'installation des bornes, mais profite à 100 % des revenus qu'il en tire. Dans le cas des bornes de recharge rapide à courant continu (400 volts), Hydro-Québec paie 50 % des coûts de l'appareil et de son installation, mais perçoit également 50 % des profits engendrés par les recharges.

⁶ Selon Industrie Canada, « l'établissement, en tant qu'unité statistique, est l'unité de production la plus homogène pour laquelle la firme tient des documents comptables desquels peuvent être tirées des données sur la valeur brute de la production (ventes totales ou expéditions, et stocks), le coût des matières premières et des services ainsi que la main-d'œuvre et le capital utilisés dans la production. En général, l'établissement correspond à une division, à une usine ou à une manufacture. Toutefois, l'établissement peut comprendre plus d'une installation si les dossiers comptables ne permettent pas de produire des rapports distincts pour chacune d'elles. Un établissement peut aussi comprendre des unités auxiliaires ou des unités de soutien, telles que des bureaux de ventes ou des entrepôts ». Source : site Internet d'Industrie Canada (https://www.ic.gc.ca/eic/site/cis-sic.nsf/fra/h_00005.html).

Fabricants de composantes de véhicules électriques

Le règlement favorise indirectement les PME québécoises qui produisent actuellement des composantes utilisées dans la fabrication de véhicules électriques. Notamment, la compagnie TM4 conçoit et commercialise des moteurs électriques et des systèmes de contrôle, Verbon fabrique des pièces de carrosserie en aluminium thermoformé et Industrie Spectra Premium, des réservoirs pour VHR. De plus, Solutions Bleues Canada fabrique des batteries et Johnson Matthey et Nemaska Lithium produisent les matériaux nécessaires à la conception de ces dernières.

3.2 Véhicules considérés, horizon temporel et scénarios

Véhicules considérés dans cette étude

Parmi les véhicules visés par le règlement, soit les VZE, les VFE et les véhicules à basse vitesse, la présente étude retient uniquement les VZE et les VFE, parce que les ventes de véhicules à basse vitesse sont négligeables. De plus, les véhicules à hydrogène (VPC et VH) sont également exclus de l'étude puisque ce marché n'est pas encore développé au Québec. Par conséquent, l'étude considère uniquement les VEE dans la catégorie des VZE et les VHR dans la catégorie des VFE.

Horizon temporel

L'étude mesure les impacts des années modèles 2018 à 2025 sur toute la durée de vie des véhicules. Sachant que la durée de vie moyenne d'un véhicule léger est d'environ 12 ans au Québec⁷, l'étude suppose que les VZE et les VFE suivent la même tendance.

Scénarios

Les impacts du règlement sont estimés par rapport au scénario de base, c'est-à-dire la situation où le règlement n'est pas adopté. L'élément principal qui distingue le scénario de base du scénario du règlement est l'évolution des ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis. Dans le scénario de base, les ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis représentent 2 % des ventes de véhicules légers en 2025⁸, tandis que dans le scénario du règlement ils s'élèvent à 10 % pour la même année⁹. Le tableau 4 présente les différences entre les deux scénarios.

Les ventes totales de véhicules légers au Québec sont considérées comme étant identiques dans les deux scénarios puisque le règlement influence seulement la part des VZE et des VFE dans l'ensemble des ventes. L'estimation des ventes de véhicules légers au Québec de 2016 à 2025 découle de l'hypothèse que le rythme historique de croissance des ventes de véhicules légers se poursuit. Elles augmentent au taux de croissance annuel moyen de 1,3 %, le même que celui des ventes de 1998 à 2015 (selon les données de DesRosiers Automotive Consultants Inc. 2003 à 2016).

⁷ La durée de vie moyenne d'un véhicule léger au Québec est estimée à 12,3 ans par le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles (MERN). Cette estimation se base sur le nombre de véhicules légers en circulation de 2006 à 2011, selon l'âge. Les données proviennent de la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ).

⁸ Le 2 % de ventes de VZE et de VFE dans les ventes de véhicules légers est issu de l'étude d'impact réalisée par Environnement Canada pour le Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers. C'est une estimation du pourcentage de VZE et de VFE vendus au Canada suite à l'adoption de ce règlement. Compte tenu de la façon dont l'estimation a été réalisée, il est probable que le résultat aurait été similaire pour le Québec (communication avec la Direction générale de l'intendance environnementale, Environnement et Changement climatique Canada).

⁹ Ce pourcentage est inférieur à celui de l'analyse avantages-coûts de juin 2016 (MDDELCC, 2016a), qui s'élevait à 15 %, en raison des autonomies futures plus élevées et des crédits bonus des modèles 2014 à 2017 qui n'avaient pas été considérés.

Tableau 4 : Comparaison des scénarios

| | Scénario de base | Scénario du règlement |
|--|---------------------------------|-----------------------|
| Part des VZE dans les ventes totales de véhicules légers | 2 % en 2025 | 10 % en 2025 |
| Ventes totales de véhicules légers | Augmentation de 1,3 % par année | |

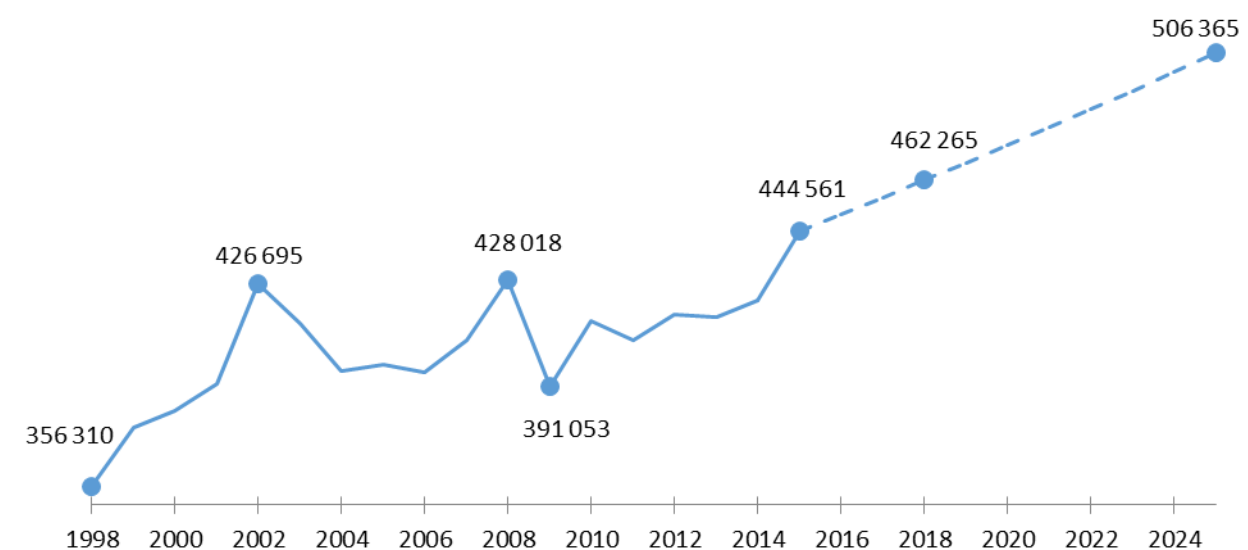
3.3 Estimation des ventes de VZE et de VFE

Pour estimer les coûts et les avantages du règlement, il faut d'abord estimer l'augmentation des ventes de VZE et de VFE découlant de son adoption. Cette augmentation se calcule comme la différence entre les ventes du scénario du règlement et celles du scénario de base. Par ailleurs, malgré la présentation des ventes de VZE et de VFE par année modèle, comme exigée par le règlement, leur estimation est basée sur des données par année civile en raison de la disponibilité de l'information. Il s'agit d'une approximation relativement proche de la réalité puisque la majorité des VZE et des VFE d'une année modèle se vendent la même année civile.

Ventes de véhicules légers au Québec

Comme mentionné dans le chapitre 3.2, « Véhicules considérés, horizon temporel et scénarios », les estimations des ventes de véhicules légers au Québec supposent que le taux de croissance annuel moyen des ventes de véhicules légers sera de 1,3 %, comme celui de la période de 1998 à 2015. La figure 1 présente l'historique des ventes de véhicules légers au Québec pour cette période et les estimations de 2016 à 2025. Ainsi, les ventes de véhicules légers au Québec sont estimées à 462 265 en 2018 et à 506 365 en 2025.

Figure 1 : Ventes de véhicules légers au Québec de 1998 à 2015 et estimations jusqu'en 2025



Ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis

Le règlement exige des constructeurs automobiles qu'ils vendent suffisamment de VZE et de VFE pour atteindre un certain nombre de crédits. Comme mentionné précédemment, le nombre de crédits est calculé en appliquant un pourcentage aux ventes totales de véhicules légers du constructeur automobile et se traduit en nombre de VZE et de VFE par l'entremise des crédits associés à chacun.

Dans le scénario du règlement, les ventes des constructeurs assujettis s'élèvent à 5 108 VZE et VFE pour l'année modèle 2018 et augmentent à 49 936 VZE et VFE pour l'année modèle 2025 (figure 2). La part des VZE et des VFE dans l'ensemble des ventes de véhicules légers des constructeurs assujettis s'élève à 1,1 % dans le premier cas et à 9,9 % dans le deuxième (tableau 5). Ces estimations se basent sur les pourcentages de crédits exigés par le règlement (tableau 1), les prévisions des ventes de véhicules légers des constructeurs assujettis et l'autonomie moyenne estimée des VEE et des VHR modèles 2018 à 2025 [selon CARB (2017a), scénario moyen¹⁰]. Ces estimations sont inférieures à celles de l'analyse avantages-coûts publiée en juin 2016 (MDDELCC, 2016a), notamment en raison des autonomies futures plus élevées, des crédits bonus des modèles 2014 à 2017 qui n'avaient pas été considérés et de l'ajout du crédit bonus de 0,2 accordé aux VFE qui ont une autonomie électrique minimale de 16 km selon le test US06.

Par souci de simplification, ces estimations supposent que tous les VZE et VFE vendus sont neufs, tant pour les modèles 2018 à 2025 que pour les modèles 2014 à 2017 qui génèrent des crédits bonus permettant de couvrir les exigences pour les années modèles 2018 et subséquentes. En effet, les ventes de VZE et de VFE remis en état n'ont pas été prises en compte, car elles sont difficiles à prévoir en raison de plusieurs facteurs comme le taux de change ou leur disponibilité dans les États américains et les provinces limitrophes. D'ailleurs, leur nombre devrait être marginal par rapport aux VZE et aux VFE neufs. Par contre, le fait de ne pas les considérer sous-estime légèrement les VZE et les VFE vendus en raison du nombre moins élevé de crédits qui leur sont accordés.

Sans le règlement, les ventes de VZE et de VFE auraient également augmenté, mais dans une moindre mesure. Elles sont estimées à 5 108 pour l'année modèle 2018 et à 8 769 pour l'année modèle 2025, ce qui représente respectivement 1,1 % et 1,7 % des ventes de véhicules légers des constructeurs assujettis. Ces estimations se basent sur les données du programme Roulez vert et sur l'hypothèse que la part des VZE et des VFE dans les ventes de véhicules légers en 2025 est de 2 % en l'absence du règlement. Elles sont plus élevées que celles de l'analyse avantages-coûts publiée en juin 2016 (MDDELCC, 2016a) en raison de la mise à jour des données du programme Roulez vert qui montre des ventes plus élevées en 2016 que celles estimées.

Les ventes de VZE et de VFE attribuées exclusivement au règlement, c'est-à-dire la différence entre les ventes du scénario du règlement et celles du scénario de base, sont estimées à 0 pour l'année modèle 2018 et à 41 257 pour l'année modèle 2025. Sur l'ensemble de la période de 2018 à 2025, le règlement fait augmenter de 194 129 les ventes de VZE et de VFE par rapport au scénario de base (tableau 5). Le règlement n'a aucun impact sur la vente de VZE et de VFE modèle 2018 en raison des crédits bonus accordés aux années modèles 2014 à 2017. Plus précisément, les constructeurs auront accumulé suffisamment de crédits pour combler le surplus de VZE et de VFE exigé par le règlement et ne vendre que ce qui aurait été vendu en son absence (scénario de base).

¹⁰ Dans le cas des VHR, l'autonomie moyenne des modèles 2017 vendus au Québec est plus élevée que celle estimée par CARB (2017a), notamment en raison de la Chevrolet Volt qui domine le marché québécois. Pour cette raison, l'autonomie moyenne des modèles 2018 est considérée comme égale à celle des modèles 2017, alors que l'autonomie des modèles 2019 à 2025 augmente au taux de croissance de 5 % par année, comme dans le scénario 1 (scénario moyen) de CARB (2017a).

Figure 2 : Estimation des ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis au Québec

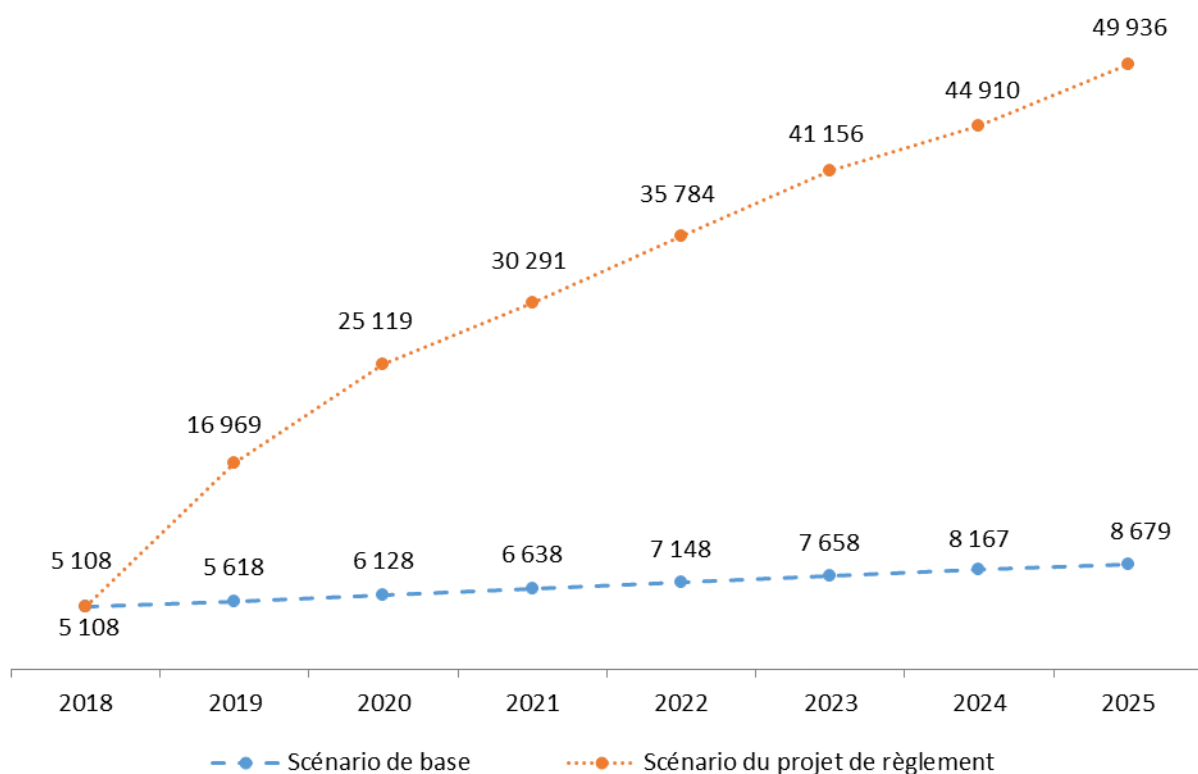


Tableau 5 : Estimation des ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis au Québec

| Année modèle | Ventes de véhicules légers des constructeurs assujettis | Scénario du règlement | | Scénario de base | | Différence |
|--------------|---|-----------------------|----------|------------------|----------|----------------|
| | | VZE et VFE | % | VZE et VFE | % | VZE et VFE |
| 2018 | 459 603 | 5 108 | 1,1% | 5 108 | 1,1 % | 0 |
| 2019 | 465 625 | 16 969 | 3,6% | 5 618 | 1,2 % | 11 351 |
| 2020 | 471 726 | 25 119 | 5,3% | 6 128 | 1,3 % | 18 991 |
| 2021 | 477 906 | 30 291 | 6,3% | 6 638 | 1,4 % | 23 653 |
| 2022 | 484 167 | 35 784 | 7,4% | 7 148 | 1,5 % | 28 636 |
| 2023 | 490 511 | 41 156 | 8,4% | 7 658 | 1,6 % | 33 498 |
| 2024 | 496 937 | 44 910 | 9,0% | 8 167 | 1,6 % | 36 743 |
| 2025 | 503 449 | 49 936 | 9,9% | 8 679 | 1,7 % | 41 257 |
| Total | 3 849 924 | 249 273 | - | 55 144 | - | 194 129 |

Dans le scénario du règlement, les VFE occupent la plus grande place dans les ventes de VZE et de VFE des constructeurs assujettis jusqu'à l'année modèle 2020. Ils représentent 66 % pour les modèles 2018 et 53 % pour les modèles 2020 (tableau 6). Par contre, les VZE dominent dès l'année modèle 2021 en raison de l'augmentation constante du seuil minimum de crédits VZE exigé aux grands constructeurs. Dans le scénario de base, la distribution entre VFE et VZE est constante et égale à celle de 2016 (66 % de VFE et 34 % de VZE selon les données du programme Roulez vert).

