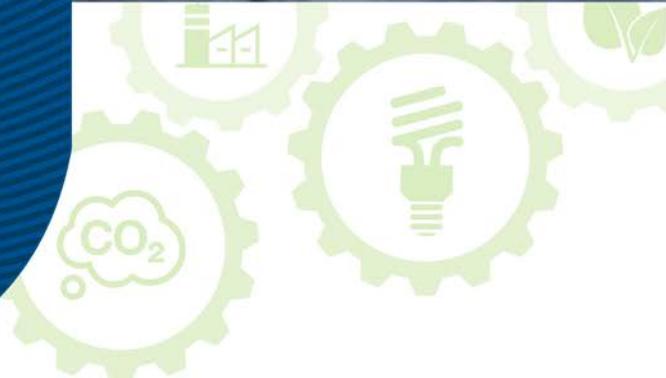




FUTUREPROOF YOUR FLEET

MEDIUM DUTY Vehicle Resource Guide



Guide de ressources pour les véhicules MOYENS

Novembre 2024

Préparé par :



**Partners in
Project Green**

A Program of Toronto and Region Conservation Authority

TABLE DES MATIÈRES

Résumé	ii
À propos de Futureproof Your Fleet	iii
À propos des auteurs	iii
Partners in Project Green	iii
1. Introduction.....	1
I. Aperçu.....	1
II. Planification de la transition des parcs.....	1
III. Comment utiliser ce guide	2
2. Technologies à faibles émissions de carbone et zéro émission	4
I. Électrique à batterie	4
II. Gaz naturel comprimé (GNC) et gaz naturel renouvelable (GNR)	9
III. Hydrogène.....	12
IV. Diesel renouvelable.....	15
3. Conclusion – Se préparer à la transition	18
Glossaire	19
Références	21

Résumé

Le transport de marchandises représente 10% des émissions de GESⁱ (gaz à effet de serre) du Canada. À l'échelle locale, le secteur des transports est considéré comme le deuxième contributeur en importance aux émissions globales de la région du Grand Torontoⁱⁱ. Cela met en évidence le besoin urgent pour les propriétaires et les exploitants de parcs d'adopter des solutions de rechange plus propres.

Il existe aujourd'hui un large éventail d'options technologiques de rechange pour les parcs de véhicules. Chacune d'entre elles offre des avantages et des défis uniques en ce qui concerne le rendement des véhicules, la réduction des émissions et plus encore. Pour prendre des décisions éclairées qui peuvent contrebalancer les avantages environnementaux et la faisabilité opérationnelle, il est essentiel que les gestionnaires de parcs et les propriétaires d'entreprise aient accès à une expertise technique, à des incitatifs financiers et à du soutien pour le développement de l'infrastructure.

Avec l'évolution des véhicules et des types de carburant à faibles émissions de carbone et zéro émission, les propriétaires de parcs de véhicules sont confrontés à un certain nombre de possibilités et de défis. Ce guide est conçu pour aider les propriétaires de parcs de véhicules moyens à prendre leur décision d'adopter des véhicules et des types de carburant à faibles émissions de carbone et zéro émission. La catégorie des véhicules moyens comprend les classes de véhicules 2b à 6, selon Transports Canadaⁱⁱⁱ. Cela couvre une gamme de véhicules, des fourgonnettes utilitaires aux camionnettes, qui jouent un rôle clé dans le secteur des transports.

Ce guide donne un aperçu des technologies de véhicules zéro émission (VZE) suivantes pour les véhicules moyens :

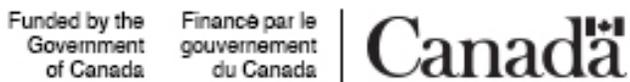
- Électrique à batterie
- Gaz naturel comprimé/renouvelable (GNC/GNR)
- Hydrogène
- Diesel renouvelable

La voie vers la décarbonisation des parcs de véhicules peut comprendre l'utilisation de plusieurs technologies, en fonction de la taille du parc, de son cycle de service unique, de ses opérations, de ses installations et de l'infrastructure disponible. À mesure que l'adoption de la technologie augmente, la disponibilité et l'abordabilité des solutions de rechange à faibles émissions de carbone adaptées aux parcs de véhicules moyens devraient augmenter.