Tableau 6 : Part des VHR et des VEE dans les ventes de VZE des constructeurs assujettis

| Année modèle | Scénario du règlement | | Scénario de base | |
|--------------|-----------------------|-----|------------------|------|
| | VFE | VZE | VFE | VZE |
| 2018 | 66% | 34% | 66 % | 34 % |
| 2019 | 85% | 15% | 66 % | 34 % |
| 2020 | 53% | 47% | 66 % | 34 % |
| 2021 | 48% | 52% | 66 % | 34 % |
| 2022 | 47% | 53% | 66 % | 34 % |
| 2023 | 46% | 54% | 66 % | 34 % |
| 2024 | 44% | 56% | 66 % | 34 % |
| 2025 | 44% | 56% | 66 % | 34 % |

L'estimation des coûts et des bénéfices du règlement a comme point de départ l'augmentation des ventes de VZE et de VFE par rapport au scénario de base. Comme il est expliqué précédemment, cette augmentation est nulle pour l'année modèle 2018. Par contre, elle s'élève à 10 703 pour les VFE et à 648 pour les VZE pour l'année modèle 2019 et respectivement à 16 233 et 25 024 pour l'année de modèle 2025 (tableau 7).

L'étude suppose que les grands constructeurs produisent suffisamment de VZE pour respecter le pourcentage minimum exigé et qu'ils ne le dépassent pas. Quant aux constructeurs moyens, l'hypothèse est qu'ils obtiennent 47 % des crédits en vendant des VFE, ce qui correspond aux crédits associés aux ventes de 2016¹¹.

Dans le scénario de base, tant les grands constructeurs que les constructeurs moyens ont une part de marché égale à celle de 2016¹². Ainsi, les grands constructeurs vendent 92 % des VFE et 66 % des VZE vendus au Québec et les constructeurs moyens, 5 % des VFE et 4 % des VZE.

La répartition des ventes de VZE et de VFE par année et par catégorie de constructeur correspond à un des scénarios de conformité possibles. Il s'agit du scénario où les constructeurs n'achètent pas de crédits des autres constructeurs et n'ont ni de surplus ni de déficits de crédits d'une année à l'autre. Ils vendent chaque année suffisamment de VZE et de VFE pour atteindre les crédits exigés sans les dépasser.

¹¹ Calculs réalisés à partir du nombre de VZE et de VFE subventionnés par le programme Roulez vert.

¹² Les parts de marché sont estimées à partir du nombre de VZE et de VFE subventionnés par le programme Roulez vert.

Tableau 7 : Ventes de VZE et de VFE attribuées au règlement

| Année modèle | Scénario du règlement | | | | Scénario de base | | | | Différence | |
|--------------|-----------------------|-------|---------|---------|------------------|-------|--------|--------|------------|---------|
| | Constructeurs | | | | Constructeurs | | | | VFE | VZE |
| | Moyens | | Grands | | Moyens | | Grands | | | |
| | VFE | VZE | VFE | VZE | VFE | VZE | VFE | VZE | | |
| 2018 | 164 | 100 | 3 209 | 1 635 | 164 | 100 | 3 209 | 1 635 | 0 | 0 |
| 2019 | 1 144 | 573 | 13 268 | 1 984 | 180 | 110 | 3 529 | 1 799 | 10 703 | 648 |
| 2020 | 1 746 | 835 | 11 647 | 10 891 | 196 | 120 | 3 850 | 1 962 | 9 347 | 9 644 |
| 2021 | 2 062 | 1 069 | 12 448 | 14 712 | 213 | 130 | 4 170 | 2 125 | 10 127 | 13 526 |
| 2022 | 2 525 | 1 251 | 14 188 | 17 820 | 229 | 140 | 4 490 | 2 289 | 11 994 | 16 642 |
| 2023 | 2 999 | 1 424 | 15 971 | 20 762 | 245 | 150 | 4 811 | 2 452 | 13 914 | 19 584 |
| 2024 | 3 236 | 1 589 | 16 527 | 23 558 | 262 | 160 | 5 130 | 2 615 | 14 371 | 22 372 |
| 2025 | 3 698 | 1 746 | 18 265 | 26 227 | 278 | 170 | 5 452 | 2 779 | 16 233 | 25 024 |
| Total | 17 574 | 8 587 | 105 523 | 117 589 | 1 767 | 1 080 | 34 641 | 17 656 | 86 689 | 107 440 |

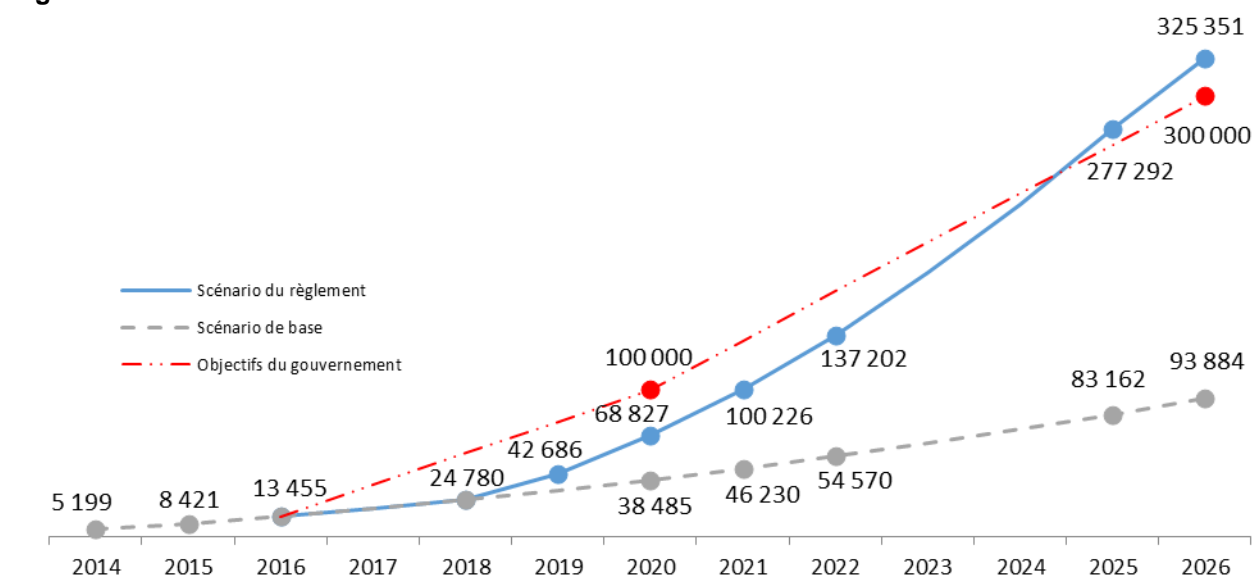
VZE et VFE en circulation (tous les constructeurs)

Le Plan d'action en électrification des transports 2015-2020 vise à atteindre un nombre de 100 000 véhicules électriques et hybrides rechargeables immatriculés au Québec d'ici 2020 et plus de 300 000 véhicules électriques en 2026. Le règlement est une des actions qui permettra au gouvernement du Québec d'atteindre ses objectifs.

Dans le scénario du règlement, il est estimé que 24 780 VZE et VFE seront en circulation en 2018¹³. Leur nombre continuera d'augmenter pour atteindre 137 202 en 2022 et 325 351 en 2026 (figure 3). Selon ces prévisions, le règlement permettra de dépasser l'objectif gouvernemental de 300 000 véhicules électriques et hybrides rechargeables en circulation en 2026. En l'absence du règlement, le nombre de VZE et de VFE en circulation serait de seulement 54 570 en 2022 et de 93 884 en 2026.

¹³ Le calcul suppose que les ventes des constructeurs non assujettis sont identiques dans le scénario de base et le scénario du règlement.

Figure 3 : Nombre de VZE et de VFE en circulation



Sensibilité des impacts des ventes de VZE et de VFE

Les ventes de VZE et de VFE estimées dans cette étude représentent l'**effort minimum** pour les constructeurs automobiles pour atteindre les exigences du règlement. Elles sont basées sur une autonomie estimée selon le scénario moyen de CARB 2017a et de la domination de la Chevrolet Volt sur le marché québécois. En effet, une diminution de l'autonomie (scénario pessimiste de CARB 2017a) **augmente de 10 000 le nombre de VZE et de VFE en circulation en 2020**. Également les ventes de VZE et de VFE ne tiennent pas compte de l'engouement grandissant des Québécois pour l'auto électrique.

Ces deux facteurs combinés influencent à la hausse les ventes de VZE et de VFE et, couplés aux autres actions du gouvernement du Québec en matière d'électrification, permettraient l'atteinte de l'objectif d'immatriculation de 100 000 véhicules électriques au Québec en 2020.

3.4 Avantages des modifications

La présente section fait souvent référence aux VEE et aux VHR en raison de l'utilisation de données spécifiques à ces véhicules. Comme mentionné précédemment, ces véhicules sont les seuls à être considérés dans l'étude parce qu'ils représentent la quasi-totalité des ventes québécoises de VZE et de VFE.

3.4.1 Consommateurs

Essence

Un VEE modèle 2018 permettra une économie d'essence d'environ 6,1 litres aux 100 km, ce qui se traduit par une diminution annuelle de 974 litres pour un kilométrage annuel moyen de 15 970 km (données propres aux utilisateurs québécois de VEE, selon le sondage d'Extract recherche marketing 2014). Cette économie d'essence diminue avec les années modèles pour atteindre, pour le modèle 2025, 4,3 litres aux 100 km, pour une diminution annuelle de 687 litres (tableau 8). La diminution de l'économie d'essence s'explique par le resserrement de la norme fédérale d'émissions de GES issue du Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers qui exige une consommation moyenne décroissante des véhicules neufs.

Les VHR permettent également une économie d'essence. Elle est plus basse que celle des VEE, car seulement une partie du kilométrage annuel est effectué en mode électrique. Il est estimé qu'au Québec, les VHR font en moyenne 55 % du kilométrage annuel en mode électrique. Cette moyenne pondérée en fonction des ventes utilise le kilométrage électrique de plusieurs modèles de VHR publié dans l'évaluation de mi-mandat de la législation californienne sur les VZE (CARB, 2017b). Selon cette publication, le Chevrolet Volt fait 60 % du kilométrage en mode électrique, le Ford C-Max Energi, 33 %, et le Ford Fusion Energi, 32 %. L'économie annuelle d'essence des VHR s'élèvera ainsi à 730 litres pour le modèle 2018 et diminuera à 519 litres pour le modèle 2025¹⁴.

Tableau 8 : Économies annuelles d'essence d'un VHR et d'un VEE (en litres)

| Année modèle | Consommation d'essence | | | | | Économie d'essence | |
|--------------|---------------------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| | litres/100 km | | litres/véhicule/an | | | litres/véhicule/an | |
| | Véhicule conventionnel ⁽¹⁾ | VHR ⁽²⁾ | Véhicule conventionnel | | VHR ⁽⁵⁾ | VHR ⁽⁶⁾ | VEE ⁽⁷⁾ |
| | | | Utilisateurs de VHR ⁽³⁾ | Utilisateurs de VEE ⁽⁴⁾ | | | |
| 2018 | 6,1 | 4,9 | 1 139 | 974 | 409 | 730 | 974 |
| 2019 | 5,8 | 4,6 | 1 083 | 926 | 384 | 699 | 926 |
| 2020 | 5,6 | 4,5 | 1 045 | 894 | 376 | 669 | 894 |
| 2021 | 5,3 | 4,2 | 989 | 846 | 351 | 638 | 846 |
| 2022 | 5,0 | 4,0 | 933 | 799 | 334 | 599 | 799 |
| 2023 | 4,8 | 3,8 | 896 | 767 | 317 | 579 | 767 |
| 2024 | 4,5 | 3,6 | 840 | 719 | 300 | 540 | 719 |
| 2025 | 4,3 | 3,4 | 803 | 687 | 284 | 519 | 687 |

(1) Source : Environnement et Changement climatique Canada (communications avec la Direction générale de l'intendance environnementale) et calculs du MDDELCC. Ces chiffres représentent les consommations moyennes des véhicules légers neufs vendus par un constructeur assujéti au Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers. Ils incluent la consommation des VEE et des VHR, mais comme ces ventes représentent seulement 2 % des ventes de véhicules légers en 2025, l'écart entre la consommation des véhicules conventionnels et celle de l'ensemble de véhicules légers est négligeable.

(2) Estimée selon l'hypothèse que la consommation d'essence des VHR est 20 % inférieure à celle des véhicules conventionnels. Cette hypothèse est basée sur l'écart actuel entre la consommation moyenne des VHR vendus au Québec en 2016 et celle des véhicules conventionnels équivalents.

(3) Les utilisateurs de VHR ont un kilométrage annuel de 18 666 km selon Extract recherche marketing (2014).

(4) Les utilisateurs de VEE ont un kilométrage annuel de 15 970 km selon Extract recherche marketing (2014).

(5) Les utilisateurs de VHR font en moyenne 55 % du kilométrage annuel en mode électrique selon des données de CARB (2017b) et les ventes de VHR au Québec. Par conséquent, seulement 45 % du kilométrage est considéré pour estimer la consommation annuelle d'essence des VHR.

(6) Calculée comme la différence entre la consommation annuelle d'un véhicule conventionnel ayant un kilométrage similaire à celui des utilisateurs de VHR et la consommation annuelle d'un VHR.

(7) Corresponds à la consommation annuelle d'un véhicule conventionnel ayant un kilométrage similaire à celui des utilisateurs de VEE.

Un VHR modèle 2018 fait diminuer l'achat d'essence de 730 litres par année et un VEE modèle 2018, de 974 litres par année. Ceci signifie qu'en 2018, un VHR modèle 2018 engendre des économies de 978 \$ et un VEE de la même année modèle, des économies de 1 305 \$. À la fin de la durée de vie de ce

¹⁴ Dans l'analyse avantages-coûts publiée en juin 2016 (MDDELCC, 2016a), le kilométrage en mode électrique était plus élevé (75 %), mais il provenait des déclarations des conducteurs au lieu des mesures concrètes, comme le nouveau chiffre. La diminution du kilométrage en mode électrique fait diminuer les avantages des VHR en diminuant l'économie annuelle d'essence.

modèle, un VHR aura procuré des économies totales de 13 993 \$ et un VEE, de 18 670 \$ (tableau 9). Ces estimations sont basées sur les prévisions du prix de l'essence du Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques du MERN.

Pour les années modèles suivantes, les économies sont moins importantes en raison de la moindre consommation des véhicules conventionnels. Ainsi, pour le modèle 2025, l'économie d'essence s'élève à 519 litres par année pour un VHR et à 687 litres par année pour un VEE, ce qui signifie une diminution des dépenses de 898 \$ pour un VHR et de 1 189 \$ pour une VEE en 2025.

Tableau 9 : Économies annuelles d'essence d'un VEE et d'un VHR modèle 2018 pendant leur durée de vie

| Année | Économie d'essence | | | |
|--------------|-----------------------------------|---------------|--------------------------------|---------------|
| | litres/véhicule/an ⁽¹⁾ | | \$ /véhicule/an ⁽²⁾ | |
| | VHR | VEE | VHR | VEE |
| 2018 | 730 | 974 | 978 | 1 305 |
| 2019 | 730 | 974 | 1 000 | 1 334 |
| 2020 | 730 | 974 | 1 029 | 1 373 |
| 2021 | 730 | 974 | 1 066 | 1 422 |
| 2022 | 730 | 974 | 1 117 | 1 490 |
| 2023 | 730 | 974 | 1 153 | 1 539 |
| 2024 | 730 | 974 | 1 197 | 1 597 |
| 2025 | 730 | 974 | 1 234 | 1 646 |
| 2026 | 730 | 974 | 1 263 | 1 685 |
| 2027 | 730 | 974 | 1 292 | 1 724 |
| 2028 | 730 | 974 | 1 321 | 1 763 |
| 2029 | 730 | 974 | 1 343 | 1 792 |
| Total | 8 760 | 11 688 | 13 993 | 18 670 |

(1) Voir le tableau 8 pour la façon dont l'économie d'essence a été calculée.

(2) Ces montants sont issus du calcul suivant : Prix de l'essence x Économie d'essence (litres/véhicule/an). L'évolution du prix de l'essence est celle estimée en 2015 par le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques du MERN.

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, les économies d'essence s'élèvent à 126,9 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmentent jusqu'à 389,0 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 18). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE et du prix de l'essence. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %¹⁵.

¹⁵ Il s'agit du taux d'actualisation utilisé par Environnement et Changement climatique Canada dans les études d'impact réglementaire.

Changements d'huile

La diminution du nombre de changements d'huile est un autre avantage pour le consommateur. Les VEE ne nécessitent pas de changement d'huile et les VHR en nécessitent moins que les véhicules conventionnels. Selon Mercier (2014), les concessionnaires et les garages perdraient en moyenne 1,3 changement d'huile par année pour un VEE et 0,8 pour un VHR.

Le consommateur économise ainsi annuellement 47,43 \$ dans le cas d'un VHR et 77,07 \$ pour un VEE (tableau 10). Cette estimation est basée sur le prix d'un changement d'huile chez Costco en 2017, la diminution du nombre de changements d'huile pour un VHR et un VEE telle que calculée par Mercier (2014) et un taux d'inflation de 2 %.

Tableau 10 : Économies de changement d'huile d'un VEE et d'un VHR modèle 2018

| Véhicule | Nombre annuel de changements d'huile ⁽¹⁾ | | Prix d'un changement d'huile en 2017 (\$) ⁽²⁾ | Économies de changement d'huile par VEE/VHR en 2018 (\$) ⁽³⁾ |
|----------|---|--|--|---|
| | Effectif | En moins par rapport au véhicule conventionnel | | |
| VHR | 0,5 | 0,8 | 58,12 | 47,43 |
| VEE | 0,0 | 1,3 | 58,12 | 77,07 |

(1) Source : Mercier (2014).

(2) Prix d'un changement d'huile chez Costco en janvier 2017 (incluant les écofraîs et les taxes). L'étude suppose que le prix de Costco est une moyenne.

(3) Ces montants sont issus des calculs suivants : $58,12 \text{ \$/changement d'huile} \times 1,02 \times 0,8 \text{ fois} = 47,43 \text{ \$/VHR/année}$;
 $58,12 \text{ \$/changement d'huile} \times 1,02 \times 1,3 \text{ fois} = 77,07 \text{ \$/VEE/année}$.

Sur la durée de vie des VZE et VFE associés au règlement, les économies de changement d'huile s'élèvent à 0 M\$ pour l'année modèle 2018 et à 6,1 M\$ pour l'année modèle 2019, puis augmentent jusqu'à 27,8 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 18). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

Offre de VZE et de VFE

Le gouvernement du Québec vise à atteindre un nombre de 100 000 véhicules électriques et hybrides rechargeables immatriculés en 2020. En améliorant l'offre de VZE et de VFE au Québec, le règlement est à l'avantage des consommateurs. Plus de modèles devraient être disponibles et le service offert par les concessionnaires devrait s'améliorer.

3.4.2 Entreprises

Fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge

L'augmentation du nombre de VZE et de VFE sur les routes du Québec nécessite un réseau de recharge plus étendu et plus dense. Le secteur de la fabrication des bornes de recharge, pour la création de réseaux ou pour un usage résidentiel, est ainsi favorisé par le règlement. Les entreprises québécoises qui œuvrent dans ce secteur à l'heure actuelle peuvent y voir une occasion de développement économique. Les commerçants et les installateurs de bornes de recharge peuvent également voir leurs revenus augmenter.

Bornes résidentielles

Selon les données du programme Roulez vert, une borne résidentielle se vendait en moyenne 1 339 \$ en 2015, soit 784 \$ pour l'équipement et 555 \$ pour l'installation. Considérant une marge de profit de 34,1 % pour le commerce de détail (Statistique Canada, 2014)¹⁶ et de 10 % pour l'installation (CMEQ, 2016)¹⁷, la marge de profit par borne s'élève en moyenne à 199 \$ pour la commercialisation et à 50 \$ pour l'installation.

L'achat d'un VZE ou d'un VFE n'implique pas automatiquement l'installation d'une borne de recharge, parce qu'il vient avec l'équipement nécessaire pour la recharge sur le réseau résidentiel de 120 volts. Selon les données de Roulez vert, seulement 45 % des achats de VZE et de VFE bénéficiant des subventions du programme sont accompagnés d'une subvention pour l'installation d'une borne de recharge. Partant du nombre de VZE et de VFE associés au règlement et en utilisant ce pourcentage, on estime que 5 108 bornes résidentielles seront installées en 2019 en raison du règlement et 18 566 en 2025 (tableau 11).

Les commerçants et les installateurs de ces bornes bénéficieront ainsi d'une augmentation des profits estimée à 1,3 M\$ en 2019 et à 4,6 M\$ en 2025 (montants actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE.

Tableau 11 : Augmentation du profit des commerçants et des installateurs de bornes de recharge résidentielles

| Année modèle | Ventes de VZE et de VFE associées au règlement | Nombre de bornes associées au règlement ⁽¹⁾ | Profit (en M\$, actualisés à 2017) |
|--------------|--|--|------------------------------------|
| 2018 | 0 | 0 | 0,0 |
| 2019 | 11 351 | 5 108 | 1,3 |
| 2020 | 18 991 | 8 546 | 2,1 |
| 2021 | 23 653 | 10 644 | 2,7 |
| 2022 | 28 636 | 12 886 | 3,2 |
| 2023 | 33 498 | 15 074 | 3,8 |
| 2024 | 36 743 | 16 534 | 4,1 |
| 2025 | 41 257 | 18 566 | 4,6 |
| Total | 194 129 | 87 358 | 21,8 |

(1) Ces montants sont issus du calcul suivant : Nombre de VZE et de VFE associés au règlement x 0,45.

Bornes publiques

L'augmentation des VZE et des VFE en circulation nécessite également d'augmenter le nombre de bornes de recharge publiques comme celles du Circuit électrique d'Hydro-Québec et du réseau Flo d'AddÉnergie. Les ratios utilisés sont de 20 véhicules électriques en circulation pour une borne de 240 volts (également appelée borne de niveau 2) et de 200 véhicules électriques pour une borne de

¹⁶ Cette marge de profit est associée aux marchands de matériaux de construction, de matériel et de fournitures de jardinage. Certains détaillants de bornes de recharge résidentielles comme Home Dépôt et Canadian Tire font partie de cette catégorie de commerce de détail.

¹⁷ C'est le taux recommandé par la Corporation des maîtres électriciens du Québec.

400 volts (aussi appelée borne de recharge rapide à courant continu). Selon ces ratios, 568 bornes de 240 volts et 57 bornes de 400 volts devraient être installées en 2019 en raison du règlement (tableau 12).

Selon Hydro-Québec, une borne standard de 240 volts coûte en moyenne 4 000 \$ en équipement et 2 000 \$ en installation, tandis qu'une borne de 400 volts coûte en moyenne 30 000 \$ en équipement et 45 000 \$ en installation. Considérant les mêmes marges de profits que dans le cas des bornes résidentielles, les commerçants et les installateurs verraient leurs profits augmenter de 1,3 M\$ en 2019 et de 4,9 M\$ en 2025 (montants actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE.

Tableau 12 : Augmentation du profit des commerçants et des installateurs de bornes de recharge publiques

| Année modèle | Ventes de VZE et de VFE associées au règlement | Nombre de bornes associées au règlement | | Profit (en M\$, actualisés à 2017) |
|--------------|--|---|--------------------------|------------------------------------|
| | | 240 volts ⁽¹⁾ | 400 volts ⁽²⁾ | |
| 2018 | 0 | 0 | 0 | 0,0 |
| 2019 | 11 351 | 568 | 57 | 1,3 |
| 2020 | 18 991 | 950 | 95 | 2,3 |
| 2021 | 23 653 | 1 183 | 118 | 2,8 |
| 2022 | 28 636 | 1 432 | 143 | 3,4 |
| 2023 | 33 498 | 1 675 | 167 | 4,0 |
| 2024 | 36 743 | 1 837 | 184 | 4,4 |
| 2025 | 41 257 | 2 063 | 206 | 4,9 |
| Total | 194 129 | 9 706 | 971 | 23,0 |

(1) Ces montants sont issus du calcul suivant : Ventes de VZE et de VFE associées au règlement/20 véhicules.

(2) Ces montants sont issus du calcul suivant : Ventes de VZE et de VFE associées au règlement/200 véhicules.

Petits constructeurs automobiles

Les petits constructeurs automobiles ont la possibilité d'obtenir des crédits pour leurs ventes de VZE et de VFE et de les vendre aux constructeurs assujettis. Dans le cas de Tesla, par exemple, les revenus issus de la vente de ces crédits s'élevaient à 194 M\$ US aux États-Unis en 2013 (Dror et coll., 2014). Certains constructeurs québécois pourraient également en profiter. De plus, le règlement pourrait inciter des constructeurs qui ne vendent pas au Québec actuellement, comme Renault, Peugeot ou Citroën, à offrir des modèles électriques. Par contre, la présente étude suppose que les constructeurs assujettis n'ont pas besoin d'acheter des crédits des constructeurs non assujettis, parce qu'ils vendront, dans leur ensemble, un nombre suffisant de VZE et de VFE.

Propriétaires de bornes de recharge publiques

À terme, les propriétaires de bornes de recharge publiques pourraient réaliser des bénéfices issus de la revente d'électricité. Présentement, la marge de profit est négligeable notamment en raison des coûts d'acquisition et d'installation des bornes et des coûts d'entretien. Également, l'installation d'une borne pourrait profiter aux commerces avoisinants étant donné que la clientèle demeure captive le temps de la recharge.

Fabricants de composantes de véhicules électriques

L'augmentation du nombre de véhicules électriques au Québec pourrait également créer une plus grande demande auprès des entreprises québécoises spécialisées dans les composantes de véhicules électriques tels les systèmes de motorisation, les batteries et les systèmes électroniques.

3.4.3 Gouvernement du Québec

TVQ sur le coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE

Le prix plus élevé d'un VZE ou d'un VFE génère plus de revenus pour le gouvernement par l'intermédiaire de la TVQ. L'étude suppose que seulement une partie de l'incrément du coût de production de ces véhicules est transférée aux consommateurs, afin de les inciter à en acheter. Tenant compte de cette hypothèse, la TVQ sur l'incrément du coût de production transféré aux consommateurs s'élève à 9,0 M\$ pour les modèles 2019 et à 25,8 M\$ pour les modèles 2025 (tableau 18). Ces montants augmentent en raison de la hausse des ventes annuelles de VZE et de VFE. Ils sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

Revenus issus de la vente d'électricité

Un autre avantage pour le gouvernement du Québec est celui de vendre plus d'électricité. La consommation annuelle moyenne d'électricité d'un VEE au Québec s'élève à 3 034 kWh (tableau 13) et celle d'un VHR, à 2 164 kWh. Ces estimations supposent un kilométrage annuel de 15 970 km dans le cas d'un VEE et de 18 666 km dans le cas d'un VHR. Selon le sondage d'Extract recherche marketing (2014), ce sont les distances moyennes parcourues par les utilisateurs québécois de VEE et de VHR¹⁸.

Dans le cas des VHR, le kilométrage en mode électrique est moindre que le kilométrage annuel et varie avec les habitudes de recharge de la batterie. On estime qu'au Québec, il s'élève en moyenne à 55 % du kilométrage annuel. C'est une moyenne qui tient compte du kilométrage électrique de plusieurs modèles de VHR (CARB, 2017b) et de la part des différents modèles de VHR vendus au Québec.

¹⁸ Ces distances sont plus élevées que la distance moyenne parcourue par les véhicules légers du Québec en 2009, qui était de 14 834 km selon le dernier sondage réalisé par Ressources naturelles Canada (2011).

Tableau 13 : Consommation annuelle d'électricité d'un VZE

| Véhicule | Distance parcourue annuellement (km) ⁽¹⁾ | Part du kilométrage effectué en mode électrique ⁽²⁾ | Consommation d'électricité | |
|----------|---|--|----------------------------|--------------------------------|
| | | | kWh/100 km ⁽³⁾ | kWh/an/véhicule ⁽⁴⁾ |
| VHR | 18 666 | 55 % | 21,0 | 2 164 |
| VEE | 15 970 | 100 % | 19,0 | 3 034 |

(1) Source : Extract recherche marketing (2014).

(2) Selon des données de CARB (2017b), les ventes de VHR au Québec en 2016 et les calculs du MDDELCC.

(3) C'est la consommation moyenne des modèles 2017. Il s'agit d'une moyenne pondérée en fonction des ventes de 2016. La consommation d'électricité est considérée constante sur l'horizon temporel de l'étude.

(4) Ces montants sont issus des calculs suivants : 18 666 km x 21,0 kWh / 100 km x 55 % = 2 164 kWh/an/véhicule;
15 970 km x 19,0 kWh / 100 km = 3 034 kWh/an/véhicule.

Pour une consommation annuelle moyenne d'électricité de 2 164 kWh, un VHR apporte au gouvernement du Québec des revenus¹⁹ de 217 \$ en 2018. Pour un VEE, les revenus sont légèrement plus élevés (304 \$ en 2018) en raison du kilométrage annuel plus élevé en mode électrique. Ces estimations se basent sur le prix moyen de l'électricité incluant la TVQ et excluant la taxe sur les produits et services (TPS)²⁰ et supposent que ce prix augmente au fil du temps au taux de l'inflation (2 %). La consommation d'électricité est considérée comme étant la même pour les modèles 2018 à 2025.

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, les revenus issus de la vente d'électricité s'élèvent à 27,5 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmentent jusqu'à 114,8 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 18). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

3.4.4 Environnement

Les avantages environnementaux mentionnés dans la présente étude font référence à l'étape d'utilisation des véhicules, parce que la fabrication a lieu essentiellement à l'extérieur du Québec. Toutefois, même sur l'ensemble du cycle de vie, les véhicules électriques circulant au Québec ont une empreinte environnementale inférieure aux véhicules conventionnels (CIRAIG, 2016).