À propos de Futureproof Your Fleet

Futureproof Your Fleet est un programme de Partners in Project Green de l'Office de protection de la nature de Toronto et de la région. Il réunit des chefs de file dans le domaine des véhicules écologiques pour offrir de l'information, des ressources, des discussions et des occasions de réseautage qui permettent de développer un parc à faibles émissions de carbone. Les technologies à faibles émissions de carbone et zéro émission comme l'hydrogène, le gaz naturel, le diesel renouvelable et les véhicules électriques à batterie font l'objet d'une discussion détaillée, par l'entremise d'ateliers dirigés par des experts, de présentations perspicaces et de discussions avec des groupes d'experts. Le carrefour de ressources Futureproof Your Fleet offre des renseignements, des guides et des outils utiles aux entreprises et aux exploitants de parcs de véhicules.

Ce projet est financé en partie par le gouvernement du Canada, dans le cadre de son Initiative de sensibilisation aux véhicules à émission zéro.



À propos des auteurs

Partners in Project Green

Partners in Project Green (PPG) de l'Office de protection de la nature de Toronto et de la région est une communauté sans but lucratif de chefs de file qui font progresser l'action environnementale et la prospérité économique dans la région du Grand Toronto. Composé d'entreprises, de gouvernements, d'institutions et de services publics, PPG s'efforce de faire progresser collectivement la durabilité sociale et environnementale par l'échange de connaissances, la mise en œuvre de technologies et d'infrastructures et la création de réseaux. PPG est apprécié dans la communauté industrielle, commerciale et institutionnelle comme un conseiller de confiance en matière de pratiques exemplaires respectueuses de l'environnement.

Nous remercions nos partenaires et experts en technologie qui ont contribué à l'élaboration de ces ressources :



Change Energy Services (CES) est un cabinet de services d'ingénierie stratégique spécialisé dans les solutions de systèmes de combustibles gazeux. Il aide ses clients à faire la transition vers une économie à faibles émissions de carbone en les guidant dans la mise en œuvre de changements majeurs aux systèmes de combustible dans leurs activités afin d'atteindre les résultats économiques, environnementaux et sociaux souhaités.



Refuel Energy Inc. produit des carburants renouvelables pour l'équipement et l'infrastructure existants. Refuel Energy, établie à Toronto, prévoit de construire une installation de production de carburant renouvelable (Refuel YYZ) en Ontario.



Enbridge Gas est la plus grande société de stockage, de transport et de distribution de gaz naturel au Canada, établie en Ontario. Elle offre un choix énergétique à environ 3,9 millions de résidents et d'entreprises, et soutient activement la transition vers un avenir à zéro émission nette.



Plug 'N Drive est un organisme à but non lucratif qui s'engage à accélérer l'adoption des véhicules électriques afin de maximiser leurs avantages environnementaux et économiques. Depuis 2011, Plug'n Drive s'est imposé comme un chef de file canadien dans l'industrie des véhicules électriques, représentant une source d'information fiable et impartiale sur les voitures électriques, les bornes de recharge et le secteur de l'électricité.



The Transport Project Canada est une coalition nationale de parcs, de fabricants de véhicules et de moteurs, d'oléoserveurs, de fournisseurs, de producteurs et de fournisseurs de carburant qui se consacrent à la décarbonisation du secteur des transports.

FLEET ZERO

FleetZero est un fournisseur de solutions clés en main qui aide les parcs de véhicules moyens et lourds à passer à des technologies de propulsion à faibles émissions et zéro émission. Il offre des services de conseil, de mise en œuvre et d'entretien ainsi que des outils de sécurité et de l'équipement de protection individuelle.

1. Introduction

I. Aperçu

Le secteur des transports est responsable de 36 % des émissions de la RGTH, en raison de la consommation d'essence et de diesel^v. Une partie importante de ces émissions de GES liées au transport est liée aux véhicules moyens et lourds. Ce secteur utilise principalement des carburants conventionnels. L'identification de voies potentielles pour réduire les émissions peut aider les efforts visant à réduire les émissions de carbone associées au transport de marchandises.

Il existe aujourd'hui un large éventail d'options technologiques de recharge pour les parcs de véhicules. Chacune d'entre elles offre des avantages et des défis uniques en ce qui concerne le rendement des véhicules, la réduction des émissions et plus encore. Selon le rapport [The State of Sustainable Fleets 2024 Market Brief](#), l'industrie du transport entre dans une « période de complexité de pointe » à ce stade précoce d'une transition durable. Tout changement dans la technologie des véhicules peut entraîner des conséquences attendues, ainsi que des conséquences involontaires. Il est important que les gestionnaires et les exploitants de parcs soient bien informés et tiennent compte de plusieurs facteurs différents pendant la phase de planification, notamment le type de carburant, la disponibilité des stations de ravitaillement ou de recharge, l'autonomie, l'utilisation du véhicule, le développement de l'infrastructure et la sécurité.