Émissions de GES

Les émissions de GES des véhicules légers neufs sont réglementées depuis 2010 au Canada par le Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers. Ce règlement fédéral établit des normes d'émissions de GES pour les années modèles 2011 à 2025. Ces normes sont similaires aux exigences de l'EPA des États-Unis. Pour chaque année modèle, la moyenne des émissions de GES des véhicules légers neufs vendus au Canada par un constructeur assujéti doit respecter un plafond qui diminue au fil du temps.

¹⁹ Les revenus de la vente d'électricité représentent un gain net pour le gouvernement du Québec parce que cette nouvelle demande d'électricité fait diminuer les surplus existants. Selon Hydro-Québec (2014), le Québec a des surplus d'électricité qui vont de 7,5 TWh en 2015 à 3,0 TWh en 2023. Ils dépassent considérablement la consommation d'électricité des VEZ associés au règlement, qui s'élève à 0,02 TWh en 2019 et augmente jusqu'à 0,29 TWh en 2023.

²⁰ Le prix de l'électricité incluant la TVQ et excluant la TPS s'élevait à 0,0791 \$/kWh au 1^{er} avril 2015 pour un client résidentiel consommant 1 000 kWh par mois. Source : site Web d'Hydro-Québec (section « Foire aux questions », point 5, [Combien cela coûte-t-il de recharger une voiture électrique à la maison?](#)) et les calculs du MDDELCC.

Un VZE ou un VFE émet moins de GES qu'un véhicule conventionnel qui respecte la norme fédérale. Dans le cas des VEE, les émissions de GES évitées sont égales aux émissions des véhicules conventionnels, parce que les VEE ne consomment pas d'essence. Un VEE modèle 2018 évite ainsi l'émission de 2,3 tonne métrique d'équivalents en dioxyde de carbone (t éq. CO₂) par année, tandis qu'un modèle 2025 évite environ 1,6 t éq. CO₂. Le gain en émissions évitées est moindre pour un VHR en raison du kilométrage moins élevé effectué en mode électrique. Ces estimations se basent sur les économies d'essence estimées au tableau 8 pour chaque année modèle et le facteur d'émissions utilisé par Environnement Canada dans l'inventaire national 1990-2013 (0,002326 t éq. CO₂/litre d'essence).

Sur l'ensemble des VZE et des VFE associés au règlement, les modèles 2019 évitent l'émission de 18 798 t éq. CO₂ par année (tableau 14), ce qui représente 0,07 % des émissions du secteur du transport routier en 2014²¹. Ce gain augmente avec chaque année modèle en raison de l'augmentation du nombre de VZE et de VFE vendus et malgré la diminution du gain individuel associé au resserrement de la norme fédérale. Ainsi, les modèles 2025 évitent l'émission de 59 585 t éq. CO₂ par année, soit l'équivalent de 0,22 % des émissions du secteur du transport routier en 2014.

Les émissions de GES évitées pendant la durée de vie des véhicules valent, sur le plan des dommages évités, 9,3 M\$ dans le cas des modèles 2019 et 27,5 M\$ dans le cas des modèles 2025 (tableau 18). La valeur utilisée pour une tonne de GES évitée s'élève à 45 \$ en 2018 et augmente graduellement pour atteindre 63 \$ en 2036²². Elle représente le coût social du carbone, c'est-à-dire la valeur monétaire des dommages qui se produiront à l'échelle planétaire pendant les décennies à venir, à la suite de l'émission d'une tonne supplémentaire de CO₂ dans l'atmosphère (Environnement et Changement climatique Canada, 2016). Ce sont des estimations réalisées à l'aide de trois modèles d'évaluation intégrée élaborés par le milieu universitaire qui tiennent compte des effets des GES sur le milieu naturel et l'économie.

Tableau 14 : Émissions de GES évitées par le règlement

| Année modèle | Consommation d'essence évitée (litres/année) | Diminution des émissions de GES (t éq. CO ₂ /année) |
|--------------|--|--|
| 2018 | 0 | 0 |
| 2019 | 8 081 445 | 18 798 |
| 2020 | 14 874 879 | 34 600 |
| 2021 | 17 904 022 | 41 646 |
| 2022 | 20 481 364 | 47 641 |
| 2023 | 23 077 134 | 53 679 |
| 2024 | 23 845 808 | 55 467 |
| 2025 | 25 616 415 | 59 585 |

Malgré le potentiel de réduction des émissions de GES au Québec, le règlement ne devrait pas influencer les émissions de GES à l'échelle canadienne. En effet, une fois les seuils minimums de ventes de VZE et de VFE atteints au Québec, les constructeurs pourraient choisir les technologies et les modèles leur permettant de respecter la norme fédérale au moindre coût. Dans ce cas, les constructeurs automobiles

²¹ Les émissions de GES du secteur du transport routier s'élevaient à 27,6 millions de t éq. CO₂ en 2014 (MDDELCC, 2016b).

²² Ce sont des valeurs ajustées en dollars de 2016 à partir des valeurs publiées par Environnement et Changement climatique Canada (2016) en dollars de 2012. L'ajustement a été fait en utilisant l'indice des prix à la consommation du Québec.

pourraient choisir de vendre plus de véhicules énergivores dans les autres provinces canadiennes et tout de même respecter la moyenne canadienne.

Polluants atmosphériques

La réduction des polluants atmosphériques a des effets positifs sur la santé des citoyens puisqu'elle permet d'améliorer la qualité de l'air et d'éviter des coûts en matière de soins de santé. À titre indicatif, la valeur monétaire des impacts sanitaires²³ associés aux principaux polluants atmosphériques est estimée, pour le Québec, à près de 9,5 milliards de dollars (INSPQ, 2007). Le règlement pourrait contribuer à la diminution de ces coûts, en plus de contribuer à l'amélioration de la qualité de vie des citoyens.

Les émissions de polluants atmosphériques des véhicules légers neufs sont réglementées au Canada par le Règlement sur les émissions des véhicules routiers et de leurs moteurs qui impose depuis 2004 des limites d'émissions d'oxydes d'azote (NOx), de gaz organique non méthanique (GONM), de monoxyde de carbone (CO), de formaldéhyde et de matières particulaires (MP). Ce règlement limite considérablement ces émissions à partir de 2017, comme l'EPA le fait aux États-Unis.

Les valeurs monétaires utilisées pour l'évaluation de la réduction des polluants atmosphériques proviennent de l'étude de Muller et Mendelsohn (2012). Elles incluent des dommages évités comme des mortalités prématurées, des cas de maladie, des rendements agricoles et forestiers réduits, une dépréciation accrue de certains matériaux, une visibilité réduite et des usages récréatifs perturbés. Les dommages évités en lien avec la santé humaine représentent environ 95 % de cette valeur.

Émissions de NOx et de GONM

Les VEE n'émettent aucun NOx et aucun GONM, de sorte qu'ils offrent un avantage net par rapport à la norme fédérale qui permet un maximum de 0,049 g/km pour l'année modèle 2018 et de 0,019 g/km pour l'année modèle 2025. Un VEE modèle 2018 permet d'éviter 0,784 kg/an de NOx et GONM par rapport à un véhicule conventionnel de la même année modèle (tableau 15). Par contre, ce gain diminue à 0,298 kg/an pour l'année modèle 2025. La valeur de ce gain s'élève à 1,1 \$/an/véhicule pour l'année modèle 2018 et à 0,4 \$/an/véhicule pour l'année modèle 2025. Selon Muller et Mendelsohn (2012), un kilogramme de NOx évité vaut 2,122 \$²⁴ en dommages évités et un kilogramme de GONM évité vaut 0,740 \$.

L'avantage est plus faible pour les VHR parce que la distance parcourue en mode zéro émission est inférieure à celle des VEE. Selon CARB (2017b), le kilométrage en mode électrique surestime les gains en polluants atmosphériques parce qu'il inclut les kilomètres où le moteur électrique du VHR fonctionne en même temps que celui à essence²⁵. C'est le kilométrage zéro émission, c'est-à-dire les kilomètres où le moteur à essence ne fonctionne pas, qui doit être utilisé pour l'estimation du gain en polluants atmosphériques.

On estime qu'au Québec, les VHR font en moyenne 42 % du kilométrage annuel en mode zéro émission. Cette moyenne pondérée en fonction des ventes utilise le kilométrage zéro émission de plusieurs modèles de VHR publié dans l'évaluation de mi-mandat de la législation californienne sur les VZE (CARB, 2017b). Selon cette publication, le Chevrolet Volt fait 47 % du kilométrage en mode zéro émission, le Ford C-Max Energi, 18 %, et le Ford Fusion Energi, 16 %.

²³ La valeur monétaire sanitaire est l'estimation du montant que la société serait prête à payer pour éviter de subir ces impacts négatifs.

²⁴ Ce sont des valeurs ajustées en dollars canadiens de 2016 à partir des valeurs en dollars américains de 2000 publiées par Muller et Mendelsohn (2012). L'ajustement a été fait en utilisant le taux de change moyen de 2000 et l'indice des prix à la consommation du Québec.

²⁵ Par contre, selon le même document, le kilométrage électrique demeure un bon indicateur pour estimer le gain en GES.

Tenant compte du kilométrage en mode zéro émission, on estime qu'un VHR modèle 2018 permet d'éviter 0,384 kg/an de NOx et de GONM par rapport à un véhicule conventionnel de la même année modèle (tableau 15). Par contre, ce gain diminue à 0,146 kg/an pour l'année modèle 2025. La valeur de ce gain s'élève à 0,5 \$/an/véhicule pour l'année modèle 2018 et à 0,2 \$/an/véhicule pour l'année modèle 2025.

Tableau 15 : Émissions de NOx et de GONM évitées par un VHR ou un VEE

| Année modèle | Norme fédérale NOx et GONM (g/km) ⁽¹⁾ | Émissions de NOx et de GONM des VEE et des VHR en mode zéro émission (g/km) | Diminution des émissions de NOx et de GONM d'un VHR et d'un VEE | | | |
|--------------|--|---|---|--------------------|----------------------|-----|
| | | | kg/an | | \$/an ⁽⁴⁾ | |
| | | | VHR ⁽²⁾ | VEE ⁽³⁾ | VHR | VEE |
| 2018 | 0,049 | 0 | 0,384 | 0,784 | 0,5 | 1,1 |
| 2019 | 0,045 | 0 | 0,350 | 0,714 | 0,5 | 1,0 |
| 2020 | 0,040 | 0 | 0,316 | 0,645 | 0,5 | 0,9 |
| 2021 | 0,036 | 0 | 0,282 | 0,576 | 0,4 | 0,8 |
| 2022 | 0,032 | 0 | 0,248 | 0,506 | 0,4 | 0,7 |
| 2023 | 0,027 | 0 | 0,214 | 0,437 | 0,3 | 0,6 |
| 2024 | 0,023 | 0 | 0,180 | 0,367 | 0,3 | 0,5 |
| 2025 | 0,019 | 0 | 0,146 | 0,298 | 0,2 | 0,4 |

(1) Les valeurs proviennent de la législation américaine à laquelle fait référence le Règlement modifiant le Règlement sur les émissions des véhicules routiers et de leurs moteurs et d'autres règlements pris en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Elles sont obtenues en multipliant par 0,62137 et en divisant par 1 000 les valeurs de la législation américaine, pour transformer les mg/mille en g/km.

(2) Ces montants sont issus du calcul suivant : Distance moyenne annuelle parcourue en mode zéro émission par un VHR au Québec (7 818 km/an) x Norme fédérale NOx et GONM/1 000 - Émissions de NOx et de GONM des VHR en mode zéro émission/1 000.

(3) Ces montants sont issus du calcul suivant : Distance moyenne annuelle parcourue par un VEE au Québec (15 970 km/an) x Norme fédérale NOx et GONM/1 000 - Émissions de NOx et de GONM des VEE/1 000.

(4) Ces montants sont issus du calcul suivant : Diminution des émissions de NOx et de GONM d'un VZE (kg/an) x 1,431 \$/kg (moyenne des valeurs attribuable à une réduction d'un kilogramme des émissions de NOx et d'un kilogramme des émissions de GONM). Les valeurs spécifiques aux GONM (0,740 \$/kg) et aux NOx (2,122 \$/kg) sont exprimées en dollars canadiens de 2016 (les valeurs originales, tirées de l'étude de Muller et Mendelsohn (2012), sont en dollars américains de 2000).

Émissions de MP

Les VEE et les VHR qui roulent en mode électrique émettent moins de MP que les véhicules conventionnels parce que ces émissions proviennent uniquement de l'usure des pneus et des freins. Les véhicules conventionnels émettent des MP également à partir de l'essence consommée. En se basant sur les chiffres du Calculateur d'émissions liées au transport urbain de Transport Canada, selon lequel un VEE de 2008 émet 45 % moins de MP qu'un véhicule conventionnel, la présente étude considère que les VEE et les VHR qui roulent en mode zéro émission émettent 45 % moins de MP qu'un véhicule conventionnel qui respecte la norme fédérale. Cette hypothèse est utilisée pour toutes les années modèles de 2018 à 2025.

Les normes d'émission de MP sont fixées pour chaque véhicule au lieu d'établir une moyenne pour les ventes annuelles comme c'est le cas des NOx et du GONM. Le Règlement modifiant le Règlement sur les émissions des véhicules routiers et de leurs moteurs fait passer le seuil admissible de 0,012 g/km

(ci-après norme actuelle) à 0,002 g/km (ci-après norme future) pour les années modèles 2018 et suivantes (de 0,02 g/mille à 0,003 g/mille). En 2018, 2019 et 2020, seulement une partie des ventes, soit respectivement 20 %, 40 % et 70 %, devrait être soumise à la nouvelle norme.

Ainsi, un VEE ou VHR qui roule en mode zéro émission émet 0,006 g/km moins de MP qu'un véhicule conventionnel qui respecte la norme actuelle et 0,001 g/km moins de MP qu'un véhicule conventionnel qui respecte la norme future (tableau 16). Un VEE évite ainsi l'émission de 0,090 kg/an de MP par rapport à la norme actuelle et 0,014 kg/an par rapport à la norme future. La valeur de ce gain s'élève à 0,95 \$/an dans le premier cas et à 0,15 \$/an dans le deuxième cas. Un kilogramme de MP évité vaut 10,49 \$ en dommages évités selon Muller et Mendelsohn (2012).

L'avantage est plus faible pour les VHR parce que la distance parcourue en mode zéro émission est inférieure à celle des VEE (7 818 km/an comparativement à 15 970 km/an). Il s'élève à 0,46 \$/an par rapport à la norme actuelle et à 0,07 \$/an par rapport à la norme future.

Tableau 16 : Émissions de MP évitées par un VHR ou un VEE

| Type de VZE | Norme fédérale MP (g/km) ⁽¹⁾ | | Diminution des émissions de MP d'un VEE et d'un VHR qui roule en mode zéro émission, par rapport à un véhicule conventionnel qui respecte la norme (g/km) ⁽²⁾ | | Diminution annuelle des émissions de MP d'un VHR et d'un VEE | | | |
|-------------|---|--------|--|--------|--|--------|-------------------------------|--------|
| | | | | | kg/an/véhicule ⁽³⁾ | | \$/an/véhicule ⁽⁴⁾ | |
| | Actuelle | Future | Actuelle | Future | Actuelle | Future | Actuelle | Future |
| VHR | 0,012 | 0,002 | 0,006 | 0,001 | 0,044 | 0,007 | 0,46 | 0,07 |
| VEE | 0,012 | 0,002 | 0,006 | 0,001 | 0,090 | 0,014 | 0,94 | 0,15 |

(1) Les valeurs proviennent de la législation américaine à laquelle fait référence le Règlement modifiant le Règlement sur les émissions des véhicules routiers et de leurs moteurs et d'autres règlements pris en vertu de la Loi canadienne sur la protection de l'environnement (1999). Elles sont obtenues en multipliant par 0,62137 et en divisant par 1 000 les valeurs du règlement, pour transformer les mg/mille en g/km.

(2) Ces valeurs représentent 45 % de celles de la norme. Ce pourcentage représente la diminution des émissions de MP des VEE de l'année modèle 2008 par rapport aux véhicules conventionnels de la même année modèle. Il est calculé à partir des estimations d'émissions de MP du Calculateur d'émissions liées au transport urbain de Transport Canada. On suppose que ce pourcentage demeure constant au fil du temps.

(3) Ces chiffres sont issus du calcul suivant : Distance moyenne annuelle parcourue en mode zéro émission (7 818 km/an pour les VHR et 15 970 km/an pour les VEE) x Diminution des émissions de MP d'un VEE ou VHR qui roule en mode zéro émission par rapport à un véhicule conventionnel qui respecte la norme (g/km)/1 000.

(4) Ces montants sont issus du calcul suivant : Diminution annuelle des émissions de MP d'un VHR et d'un VEE (kg/an) x 10,495 \$/kg. La valeur attribuable à une réduction d'un kilogramme des émissions de MP est exprimée en dollars canadiens de 2016 (la valeur originale, tirée de l'étude de Muller et Mendelsohn (2012), est en dollars américains de 2000).

Émissions de dioxyde de soufre (SO₂)

L'économie d'essence générée par les VZE et les VFE signifie également des réductions des émissions de SO₂. Ces réductions sont équivalentes au contenu en soufre de l'essence économisée. Le contenu en soufre est réglementé au fédéral par le Règlement sur le soufre dans l'essence qui fixe actuellement à 10 parties par million (ppm) la concentration annuelle moyenne. Cette norme correspond aux exigences de l'EPA aux États-Unis.

Un VEE modèle 2018 évite l'émission de 0,007 kg/an de SO₂ par rapport à un véhicule conventionnel de la même année modèle (tableau 17). Ce gain diminue à 0,005 kg/an pour l'année modèle 2025. La valeur de ce gain s'élève à 0,028 \$/an pour l'année modèle 2018 et à 0,020 \$/an pour l'année modèle 2025. Un kilogramme de SO₂ évité vaut 4,011 \$ en dommages évités selon Muller et Mendelsohn (2012).

Le gain est plus faible pour les VHR en raison d'un kilométrage annuel moindre en mode électrique. Un VHR modèle 2018 évite l'émission de 0,005 kg/an de SO₂ par rapport à un véhicule conventionnel de la même année modèle (tableau 17). Ce gain diminue à 0,004 kg/an pour l'année modèle 2025. La valeur de ce gain s'élève à 0,020 \$/an pour l'année modèle 2018 et à 0,016 \$/an pour l'année modèle 2025.

Tableau 17 : Émissions de SO₂ évitées par un VHR et un VEE

| Année modèle | Norme fédérale SO ₂ (ppm) | Économie d'essence par véhicule | | | | Diminution des émissions de SO ₂ par véhicule | | | |
|--------------|--------------------------------------|---------------------------------|-----|----------------------|-----|--|-------|----------------------|-------|
| | | litres/an ⁽¹⁾ | | kg/an ⁽²⁾ | | kg/an ⁽³⁾ | | \$/an ⁽⁴⁾ | |
| | | VHR | VEE | VHR | VEE | VHR | VEE | VHR | VEE |
| 2018 | 10 | 730 | 974 | 533 | 711 | 0,005 | 0,007 | 0,020 | 0,028 |
| 2019 | 10 | 699 | 926 | 510 | 676 | 0,005 | 0,007 | 0,020 | 0,028 |
| 2020 | 10 | 669 | 894 | 488 | 653 | 0,005 | 0,007 | 0,020 | 0,028 |
| 2021 | 10 | 638 | 846 | 466 | 618 | 0,005 | 0,006 | 0,020 | 0,024 |
| 2022 | 10 | 599 | 799 | 437 | 583 | 0,004 | 0,006 | 0,016 | 0,024 |
| 2023 | 10 | 579 | 767 | 423 | 560 | 0,004 | 0,006 | 0,016 | 0,024 |
| 2024 | 10 | 540 | 719 | 394 | 525 | 0,004 | 0,005 | 0,016 | 0,020 |
| 2025 | 10 | 519 | 687 | 379 | 502 | 0,004 | 0,005 | 0,016 | 0,020 |

(1) Voir le tableau 8 pour la façon dont l'économie d'essence a été estimée.

(2) Ces montants sont issus du calcul suivant : Économies d'essence (litres/an) x 0,73 kg/litre.

(3) Ces montants sont issus du calcul suivant : Économies d'essence (kg/an) x 10/1 000 000.

(4) Ces montants sont issus du calcul suivant : Diminution des émissions de SO₂ par véhicule (kg/an) x 4,011 \$/kg. La valeur attribuable à une réduction d'un kilogramme des émissions de SO₂ est exprimée en dollars canadiens de 2016 (la valeur originale, tirée de l'étude de Muller et Mendelsohn (2012), est en dollars américains de 2000).

Émissions totales de NOx + GONM, de MP et de SO₂

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, les dommages évités reliés aux émissions de NOx, de GONM, de MP et de SO₂ s'élèvent à 0,1 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmentent à 0,3 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 18). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

Comme dans le cas des émissions de GES, les émissions de NOx et de GONM à l'échelle canadienne devraient rester au même niveau que celles du scénario de base puisque la norme fédérale correspond à la moyenne des émissions des ventes canadiennes. Par contre, les émissions de MP et de SO₂ devraient diminuer à l'échelle canadienne, car la norme fédérale est fixée par véhicule et respectivement par kilogramme d'essence.

Îlots de chaleur

Un VEE émet 19,8 % moins de chaleur qu'un véhicule conventionnel selon l'étude de Canbing et ses collaborateurs (2014), qui considère non seulement la chaleur émise lors de l'utilisation du véhicule, mais également celle émise lors de la production d'électricité. Cette étude estime que l'intensité des îlots de chaleur aurait diminué de 0,94 °C si tous les véhicules conventionnels de Beijing avaient été remplacés par des VEE en 2012.

Le règlement ferait augmenter la part des VZE et des VFE dans les véhicules en circulation au Québec à environ 4,7 % en 2025²⁶, alors qu'elle s'élève à 0,3 % en 2016²⁷. Ce pourcentage aurait un effet négligeable sur l'intensité des îlots de chaleur.

Bruit

Les VZE et les VFE émettent moins de bruit que les véhicules conventionnels lorsqu'ils roulent à faible vitesse. Par contre, à vitesse plus élevée, la différence est négligeable. Cela s'explique par le fait que le bruit de propulsion du moteur électrique est très faible par rapport au bruit du contact entre les pneus et la route. Dans le cas des véhicules légers, les différentes études mentionnent des limites qui varient entre 25 et 50 km/h au-delà desquelles il n'y a plus de différence notable entre les deux sources de bruits (COMPETT, 2013).

Une étude menée dans la ville d'Utrecht, au Pays-Bas, en 2010 estime que si 90 % des véhicules légers et 80 % des véhicules lourds étaient des VEE, le nombre d'habitants moyennement dérangés par le bruit diminuerait de 33 % et le nombre d'habitants fortement dérangés par le bruit, de 36 %. Ces pourcentages diminueraient autour de 20 % dans le cas des VHR (Verheijen et Jabben, 2010).

Considérant le niveau beaucoup plus faible de pénétration des VZE et des VFE au Québec dans le scénario du règlement (4,7 %) et le fait que les véhicules lourds ne sont pas visés, l'impact sur le bruit serait négligeable.

3.4.5 Synthèse des avantages

Le tableau 18 présente les avantages associés au règlement pour les années modèles 2018 à 2025. Chaque avantage fait référence à tous les VZE et les VFE associés au règlement et représente l'agrégation des avantages annuels sur toute leur durée de vie (douze ans), actualisés à l'année 2017 au taux de 3 %. L'avantage le plus élevé est l'économie d'essence pour les consommateurs, qui s'élève à 126,5 M\$ pour l'année modèle 2019 et à 389,0 M\$ pour l'année modèle 2025. Il est suivi par le revenu supplémentaire du gouvernement du Québec issu de la vente d'électricité (respectivement 27,5 M\$ et 114,8 M\$), les émissions des GES évitées (respectivement 9,3 M\$ et 27,5 M\$) et la TVQ sur le coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE (respectivement 9,0 M\$ et 25,8 M\$). Les économies de changement d'huile, le développement du secteur des bornes de recharge et la diminution des polluants atmosphériques génèrent les moindres avantages. Le règlement procure également des avantages pour

²⁶ Le nombre de véhicules légers en circulation au Québec en 2025 est estimé à 5 771 485 et représente le nombre d'automobiles et de camions légers utilisés comme véhicules de promenade ou à des fins professionnelles, institutionnelles ou commerciales, ainsi que le nombre de taxis. Cette estimation se base sur les données de 2016 fournies par la SAAQ et un taux de croissance annuel moyen de 1,3 % entre 2010 et 2016.

²⁷ Le nombre de véhicules légers en circulation au Québec en 2016 était de 5 138 101 (données reçues de la SAAQ). Il s'agit du nombre d'automobiles et de camions légers utilisés comme véhicules de promenade ou à des fins professionnelles, institutionnelles ou commerciales, ainsi que du nombre de taxis.

les fabricants de composantes de véhicules électriques et les propriétaires de bornes de recharge publiques.

Tableau 18 : Avantages associés au règlement (en M\$, actualisés à 2017)

| Année modèle | Consommateurs | | Fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge | Gouvernement du Québec | | Environnement | | Total |
|--------------|---------------------|---------------------------------|--|---|---|---------------|--------------------------|----------------|
| | Économies d'essence | Économies de changement d'huile | Augmentation du profit | TVQ sur le coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE | Revenus issus de la vente d'électricité | GES | Polluants atmosphériques | |
| 2018 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2019 | 126,9 | 6,1 | 2,5 | 9,0 | 27,5 | 9,3 | 0,1 | 181,4 |
| 2020 | 233,2 | 12,9 | 4,0 | 16,5 | 53,7 | 16,9 | 0,2 | 337,2 |
| 2021 | 279,8 | 16,3 | 4,9 | 19,6 | 67,6 | 20,1 | 0,2 | 408,5 |
| 2022 | 318,7 | 19,7 | 5,7 | 22,0 | 81,3 | 22,7 | 0,2 | 470,3 |
| 2023 | 356,7 | 22,8 | 6,5 | 24,4 | 94,3 | 25,3 | 0,3 | 530,3 |
| 2024 | 365,6 | 25,1 | 6,9 | 24,5 | 103,3 | 25,9 | 0,3 | 551,5 |
| 2025 | 389,0 | 27,8 | 7,5 | 25,8 | 114,8 | 27,5 | 0,3 | 592,6 |
| Total | 2 069,9 | 130,7 | 37,9 | 141,7 | 542,6 | 147,5 | 1,5 | 3 071,9 |

3.5 Coûts des modifications

La présente section fait référence aux VEE et aux VHR en raison de l'utilisation de données spécifiques à ces véhicules. Ces véhicules sont les seuls à être considérés dans l'étude parce qu'ils représentent la quasi-totalité des ventes québécoises de VZE et de VFE.

3.5.1 Consommateurs

Achat d'électricité

Le coût annuel moyen de l'électricité consommée est estimé à 226 \$ pour un VHR et à 317 \$ pour un VEE en 2018. Cette estimation est basée sur le prix moyen de l'électricité (incluant les taxes) au 1^{er} avril 2017 pour un client résidentiel consommant 1 000 kWh par mois (0,1026 \$/kWh²⁸) et suppose qu'il augmente au fil du temps au taux de l'inflation (2 %). La consommation annuelle en termes de kilowattheures est considérée comme étant constante dans le temps et s'élève à 2 164 kWh pour un VHR et à 3 034 kWh pour un VEE²⁹.

²⁸ Source : site Web d'Hydro-Québec, *Les voitures tout électriques ou hybrides rechargeables présentent de nombreux avantages*. <http://www.hydroquebec.com/electrification-transport/transport-individuel/cout-energie.html>. Consulté le 6 avril 2017.

²⁹ Voir le tableau 13 pour la façon dont la consommation d'électricité des VZE et des VFE a été estimée.

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, le coût de l'électricité s'élève à 28,8 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmente jusqu'à 120,0 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 25). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

Achat du véhicule

Le prix d'un VZE et d'un VFE est plus élevé que celui d'un véhicule conventionnel équivalent, notamment en raison du coût de production plus élevé. L'incrément du coût de production est composé de coûts directs, comme celui de la batterie et du bloc-moteur, ainsi que de coûts indirects, comme ceux de la recherche et du développement et d'acquisition de l'équipement résidentiel de recharge. L'étude suppose que la batterie ait une durée de vie égale à celle de la voiture, soit douze ans, et que l'achat d'une deuxième batterie n'est pas nécessaire.

Partant de données de l'évaluation de mi-mandat de la législation américaine sur les émissions de GES et la consommation de carburant des véhicules (EPA, NHTSA et CARB, 2016), ainsi que des ventes de VZE et de VFE au Québec, l'incrément moyen du coût de production d'un modèle 2018 est estimé à 13 326 \$ pour un VHR et à 15 189 \$ pour un VEE³⁰. Il devrait baisser à 10 065 \$ pour un VHR modèle 2025 et à 11 021 \$ pour un VEE^{31, 32}. Si l'ensemble de ces coûts est transféré aux consommateurs, ceux-ci paieraient 154 M\$ de plus pour les modèles 2019 et 399 M\$ de plus pour les modèles 2025 en valeur actualisée, taxes incluses (tableau 19).

³⁰ Ces moyennes sont spécifiques au panier de VZE et de VFE vendus au Québec, contrairement à celles publiées dans l'analyse avantages-coûts de juin 2016 (MDDELCC, 2016a) qui reflétaient les technologies vendues en Californie. De plus, elles se basent sur des estimations de coûts plus récentes. Elles ont été obtenues à partir de chiffres exprimés en dollars américains en utilisant le taux de change moyen sur les derniers huit ans (2009 à 2016).

³¹ Ces montants incluent tant les surcoûts directs, comme le coût de la batterie, que les surcoûts indirects, comme la recherche et le développement et le coût d'acquisition de l'équipement résidentiel de recharge.

³² Les nouveaux incréments des coûts de production des VZE et des VFE demeurent dans le même ordre de grandeur que ceux publiés dans l'analyse avantages-coûts de juin 2016 (MDDELCC, 2016a). Par contre, ils reflètent mieux la diminution plus marquée des coûts en 2025, qui est le début d'un nouveau cycle de production.

Tableau 19 : Coût d'achat supplémentaire des VHR et des VEE avant rabais

| Année modèle | Ventes associées au règlement ⁽¹⁾ | | Incrément du coût de production d'un VHR et d'un VEE (\$/véhicule) ⁽²⁾ | | Taxes sur l'incrément du coût de production d'un VHR et d'un VEE (\$/véhicule) ⁽³⁾ | | Coût d'achat supplémentaire des VHR et des VEE avant rabais (en M\$, actualisés à 2017) ⁽⁴⁾ |
|--------------|--|----------------|---|----------|---|----------|--|
| | VHR | VEE | VHR | VEE | VHR | VEE | |
| 2018 | 0 | 0 | 13 326 | 15 189 | 1 996 | 2 275 | 0 |
| 2019 | 10 703 | 648 | 12 393 | 14 669 | 1 856 | 2 197 | 154 |
| 2020 | 9 347 | 9 644 | 12 093 | 14 227 | 1 811 | 2 131 | 263 |
| 2021 | 10 127 | 13 526 | 11 831 | 13 845 | 1 772 | 2 073 | 314 |
| 2022 | 11 994 | 16 642 | 11 599 | 13 511 | 1 737 | 2 023 | 361 |
| 2023 | 13 914 | 19 584 | 11 393 | 13 216 | 1 706 | 1 979 | 402 |
| 2024 | 14 371 | 22 372 | 11 208 | 12 951 | 1 678 | 1 939 | 421 |
| 2025 | 16 233 | 25 024 | 10 065 | 11 021 | 1 507 | 1 650 | 399 |
| Total | 86 689 | 107 440 | — | — | — | — | 2 314 |

(1) Voir le Tableau 7 pour la façon dont ces ventes ont été estimées.