II. Planification de la transition des parcs

La gestion d'un parc exige une planification approfondie, une prise de décisions minutieuse et de renseignements à jour sur l'évolution du paysage technologique. Le rapport [Écologisation des parcs automobiles gouvernementaux^v](#) de Ressources naturelles Canada (RNCAN) décrit plusieurs pratiques d'excellence qui peuvent s'appliquer aux entreprises pour la transition vers un parc à faibles émissions de carbone. Ces pratiques comprennent la collecte de données de référence pour optimiser le parc existant, la documentation des tendances opérationnelles et l'élaboration d'un plan de transition du parc.

Les gestionnaires et les exploitants de parcs de véhicules peuvent envisager les recommandations suivantes pour la transition vers des technologies de véhicules à faibles émissions de carbone et zéro émission (VZE) :

1. Évaluer les besoins du parc : Évaluer les besoins de l'entreprise et les modèles opérationnels pour sélectionner la technologie de VZE la plus adaptée à votre parc. Recueillir des données de référence pour déterminer la portée, le budget et l'échéancier de la transition.
2. Évaluer l'état de préparation de l'infrastructure : Élaborer un plan complet pour l'infrastructure requise, comme les bornes de recharge pour les véhicules électriques ou les stations de ravitaillement pour les véhicules au GNC/GNR, au diesel renouvelable et à l'hydrogène.
3. Lancer des programmes pilotes : Commencer par des programmes pilotes pour tester le rendement et la faisabilité de différentes technologies et options de véhicules.

4. Surveiller et optimiser les résultats : Comparer les résultats avec les données de référence provenant des technologies de parc existantes. Surveiller le rendement des nouvelles technologies et continuer d’optimiser les opérations pour atteindre une plus grande efficacité.
5. Former le personnel : Pour assurer la sécurité et l’efficacité des opérations, former la totalité des opérateurs, des gestionnaires et du personnel de soutien et les préparer à travailler avec les nouvelles technologies.

III. Comment utiliser ce guide

Ce guide est conçu pour aider à la prise de décisions sur la transition vers des parcs de véhicules moyens à faibles émissions de carbone et zéro émission. Il couvre quatre options technologiques, dont la technologie électrique à batterie, le gaz naturel comprimé/renouvelable, l’hydrogène et le diesel renouvelable, et fournit une discussion de haut niveau sur la disponibilité des véhicules, les perspectives du marché, l’infrastructure, l’économie, l’entretien et la sécurité. Ce guide de ressources fournit des conseils pour aider les gestionnaires de parcs à planifier et à déployer de nouvelles technologies pour leur parc de véhicules moyens afin de réduire leurs impacts environnementaux et leurs défis opérationnels.

Qu'est-ce qu'un véhicule moyen?

Les véhicules moyens sont classés par Transports Canada comme faisant partie des classes 2b à 6, en fonction de leur poids nominal brut du véhicule (PNBV). Cela couvre une gamme de fourgonnettes de livraison, de camionnettes, de fourgonnettes réfrigérées, de Freightliners et de camions de transport de taille moyenne. Transports Canada offre des renseignements supplémentaires sur la classification des véhicules : [Véhicules admissibles \(canada.ca\)](http://canada.ca)



Figure 1. Catégories de poids des véhicules telles que définies par la Federal Highway Administration, US Department of Transportation (USDOT). *Source* : Département de l'énergie des États-Unis, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy.