(2) Source : EPA, NHTSA et CARB (2016) et les calculs du MDDELCC (pondération selon les ventes de VHR et de VEE au Québec et transformation en dollars canadiens). L'incrément du coût est estimé par rapport au coût de production d'un véhicule conventionnel équivalent de l'année modèle 2016. Il inclut les coûts indirects et le coût d'acquisition de l'équipement résidentiel de recharge.

(3) TPS à 5 % et TVQ à 9,975 %.

(4) Ces montants sont issus du calcul suivant : Ventes associées au règlement x (Incrément du coût de production d'un VHR ou d'un VEE + Taxes sur l'incrément du coût de production)/1 000 000, le tout actualisé à l'année 2017 au taux de 3 %.

L'étude pose comme hypothèse que l'incrément du coût de production des VZE et des VFE n'est pas totalement transféré au consommateur. Elle s'explique par le fait que le consommateur n'est pas obligé d'acheter un VZE ou un VFE et, par conséquent, il en achète seulement si ses avantages dépassent ses coûts. Le constructeur automobile peut inciter le consommateur à acheter un VZE ou un VFE en fixant un prix attrayant qui fait en sorte que les économies d'essence et d'entretien du véhicule sont au moins équivalentes au surcoût d'achat d'un tel véhicule et au coût de l'électricité.

Pour l'année modèle 2018, le rabais accordé s'élèverait à 4 810 \$ pour un VHR et à 3 843 \$ pour un VEE, ce qui réduirait le coût d'achat supplémentaire avant taxes à 8 516 \$ et 11 346 \$ respectivement. Les rabais diminuent avec les années modèles jusqu'à 3 254 \$ pour un VHR et 2 047 \$ pour un VEE pour le modèle 2025. La diminution est due notamment à la baisse du coût de production des VZE et à l'augmentation du prix de l'essence. Pour l'ensemble des VZE et des VFE associés au règlement, le coût d'achat supplémentaire après rabais serait ainsi de 104,3 M\$ pour les modèles 2019 et de 296,8 M\$ pour les modèles 2025 en valeur actualisée de 2017, taxes incluses (tableau 20).

Tableau 20 : Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE après rabais (en M\$, actualisés à 2017)

| Année modèle | Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE avant rabais | Rabais accordé au consommateur par le constructeur | | | Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE après rabais ⁽¹⁾ |
|--------------|---|--|------------------------|------------------------|--|
| | | Rabais avant taxes | TVQ associée au rabais | TPS associée au rabais | |
| 2018 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,00 |
| 2019 | 154,1 | 43,3 | 4,3 | 2,2 | 104,3 |
| 2020 | 263,3 | 63,8 | 6,4 | 3,2 | 189,9 |
| 2021 | 313,7 | 76,7 | 7,7 | 3,8 | 225,5 |
| 2022 | 361,0 | 93,6 | 9,3 | 4,7 | 253,4 |
| 2023 | 401,9 | 105,2 | 10,5 | 5,3 | 280,9 |
| 2024 | 421,4 | 120,7 | 12,0 | 6,0 | 282,7 |
| 2025 | 398,6 | 88,5 | 8,8 | 4,4 | 296,8 |
| Total | 2 313,9 | 591,8 | 59,0 | 29,6 | 1 633,5 |

(1) Ces montants sont issus du calcul suivant : Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE avant rabais – Rabais accordé par le constructeur – TVQ associée au rabais – TPS associée au rabais.

L'étude ne prend pas en compte la subvention accordée par le programme Roulez vert. Toutefois, si ce programme subventionnait les VZE et les VFE associés au règlement, l'effet net pour la société dans son ensemble demeurerait le même, l'augmentation des coûts pour le gouvernement étant égale à la diminution des coûts pour le constructeur.

La décision du consommateur d'acheter un VZE ou un VFE est également influencée par les inconvénients et les avantages non monétaires de ces véhicules. Parmi les inconvénients, il y a les craintes des consommateurs concernant l'autonomie du véhicule, la façon d'alimenter le véhicule, la disponibilité du réseau de bornes de recharge au Québec et le temps de recharge du véhicule. Parmi les avantages, il y a la possibilité d'utiliser les voies réservées au covoiturage et, dans certains cas, les voies réservées aux autobus, l'accès gratuit aux traversiers, les stationnements réservés aux véhicules électriques, la tranquillité d'esprit de faire un achat écoresponsable et la stabilité des prix de l'électricité comparée aux fluctuations du prix de l'essence. Par contre, l'étude ne tient pas compte de la façon dont les inconvénients et les avantages non monétaires influencent la prise de décision du consommateur.

3.5.2 Entreprises

Constructeurs automobiles

La production et la vente de VZE et de VFE génèrent des coûts supplémentaires pour les constructeurs automobiles. Il s'agit de surcoûts directs, comme le coût de production de la batterie, et indirects, comme les coûts de recherche et développement.

L'étude suppose que les constructeurs automobiles peuvent offrir un rabais sur l'achat d'un VZE ou d'un VFE pour faire en sorte que les économies d'essence et d'entretien du véhicule soient au moins équivalentes au surcoût d'achat du véhicule et au coût de l'électricité. Pour l'ensemble des VZE et des

VFE associés au règlement, les rabais offerts s'élèveraient à 43,3 M\$ pour les modèles 2019 et à 88,5 M\$ pour les modèles 2025 en valeur actualisée (tableau 20).

Concessionnaires et garages

Les VZE et certains VFE sont plus technologiques et ont moins de pièces mécaniques en mouvement que les véhicules traditionnels, ce qui implique moins de lubrifiants, moins d'usures et moins de risques de bris ou de corrosion. Conséquemment, les visites aux garages et chez les concessionnaires sont moins fréquentes. La présente étude estime l'impact de la diminution des changements d'huile sur le profit des garages et des concessionnaires, les autres entretiens étant moins documentés selon nos connaissances.

Les VEE ne nécessitent pas de changement d'huile et les VHR en nécessitent moins que les véhicules conventionnels. Selon Mercier (2014), les concessionnaires et les garages perdraient en moyenne 1,3 changement d'huile par année pour un VEE et 0,8 pour un VHR.

En 2018, les concessionnaires et les garages perdraient 5,26 \$ en marge de profit pour chaque VHR de plus sur la route et 8,54 \$ pour chaque VEE (tableau 21). Cette estimation est basée sur le prix de 49,99 \$ avant écofrais et taxes d'un changement d'huile chez Costco, la marge de profit des marchands d'automobiles neuves (14,8 % selon Statistique Canada, 2014) et un taux d'inflation de 2 %.

Tableau 21 : Diminution du profit des concessionnaires et des garages en raison de la baisse des changements d'huile, par VHR et VEE

| Véhicule | Nombre annuel de changements d'huile ⁽¹⁾ | | Prix moyen d'un changement d'huile avant écofrais et taxes en 2017 (\$) ⁽²⁾ | Taux de marge de profit (%) ⁽³⁾ | Marge de profit par changement d'huile en 2018 (\$) ⁽⁴⁾ | Profit manqué par année et par véhicule en 2018 (\$) ⁽⁵⁾ |
|----------|---|--|--|--|--|---|
| | Effectif | En moins par rapport au véhicule conventionnel | | | | |
| VHR | 0,5 | 0,8 | 49,99 | 14,8 | 6,57 | 5,26 |
| VEE | 0,0 | 1,3 | 49,99 | 14,8 | 6,57 | 8,54 |

(1) Source : Mercier (2014).

(2) Prix d'un changement d'huile chez Costco en janvier 2017. L'étude suppose que le prix de Costco est une moyenne. Les écofrais s'élèvent à 0,55 \$/changement d'huile et s'ajoutent au prix avant taxes.

(3) Taux de marge de profit des marchands d'automobiles neuves (Statistique Canada, 2014).

(4) Ce montant est issu du calcul suivant : 49,99 \$/changement d'huile x (0,148/1,148) x 1,02 = 6,57 \$/changement d'huile.

(5) Ces montants sont issus des calculs suivants : 6,57 \$/changement d'huile x 0,8 fois = 5,26 \$/VHR/année;
6,57 \$/changement d'huile x 1,3 fois = 8,54 \$/VEE/année.

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, la diminution du profit issu des changements d'huile s'élève à 0,7 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmente jusqu'à 3,1 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 25). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

Stations-service et raffineries

Le règlement a des impacts sur les stations-service et les raffineries à cause de la diminution de la demande d'essence. Les stations-service sont directement touchées parce que leur clientèle est québécoise. Par contre, les raffineries vendent tant au Québec que dans les provinces et États américains avoisinants. De plus, elles font du commerce de gros en achetant de l'essence déjà raffinée. L'étude suppose que les raffineries s'ajustent à une diminution de la demande interne en diminuant leurs importations d'essence raffinée et en écoulant dans les provinces et États américains avoisinants le surplus de raffinage qui n'est pas absorbé par le marché québécois.

Un VHR modèle 2018 fait perdre à l'ensemble des stations-service et des raffineries 103 \$/an en marge de profit en 2018. En raison de l'inflation, cette perte augmente par la suite à 128 \$/an à la fin de vie du véhicule (2029). Dans le cas d'un VEE de l'année modèle 2018, la perte de marge de profit s'élève à 137 \$/an en 2018 et à 171 \$/an en 2029 (tableau 22). L'estimation de la marge de profit par litre d'essence provient du Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques du MERN.

Tableau 22 : Diminution du profit des stations-service et des raffineries pendant la durée de vie d'un VHR ou d'un VEE modèle 2018

| Année | Économie d'essence ⁽¹⁾ (litres/véhicule/an) | | Diminution de profit ⁽²⁾ (\$/véhicule/an) | |
|--------------|---|---------------|---|--------------|
| | VHR | VEE | VHR | VEE |
| 2018 | 730 | 974 | 103 | 137 |
| 2019 | 730 | 974 | 105 | 140 |
| 2020 | 730 | 974 | 107 | 143 |
| 2021 | 730 | 974 | 109 | 146 |
| 2022 | 730 | 974 | 111 | 149 |
| 2023 | 730 | 974 | 114 | 152 |
| 2024 | 730 | 974 | 116 | 155 |
| 2025 | 730 | 974 | 118 | 158 |
| 2026 | 730 | 974 | 121 | 161 |
| 2027 | 730 | 974 | 123 | 164 |
| 2028 | 730 | 974 | 126 | 167 |
| 2029 | 730 | 974 | 128 | 171 |
| Total | 8 760 | 11 688 | 1 381 | 1 843 |

(1) Montants issus du tableau 8 pour l'année modèle 2018.

(2) Ces montants sont issus du calcul suivant : Économie d'essence x Marge de profit des stations-service (\$/litre). Les estimations de la marge de profit des stations-service sont fournies par le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques du MERN pour la période de 2018 à 2030. L'évolution du prix de l'essence n'a pas d'incidence sur ces marges.

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, la diminution du profit des stations-service et des raffineries s'élève à 12,5 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmente jusqu'à 36,1 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 25). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

3.5.3 Gouvernement du Québec

Taxes provinciales sur l'essence

L'économie d'essence que permettent les VZE et les VFE entraîne une baisse des recettes publiques issues de la taxation de l'essence. Un VHR de l'année modèle 2018 fait diminuer l'achat d'essence de 730 litres par année, ce qui engendre une diminution des revenus issus des taxes provinciales sur l'essence de 225 \$. Pour un VEE de l'année modèle 2018, l'économie d'essence est de 974 litres par année, ce qui se traduit par une diminution des taxes provinciales de 300 \$ (tableau 23). Cette perte augmente au fil du temps en raison de l'augmentation du prix de l'essence. À la fin de la durée de vie du véhicule, cette diminution de taxes perçues pour l'année modèle 2018 s'élève à 257 \$ pour un VHR et à 343 \$ pour un VEE.

La perte de taxes sur l'essence diminue pour les années modèles subséquentes en raison de la diminution des économies d'essence, diminution attribuable à la moindre consommation des véhicules conventionnels qui s'améliorent pour respecter les normes fédérales sur les émissions de GES. En effet, l'année modèle 2025 fait diminuer l'achat d'essence de 519 litres par année pour un VHR et de 687 litres par année pour un VEE. Cette diminution des taxes provinciales s'élève à 160 \$ pour un VHR et à 212 \$ pour un VEE en 2025.

Sur le territoire de l'Agence métropolitaine de transport (AMT) de Montréal, la taxe provinciale sur les carburants est majorée de 0,03 \$/litre (Revenu Québec, 2015). Sachant que 47 % des VHR et 38 % des VEE en circulation au Québec à la fin de 2014 se trouvaient sur ce territoire (données de la SAAQ et calculs du MDDELCC), cette taxe supplémentaire diminue de 24 \$ pour un VHR et de 32 \$ pour un VEE de l'année modèle 2018.

Tableau 23 : Diminution des recettes issues des taxes provinciales sur l'essence pendant la durée de vie d'un VHR ou d'un VEE modèle 2018

| Année | Taxes provinciales sur l'essence ⁽¹⁾ (\$/litre) | | Économie d'essence ⁽²⁾ (litres/véhicule/an) | | Diminution des taxes provinciales sur l'essence (\$/véhicule/an) | | | |
|--------------|---|-------------------------------------|---|---------------|---|--------------|--|------------|
| | La plupart des régions | Grand Montréal (3 cents de plus) | VHR | VEE | La plupart des régions ⁽³⁾ | | Grand Montréal (de plus) ⁽⁴⁾ | |
| | | | | | VHR | VEE | VHR | VEE |
| 2018 | 0,308 | 0,033 | 730 | 974 | 225 | 300 | 24 | 32 |
| 2019 | 0,311 | 0,033 | 730 | 974 | 227 | 303 | 24 | 32 |
| 2020 | 0,314 | 0,033 | 730 | 974 | 229 | 306 | 24 | 32 |
| 2021 | 0,319 | 0,033 | 730 | 974 | 233 | 311 | 24 | 32 |
| 2022 | 0,325 | 0,033 | 730 | 974 | 237 | 317 | 24 | 32 |
| 2023 | 0,329 | 0,033 | 730 | 974 | 240 | 320 | 24 | 32 |
| 2024 | 0,334 | 0,033 | 730 | 974 | 244 | 325 | 24 | 32 |
| 2025 | 0,339 | 0,033 | 730 | 974 | 247 | 330 | 24 | 32 |
| 2026 | 0,342 | 0,033 | 730 | 974 | 250 | 333 | 24 | 32 |
| 2027 | 0,346 | 0,033 | 730 | 974 | 253 | 337 | 24 | 32 |
| 2028 | 0,349 | 0,033 | 730 | 974 | 255 | 340 | 24 | 32 |
| 2029 | 0,352 | 0,033 | 730 | 974 | 257 | 343 | 24 | 32 |
| Total | — | — | 8 760 | 11 688 | 2 897 | 3 865 | 289 | 384 |

(1) Il s'agit de la TVQ (9,975 %) et de la taxe sur les carburants (0,192 \$/litre pour la plupart des régions du Québec; 0,03 \$/litre de plus à Montréal; les autres majorations ou réductions ont été ignorées pour simplifier les calculs). La TVQ a été estimée en se basant sur les prévisions du Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques du MERN sur l'évolution du prix de l'essence. Les taxes supplémentaires pour Montréal incluent la TVQ sur le surplus de taxe sur les carburants.

(2) Voir le tableau 8 pour la façon dont l'économie d'essence a été calculée.

(3) Ces montants sont issus du calcul suivant : Taxes provinciales sur l'essence (Ensemble du Québec) x Économie d'essence.

(4) Ces montants sont issus du calcul suivant : Taxes provinciales sur l'essence (Grand Montréal) x Économie d'essence.

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, la diminution des recettes issues des taxes provinciales sur l'essence s'élève à 28,6 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmente jusqu'à 80,4 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 25). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE et du prix de l'essence. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

TVQ sur le changement d'huile

La diminution du nombre de changements d'huile engendre des pertes, non seulement aux concessionnaires et aux garages, mais également au gouvernement du Québec parce qu'il perçoit de la TVQ sur ce service. En 2018, le gouvernement du Québec perdrait ainsi 4,11 \$ pour chaque VHR de plus sur la route et 6,68 \$ pour chaque VEE (tableau 24). Cette estimation est basée sur le prix d'un changement d'huile chez Costco en 2017, la diminution du nombre de changements d'huile par véhicule telle que calculée par Mercier (2014) et un taux d'inflation de 2 %.

Tableau 24 : Diminution des revenus de la TVQ issus des changements d'huile, par VHR ou VEE

| Véhicule | Nombre annuel de changements d'huile ⁽¹⁾ | | TVQ sur le changement d'huile en 2017 (\$/changement d'huile) ⁽²⁾ | TVQ manquée en 2018 (\$/véhicule/année) ⁽³⁾ |
|----------|---|--|--|--|
| | Effectif | En moins par rapport au véhicule conventionnel | | |
| VHR | 0,5 | 0,8 | 5,04 | 4,11 |
| VEE | 0,0 | 1,3 | 5,04 | 6,68 |

(1) Source : Mercier (2014).

(2) TVQ d'un changement d'huile chez Costco en janvier 2017. L'étude suppose que le prix de Costco est une moyenne. Le montant est issu du calcul suivant : $9,975\% \times (49,99 \$ [\text{prix d'un changement d'huile}] + 0,55 \$ [\text{écofrais}]) = 5,04 \$$.

(3) Ces montants sont issus des calculs suivants : $5,04 \$/\text{changement d'huile} \times 0,8 \text{ fois} \times 1,02 = 4,11 \$/\text{VHR/année}$; $5,04 \$/\text{changement d'huile} \times 1,3 \text{ fois} \times 1,02 = 6,68 \$/\text{VEE/année}$.

Sur la durée de vie des VZE et des VFE associés au règlement, la diminution des recettes issues de la TVQ sur les changements d'huile s'élève à 0,5 M\$ pour l'année modèle 2019 et augmente jusqu'à 2,4 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableau 25). Cette hausse est attribuable à l'augmentation des ventes annuelles de VZE et de VFE. Les montants sont actualisés à l'année 2017 à l'aide d'un taux d'actualisation de 3 %.

3.5.4 Synthèse des coûts

Le tableau 25 présente les coûts associés au règlement pour les années modèles 2018 à 2025. Chaque coût fait référence à tous les VZE et les VFE associés au règlement et représente l'agrégation des coûts annuels sur leur durée de vie (douze ans), actualisés à l'année 2017 au taux de 3 %.

Le coût le plus élevé est le coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE qui s'élève à 104,3 M\$ pour l'année modèle 2019 et à 296,8 M\$ pour l'année modèle 2025. Il est suivi par les rabais accordés par les constructeurs (respectivement 43,3 M\$ et 88,5 M\$), le coût de l'électricité pour le consommateur (28,8 M\$ et 120,0 M\$), la diminution des recettes issues des taxes provinciales sur l'essence (28,6 M\$ et 80,4 M\$) et la diminution du profit des stations-service et des raffineries (12,5 M\$ et 36,1 M\$). La diminution des changements d'huile génère les moindres coûts.

Tableau 25 : Coûts associés au règlement (en M\$, actualisés à 2017)

| Année modèle | Consommateurs | | Constructeurs automobiles | Garages et concessionnaires | Stations-service et raffineries | Gouvernement du Québec | | Total |
|--------------|---|-----------------------|---------------------------|---|---|---|--|----------------|
| | Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE ⁽¹⁾ | Coût de l'électricité | Rabais accordé à la vente | Diminution du profit issu des changements d'huile | Diminution du profit issu de la vente d'essence | Diminution des recettes issues des taxes provinciales sur l'essence | Diminution de la TVQ issue des changements d'huile | |
| 2018 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 2019 | 104,3 | 28,8 | 43,3 | 0,7 | 12,5 | 28,6 | 0,5 | 218,6 |
| 2020 | 189,9 | 56,1 | 63,8 | 1,4 | 22,7 | 51,6 | 1,1 | 386,7 |
| 2021 | 225,5 | 70,7 | 76,7 | 1,8 | 27,0 | 61,0 | 1,4 | 464,1 |
| 2022 | 253,4 | 85,0 | 93,6 | 2,2 | 30,4 | 68,4 | 1,7 | 534,7 |
| 2023 | 280,9 | 98,6 | 105,2 | 2,5 | 33,7 | 75,5 | 2,0 | 598,5 |
| 2024 | 282,7 | 108,0 | 120,7 | 2,8 | 34,2 | 76,5 | 2,2 | 627,0 |
| 2025 | 296,8 | 120,0 | 88,5 | 3,1 | 36,1 | 80,4 | 2,4 | 627,3 |
| Total | 1 633,5 | 567,1 | 591,8 | 14,5 | 196,5 | 442,0 | 11,3 | 3 456,8 |

(1) C'est le coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE après rabais.

3.6 Synthèse des impacts

Pour les années modèles 2019 à 2025, le règlement génère légèrement moins d'avantages que de coûts. Les ratios avantages/coûts varient ainsi entre 0,83 et 0,94 selon l'année modèle et s'améliorent dans le temps (tableau 26). Cette amélioration devrait se poursuivre au-delà de 2025, notamment en raison de la diminution du coût de production des VZE et des VFE et de l'augmentation du prix de l'essence. Ces ratios sont inférieurs à ceux de l'analyse avantages-coûts publiée en juin 2016 (MDDELCC, 2016a) notamment en raison de la diminution du kilométrage en mode électrique des VHR (de 75 % à 55 %).

Pour l'année modèle 2018, on estime que les constructeurs auront suffisamment de crédits pour ne pas dépasser les ventes du scénario de base. En effet, les crédits accordés aux années modèles 2014 à 2017 sont suffisants pour couvrir les ventes supplémentaires exigées par le règlement. Par conséquent, le règlement n'a pas d'impacts sur la société pour cette année modèle.

Tableau 26 : Ratios avantages/coûts du règlement, par année modèle

| Année modèle | Ratios avantages/coûts |
|--------------|------------------------|
| 2018 | - |
| 2019 | 0,83 |
| 2020 | 0,87 |
| 2021 | 0,88 |
| 2022 | 0,88 |
| 2023 | 0,89 |
| 2024 | 0,88 |
| 2025 | 0,94 |

Certains acteurs de la société sortent gagnants, soit les consommateurs, le gouvernement du Québec, l'environnement et le secteur des bornes de recharge, tandis que d'autres sont désavantagés, soit les constructeurs automobiles, les stations-service, les raffineries et les garages.

Consommateurs

Les consommateurs devraient bénéficier d'une meilleure offre de VZE et de VFE suivant la mise en place du règlement. Plus de modèles devraient être disponibles au Québec et le service offert par les concessionnaires devrait s'améliorer. Par contre, l'avantage net pour les consommateurs qui décident d'acheter des VZE ou des VFE est à son minimum pour chacune des années modèles 2019 à 2025. En effet, les avantages issus des économies d'essence (126,9 M\$ pour l'année modèle 2019) et du changement d'huile (6,1 M\$) couvrent tout juste les coûts supplémentaires d'achat des véhicules (104,3 M\$) et de l'électricité (28,8 M\$), et ce, en tenant compte que les constructeurs automobiles accordent un rabais à l'achat.

Gouvernement du Québec

Le règlement génère, pour l'année modèle 2019, un avantage net pour le gouvernement du Québec (7,4 M\$) en raison de l'augmentation des ventes d'électricité (27,5 M\$) et des revenus issus de la TVQ sur les véhicules (9,0 M\$), et ce, malgré la baisse de revenus issus des taxes sur l'essence (28,6 M\$) et de la TVQ perçue sur les changements d'huile (0,5 M\$) (tableau 27). Le bilan positif du gouvernement du Québec s'améliore avec les années modèles en raison de l'augmentation des ventes de VZE et de VFE (tableau 28 pour l'année modèle 2025). De plus, le gouvernement en tant que consommateur bénéficie également d'une meilleure offre de VZE et de VFE.

Environnement

Le règlement fera diminuer certains polluants atmosphériques comme les NOx, les MP et le SO₂, ainsi que les émissions de GES. Pour l'année modèle 2019, les dommages évités sont estimés à 0,1 M\$ dans le cas des polluants atmosphériques et à 9,3 M\$ dans le cas des GES (tableau 27). Ces avantages augmentent avec les années modèles en raison de l'augmentation des ventes de VZE et de VFE, et ce, malgré la diminution des réductions par véhicule découlant du resserrement des normes fédérales. Pour l'année modèle 2025, les dommages évités sont estimés à 0,3 M\$ dans le cas des polluants atmosphériques et à 27,5 M\$ dans le cas des GES (tableau 28).

Fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge

Le règlement fait augmenter les ventes et les installations de bornes de recharge résidentielles et publiques en raison de l'augmentation du nombre de VZE et de VFE en circulation. L'augmentation des profits du secteur est estimée à 2,5 M\$ en 2019 et à 7,5 M\$ en 2025 pour les activités de commercialisation et d'installation de bornes de recharge (tableaux 27 et 28).

Constructeurs automobiles

Afin d'encourager la vente de véhicules électriques pour atteindre leurs exigences, les constructeurs automobiles pourraient décider d'accorder des rabais aux consommateurs d'au moins 43,3 M\$ pour les modèles 2019 et de 88,5 M\$ pour les modèles 2025 (tableaux 27 et 28). Le montant total des réductions accordées augmente avec les années modèles en raison de l'augmentation des ventes de VZE et de VFE et malgré la réduction du rabais par véhicule³³. Ces rabais ne tiennent pas compte des barrières non monétaires à l'achat des VZE et des VFE, ce qui pourrait faire augmenter les montants.

Stations-service et raffineries

Le règlement fait diminuer le profit des stations-service et des raffineries en raison de la diminution de la demande d'essence. Le manque à gagner s'élève à 12,5 M\$ pour l'année modèle 2019 et à 36,1 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableaux 27 et 28). Il est partagé moitié-moitié entre les stations-service et les raffineries.

Concessionnaires et garages

Les concessionnaires et les garages voient leurs profits diminuer en raison de la réduction du nombre de changements d'huile. Le manque à gagner s'élève à 0,7 M\$ pour l'année modèle 2019 et à 3,1 M\$ pour l'année modèle 2025 (tableaux 27 et 28). De plus, certains concessionnaires et garages investiront dans les équipements et la formation nécessaires pour l'entretien des VZE et des VFE et dans la promotion des véhicules électriques, dans le cas des concessionnaires.

Balance commerciale

Le règlement a un impact négatif sur la balance commerciale, car l'augmentation de la valeur d'importation des véhicules (90,7 M\$ pour l'année modèle 2019³⁴) est plus importante que la diminution des importations d'essence (72,5 M\$³⁵). La balance commerciale diminue ainsi de 18,2 M\$ pour l'année modèle 2019. Cet impact ne se retrouve pas dans les tableaux ci-dessous pour éviter le double comptage, la diminution des importations d'essence se retrouvant déjà dans les économies d'essence des consommateurs et l'augmentation de la valeur des importations de véhicules, dans le coût d'achat des VZE.

³³ La réduction par véhicule diminue en raison de la baisse des coûts de production des VZE et des VFE.

³⁴ Ce montant représente le coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE après rabais et avant TVQ et TPS [104,3 M\$/(1 + 0.05 + 0.09975)].

³⁵ Ce montant représente les économies d'essence des modèles 2019 au prix d'importation de l'essence (calculé à partir du prix au détail, en soustrayant les taxes et les marges de profits des stations-service et des raffineries).

**Tableau 27 : Avantages et coûts du règlement pour l'année modèle 2019
(en M\$ actualisés à 2017)**

| Impact | Avantages | Coûts | Impact net |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Environnement | 9,3 | | 9,3 |
| Polluants atmosphériques | 0,1 | | |
| GES | 9,3 | | |
| Gouvernement du Québec | 36,6 | 29,1 | 7,4 |
| TVQ incrément du prix d'achat des VZE et des VFE | 9,0 | | |
| Revenus issus de la vente d'électricité | 27,5 | | |
| Taxes provinciales sur l'essence | | 28,6 | |
| TVQ changement d'huile | | 0,5 | |
| Consommateurs | 133,0 | 133,0 | 0,0 |
| Économie d'essence | 126,9 | | |
| Économie de changement d'huile | 6,1 | | |
| Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE | | 104,3 | |
| Achat d'électricité | | 28,8 | |
| Constructeurs automobiles | | 43,3 | -43,3 |
| Rabais avant taxes accordés aux consommateurs | | 43,3 | |
| Stations-service et raffineries | | 12,5 | -12,5 |
| Profit vente d'essence | | 12,5 | |
| Garages et concessionnaires | | 0,7 | -0,7 |
| Profit changement d'huile | | 0,7 | |
| Fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge | 2,5 | | 2,5 |
| Augmentation du profit | 2,5 | | |
| Total | 181,4 | 218,6 | -37,2 |

**Tableau 28 : Avantages et coûts du règlement pour l'année modèle 2025
(en M\$ actualisés à 2017)**

| Impact | Avantages | Coûts | Impact net |
|---|--------------|--------------|--------------|
| Environnement | 27,7 | | 27,7 |
| Polluants atmosphériques | 0,3 | | |
| GES | 27,5 | | |
| Gouvernement du Québec | 140,5 | 82,8 | 57,7 |
| TVQ incrément du prix d'achat des VZE et des VFE | 25,8 | | |
| Revenus issus de la vente d'électricité | 114,8 | | |
| Taxes provinciales sur l'essence | | 80,4 | |
| TVQ changement d'huile | | 2,4 | |
| Consommateurs | 416,8 | 416,8 | 0,0 |
| Économie d'essence | 389,0 | | |
| Économie de changement d'huile | 27,8 | | |
| Coût d'achat supplémentaire des VZE et des VFE | | 296,8 | |
| Achat d'électricité | | 120,0 | |
| Constructeurs automobiles | | 88,5 | -88,5 |
| Rabais avant taxes accordés aux consommateurs | | 88,5 | |
| Stations-service et raffineries | | 36,1 | -36,1 |
| Profit vente d'essence | | 36,1 | |
| Garages et concessionnaires | | 3,1 | -3,1 |
| Profit changement d'huile | | 3,1 | |
| Fabricants, commerçants et installateurs de bornes de recharge | 7,5 | | 7,5 |
| Augmentation du profit | 7,5 | | |
| Total | 592,6 | 627,3 | -34,7 |

3.7 Sensibilité des impacts

Outre les réserves mentionnées à la section 3.3 concernant l'estimation des ventes de VZE et de VFE, cette section présente la façon dont les avantages et les coûts changent lorsque le prix de l'essence et le coût de production d'un VZE ou d'un VFE changent. Le tableau 29 en synthétise les impacts.

Prix de l'essence

Si le prix de l'essence continuait d'augmenter au rythme observé de 1998 à 2014, c'est-à-dire à un taux de croissance annuel moyen de 5,6 %, les avantages du règlement seraient supérieurs aux coûts. Le ratio avantages/coûts augmenterait ainsi de 0,83 à 1,06 pour l'année modèle 2019 et de 0,94 à 1,34 pour l'année modèle 2025. Dans cette situation, les avantages du règlement surpasseraient les inconvénients dès 2019.

Les économies d'essence seraient suffisamment élevées pour compenser le surplus du coût d'achat sans devoir recourir à un rabais des constructeurs automobiles. Par ailleurs, le gain du gouvernement du Québec diminuerait en raison des recettes manquées issues des taxes sur l'essence qui seraient plus élevées. Les autres impacts (environnement, stations-service, raffineries, garages, concessionnaires et fabricants de bornes de recharge) resteraient inchangés.

Incrément du coût de production des VZE et des VFE

Le coût supplémentaire de production des VZE et des VFE est une autre variable qui influence considérablement le bilan des coûts et des avantages du règlement. Une diminution de 20 % de ce coût change le bilan de négatif à positif pour les modèles 2025. En effet, le ratio avantages/coûts augmente de 0,94 à 1,02 pour l'année modèle 2025.

La diminution du coût de production des VZE et des VFE avantagerait les constructeurs automobiles et les consommateurs. Les impacts sur l'environnement, le gouvernement du Québec, les stations-service, les raffineries, les garages, les concessionnaires et les fabricants de bornes de recharge resteraient les mêmes.

Tableau 29 : Principales variables influençant le bilan des avantages et des coûts du règlement

| Variable | Changement dans la variable | Nouveau ratio avantages/coûts |
|--|--|-------------------------------|
| Prix de l'essence | Augmentation au même taux que celui de 1998 à 2014 (5,6 %) | 1,06 (2019) 1,34 (2025) |
| Incrément du coût de production des VZE et des VFE | Diminution de 20 % | 0,94 (2019) 1,02 (2025) |

4. ADAPTATION DES EXIGENCES AUX PETITES ET MOYENNES ENTREPRISES

Seuls les grands constructeurs et les constructeurs moyens sont visés par le règlement. Les petits constructeurs peuvent accumuler des crédits pour les VZE et les VFE vendus et les vendre aux constructeurs assujettis.

5. COMPÉTITIVITÉ DES EXIGENCES ET IMPACTS SUR LE COMMERCE AVEC LES PARTENAIRES ÉCONOMIQUES DU QUÉBEC

Compétitivité des exigences

La plupart des exigences du règlement sont similaires à celles de la norme VZE de la Californie et de neuf autres États américains. Il s'agit notamment des critères d'assujettissement des constructeurs automobiles (ventes de 4 501 à 20 000 véhicules légers par année), du système de crédits et de ses paramètres tels les pourcentages exigés, les formules d'attribution des crédits en fonction de l'autonomie du véhicule et l'échange de crédits entre constructeurs.

Il existe également certaines différences avec la norme VZE américaine. Par exemple, au Québec, il y a la possibilité d'accumuler des crédits suite à la vente de certains véhicules remis en état et de véhicules neufs des années modèles 2014 à 2017. Également, au Québec, les constructeurs automobiles seront limités dans l'utilisation de crédits accumulés dans les périodes de conformité antérieures afin d'éviter la problématique associée à la suraccumulation de crédits, comme en Californie. Par ailleurs, les crédits ne pourront pas circuler entre le Québec et les États américains pour s'assurer que l'accumulation de crédits provient de VZE vendus au Québec.

Impacts sur le commerce extérieur

Tous les constructeurs automobiles visés par le règlement se trouvent à l'extérieur du Québec.

6. CONCLUSION

Le règlement est une des actions du gouvernement du Québec pour l'atteinte de l'objectif d'immatriculation de 100 000 véhicules électriques d'ici 2020. Il vise à assurer un minimum de ventes de VZE et de VFE dans l'ensemble de l'offre de véhicules automobiles au Québec. Il est estimé que 42 686 VZE et VFE seront en circulation en 2019 et leur nombre continuera d'augmenter pour atteindre 325 351 en 2026. Selon ces prévisions, le règlement permettra de dépasser l'objectif gouvernemental de 300 000 véhicules électriques et hybrides rechargeables en circulation en 2026.

Ainsi, le règlement permet aux consommateurs de bénéficier d'une plus grande offre de VZE et de VFE, d'un choix de modèles diversifiés et d'un meilleur service chez les concessionnaires. Par exemple, il devrait améliorer l'offre de VZE, ce qui bénéficiera aux consommateurs. Conséquemment, plus de modèles devraient être disponibles au Québec et le service offert par les concessionnaires devrait s'améliorer.

De plus, le règlement présente des avantages pour plusieurs acteurs, comme les consommateurs, le gouvernement et certaines entreprises impliquées dans l'électrification des transports. De même, le règlement entraînera des effets positifs sur la santé de la population et la qualité de l'environnement. La diminution de certains polluants atmosphériques comme les oxydes d'azote (NOx), le gaz organique non méthanique (GONM), les matières particulaires (MP) et le dioxyde de soufre (SO₂) évite des dommages liés à la santé estimés à 0,1 M \$ pour l'année modèle 2019. Dans le cas des gaz à effet de serre (GES), les dommages évités sont estimés à 9,3 M\$ pour la même année modèle.

Le règlement bénéficie également au gouvernement du Québec qui en tire un avantage net de 7,4 M\$ pour l'année modèle 2019 et sur l'ensemble de la durée de vie de ces véhicules. Cet avantage est attribuable notamment à l'utilisation d'une partie des surplus d'électricité. De plus, le gouvernement en tant que consommateur bénéficie également d'une meilleure offre de VZE et de VFE.

L'augmentation du nombre de véhicules électriques au Québec avantage également les fabricants, les commerçants et les installateurs de bornes de recharge (2,5 M\$ pour l'année modèle 2019) ainsi que les propriétaires de bornes de recharge publiques, et crée une demande additionnelle pour les entreprises québécoises spécialisées dans les composantes de véhicules électriques (systèmes de motorisation, batteries, systèmes électroniques, etc.).

Le règlement présente toutefois des inconvénients pour d'autres acteurs économiques comme les constructeurs automobiles, les raffineurs, les stations-service, les garages et les concessionnaires. Ainsi, le coût net s'élèverait à 43,3 M\$ pour les véhicules de l'année modèle 2019 si les constructeurs automobiles décidaient d'accorder des rabais aux consommateurs afin d'encourager la vente de véhicules électriques pour atteindre leurs exigences. Pour les stations-service et les raffineries, la diminution des profits, en raison de la baisse des ventes d'essence, s'élèverait à 12,5 M\$ pour la même année modèle. Finalement, les garages et les concessionnaires verraient aussi une légère réduction de leurs profits (0,7 M\$) en raison de la baisse du nombre de changements d'huile.

Au total, le règlement génère légèrement moins d'avantages que de coûts pour les années modèles 2019 à 2025. En effet, les ratios avantages/coûts varient entre 0,83 et 0,94 selon l'année modèle et s'améliorent dans le temps. Pour les années modèles 2026 et suivantes, les avantages pourraient dépasser les coûts en raison de la diminution potentielle des coûts des batteries et de l'augmentation des prix de l'essence. Il est donc attendu que l'impact négatif diminue dans le temps au fur et à mesure que les surcoûts liés à la fabrication et à la recherche sur les VZE et les VFE diminueront. Par ailleurs, le déploiement de la filière de l'électrification pour les véhicules légers permet d'offrir des alternatives durables aux citoyens et favoriser les changements de comportement en matière de transport, ce qui à moyen et long terme est nécessaire pour la qualité de l'air et la qualité de vie des citoyens.

7. RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (CARB). 2017a. *ZEV Compliance Calculator*. [En ligne]. https://www.arb.ca.gov/msprog/zevprog/zevcalculator/zevcalculator_2017.xlsx. Consulté le 25 avril 2017.
- CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (CARB). 2017b. *California's Advanced Clean Cars Midterm Review. Appendix I*. [En ligne]. https://www.arb.ca.gov/msprog/acc/mtr/appendix_i.pdf. Consulté le 5 avril 2017.
- CANBING, L., Y. CAO, M. ZHANG, J. WANG, J. LIU, H. SHI ET Y. GENG. 2014. *Hidden Benefits of Electric Vehicles for Addressing Climate Change*. Scientific Reports 5: 9213, DOI: 10.1038/srep09213, Nature Publishing Group. [En ligne]. <http://www.nature.com/srep/2015/150319/srep09213/pdf/srep09213.pdf>. Consulté le 10 juin 2015.
- CENTRE INTERNATIONAL DE RÉFÉRENCE SUR LE CYCLE DE VIE DES PRODUITS PROCÉDÉS ET SERVICES (CIRAIG). 2016. *Analyse de cycle de vie comparative des impacts environnementaux potentiels du véhicule conventionnel et véhicule électrique dans un contexte d'utilisation québécois*. Préparé pour Hydro-Québec. [En ligne]. <http://www.hydroquebec.com/developpement-durable/centre-documentation/pdf/analyse-comparaison-vehicule-electrique-vehicule-conventionnel.pdf>. Consulté le 24 octobre 2016.
- CORPORATION DES MAÎTRES ÉLECTRICIENS DU QUÉBEC (CMEQ). 2016. *Taux horaires recommandés pour un électricien de construction – Une initiative de la CMEQ. En vigueur au 1^{er} janvier 2016*. [En ligne]. https://www.cmeq.org/fileadmin/user_upload/documents/Documents_administratifs/2016_TAUX_Horaires_1er_janvier.pdf. Consulté le 5 avril 2017.
- COMPETITIVE ELECTRIC TOWN TRANSPORT (COMPETT). 2013. *Noise from Electric Vehicles – a Literature Survey*. [En ligne]. http://www.compett.org/documents/wp_3_report_noise_from_electric_vehicles_a_literature_survey.pdf. Consulté le 10 juin 2015.
- CORPORATION DES CONCESSIONNAIRES D'AUTOMOBILES DU QUÉBEC (CCAQ). 2016. *Démarrer une carrière dans l'industrie automobile, ça vous intéresse? C'est à votre portée!* [En ligne]. <http://public.ccaq.com/2406/carrieres-dans-lautomobile>. Consulté le 3 avril 2016.
- DESROSIERS AUTOMOTIVE CONSULTANTS INC. 2016. *Automotive Yearbook 2016*.
- DROR, M. B., F. AN, D. DING ET A. HABU. 2014. *Evaluating California's Zero-Emission Vehicle (ZEV) Credits and Trading Mechanism and its Potential Suitability for Implementation in Chinese Cities*. [En ligne]. <http://www.efchina.org/Attachments/Report/report-ctp-20141101/zev-credits-regulation-and-cap-and-trade-program>. Consulté le 31 mai 2016.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2012. *Étude d'impact de la réglementation pour le Règlement modifiant le Règlement sur les émissions de gaz à effet de serre des automobiles à passagers et des camions légers*. Gazette du Canada du 8 décembre 2012.
- ENVIRONNEMENT CANADA. 2014. *Rapport d'inventaire national 1990-2013, partie 2 – Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada. La proposition canadienne concernant la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques*. [En ligne]. https://ec.gc.ca/ges-ghg/5B59470C-518A-4D15-A832-75F6F6D8400D/NIR2015_Executive_Summary_FR.pdf. Consulté le 1^{er} mars 2016.

- ENVIRONNEMENT ET CHANGEMENT CLIMATIQUE CANADA. 2016. *Mise à jour technique des estimations du coût social des gaz à effet de serre réalisées par Environnement et Changement climatique Canada*. [En ligne]. <http://ec.gc.ca/cc/BE705779-0495-4C53-BC29-6A055C7542B7/Mise%20%E0%20jour%20technique%20des%20estimations%20du%20co%FBt%20social%20des%20gaz%20%E0%20effet%20de%20serre%20r%E9alis%E9es%20par%20Environnement%20et%20Changement%20climatique%20Canada.pdf>. Consulté le 7 avril 2016.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA), NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION (NHTSA) ET CALIFORNIA AIR RESOURCES BOARD (CARB). 2016. *Draft Technical Assessment Report: Midterm Evaluation of Light-Duty Vehicle Greenhouse Gas Emission Standards and Corporate Average Fuel Economy Standards for Model Years 2022-2025*. [En ligne]. <https://nepis.epa.gov/Exe/ZyPDF.cgi/P100OXEO.PDF?Dockkey=P100OXEO.PDF>. Consulté le 6 avril 2017.
- EXTRACT RECHERCHE MARKETING. 2014. *Sondage téléphonique auprès des participants au programme « Roulez électrique »*. Réalisé pour le Bureau de l'efficacité et de l'innovation énergétiques (BEIE).
- HYDRO-QUÉBEC. 2014. *État d'avancement 2014 du Plan d'approvisionnement 2014-2023*. [En ligne]. http://publicsde.regie-energie.qc.ca/projets/232/DocPri/R-3864-2013-B-0007-Demande-Piece-2013_11_01.pdf. Consulté le 21 mai 2015.
- INDUSTRIE CANADA. 2017a. *Entreprises – Statistiques relatives à l'industrie canadienne. Réparation et entretien mécaniques et électriques de véhicules automobiles – 81111*. [En ligne]. <https://www.ic.gc.ca/app/scr/app/cis/businesses-entreprises/81111>. Consulté le 4 avril 2017.
- INDUSTRIE CANADA. 2017b. *Entreprises – Statistiques relatives à l'industrie canadienne. Stations-service – 4471*. [En ligne]. <https://www.ic.gc.ca/app/scr/app/cis/businesses-entreprises/4471>. Consulté le 4 avril 2017.
- INSTITUT NATIONAL DE SANTÉ PUBLIQUE DU QUÉBEC (INSPQ). 2007. *Estimation des impacts sanitaires de la pollution atmosphérique au Québec : essai d'utilisation du Air Quality Benefits Assessment Tool (AQBAT)*. Publication 817, 60 p.
- MERCIER, X. 2014. *Programme de rabais à l'achat ou à la location d'un véhicule électrique neuf : une analyse coûts-bénéfices*. Mémoire présenté en vue de l'obtention du grade de maîtrise ès sciences. HEC Montréal.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2016a. *Analyse des avantages et des coûts d'un projet de norme sur les véhicules zéro émission*. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/vze/analyse-avantages-couts.pdf>. Consulté le 25 avril 2017.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DE L'ENVIRONNEMENT ET DE LA LUTTE CONTRE LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES (MDDELCC). 2016b. *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2014 et leur évolution depuis 1990*. [En ligne]. <http://www.mddelcc.gouv.qc.ca/changements/ges/2014/Inventaire1990-2014.pdf>. Consulté le 6 avril 2017.
- MULLER, N. Z., ET R. MENDELSON. 2012. « Efficient Pollution Regulation: Getting the Prices Right: Corrigendum (Mortality Rate Update) ». *American Economic Review*, vol. 102, n° 1, p. 613-616.
- REVENU QUÉBEC. 2015. *Tableau des taux de taxe applicables dans les différentes régions du Québec en vigueur à partir du 1^{er} avril 2015*. [En ligne]. [http://www.revenuquebec.ca/documents/fr/formulaires/ca/ca-1\(2015-04\).pdf](http://www.revenuquebec.ca/documents/fr/formulaires/ca/ca-1(2015-04).pdf). Consulté le 21 mai 2015.

- RESSOURCES NATURELLES CANADA. 2011. *Enquête sur les véhicules au Canada*. [En ligne]. <http://oee.nrcan.gc.ca/publications/statistiques/evc09/pdf/evc09.pdf>. Consulté le 3 février 2016.
- STATISTIQUE CANADA. 2014. *Commerce de détail, statistiques d'exploitation, par province et territoire (Québec) 2012*. [En ligne]. <http://www.statcan.gc.ca/tables-tableaux/sum-som/l02/cst01/trad38fra.htm>. Consulté le 5 avril 2017.
- VERHEIJEN, E., ET J. JABBEN. 2010. *Effect of electric cars on traffic noise and safety*. [En ligne]. <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/680300009.pdf>. Consulté le 10 juin 2015.



**Développement durable,
Environnement et Lutte
contre les changements
climatiques**

Québec