2. Technologies à faibles émissions de carbone et zéro émission

Les gestionnaires de parc peuvent envisager plusieurs technologies à faibles émissions de carbone et zéro émission. Cette liste comprend la technologie électrique à batterie, le gaz naturel comprimé/renouvelable, l'hydrogène, le diesel renouvelable et plus encore. Chacune de ces options offre des possibilités de décarbonisation du parc de véhicules moyens. Le bon choix pour les gestionnaires de parc dépend des besoins particuliers de leur organisation, des exigences en matière d'infrastructure, du budget et des objectifs environnementaux. Il est important d'évaluer efficacement le cycle de service des parcs, ce qui implique de comprendre les modèles opérationnels et les besoins de ravitaillement du parc. En plus des objectifs en matière d'émissions et de décarbonisation, les gestionnaires de parc doivent tenir compte de plusieurs facteurs critiques pour prendre une décision éclairée, notamment la disponibilité des véhicules, les coûts, l'entretien, la sécurité et le développement de l'infrastructure. Il est important de considérer comment la technologie choisie peut affecter le rendement du parc et des véhicules à long terme. Les quatre technologies mentionnées ci-dessus sont présentées dans la section suivante :

I. Électrique à batterie

Les véhicules électriques peuvent être classés comme des véhicules électriques à batterie (VEB), qui fonctionnent uniquement à l'électricité, ou des véhicules électriques hybrides rechargeables (VEHR), qui fonctionnent à la fois à l'électricité et à l'essence ou au diesel :

- Les **VEB** sont alimentés par de l'électricité stockée dans des batteries rechargeables qui sont généralement fabriquées à partir de divers matériaux, y compris des métaux et des minéraux tels que le lithium, le cobalt et le nickel, etc. Comme ils ne brûlent aucun combustible fossile lorsqu'ils fonctionnent, ils ne produisent aucune émission de carbone à l'échappement, ce qui en fait une option efficace pour réduire les émissions des parcs^{vi}.
- Les **VEHR** utilisent des batteries ainsi que de l'essence ou du diesel pour alimenter un moteur à combustion interne. Selon la fréquence à laquelle le véhicule est utilisé en mode entièrement électrique, les VEHR^{vii} peuvent offrir des coûts d'exploitation moins élevés, des économies de carburant et une réduction des émissions par rapport aux véhicules conventionnels.

Les récents développements dans la technologie des batteries ont considérablement amélioré l'autonomie et l'efficacité énergétique des véhicules électriques par rapport à leurs versions précédentes. Les VEB offrent également des avantages en matière de réduction du bruit et des opérations plus silencieuses, ce qui peut offrir un environnement de travail plus confortable aux conducteurs qui utilisent des véhicules moyens pendant de longues périodes^{viii}.

CONSIDÉRATIONS CLÉS :

Applications et perspectives du marché : Les véhicules moyens électriques pourraient être une option viable pour réduire les émissions de GES pour les parcs de véhicules ayant des cycles de service de desserte locale et urbains courte distance en raison de leur autonomie limitée (généralement de 200 à 400 km), par rapport aux carburants conventionnels^{ix}. Les véhicules moyens diesel et à essence ont une plus grande autonomie que les véhicules moyens électriques, pouvant souvent parcourir de 400 à 800 km avec un réservoir plein^x.

L'utilisation de la télématique, également connue sous le nom de suivi de parc ou de suivi GPS des véhicules, peut améliorer l'adoption des camions moyens électriques en optimisant les itinéraires, en planifiant l'infrastructure de recharge et en prédisant les besoins d'entretien^{xi}. Ces dispositifs, s'ils sont installés sur tous les véhicules d'un parc, permettent aux exploitants de cerner avec précision les possibilités d'amélioration^{xii}. Cela peut inclure la reconnaissance de tendances pour déterminer la manière dont la consommation d'énergie peut être optimisée ou la prédiction des besoins d'entretien de la batterie qui conviennent le mieux au cycle de service d'un parc.



Au Canada, la télématique est offerte par plusieurs fournisseurs tels que [Geotab](#) et [FleetChallenge](#).

Disponibilité des véhicules et échéanciers : Une multitude de facteurs peuvent avoir une incidence sur les délais de transition d'un parc de véhicules moyens vers la technologie électrique à batterie. Les principaux facteurs à prendre en considération comprennent la taille du parc, la disponibilité des véhicules et les exigences en matière d'infrastructure du site. Une collecte suffisante de données sur le parc devrait également être intégrée aux échéanciers de planification. Bien que les véhicules électriques moyens soient de plus en plus disponibles sur le marché dans un large éventail de catégories, les changements d'infrastructure au niveau du site sont probablement l'aspect le plus long de la transition du parc. Si des changements à l'infrastructure sont nécessaires, ils doivent être planifiés dès le début pour s'assurer que les installations sont prêtes à accueillir les véhicules à leur arrivée. Cela pourrait prendre encore plus de temps pour les plus grands parcs en raison du plus grand nombre de mises à niveau et de bornes de recharge et de la formation supplémentaire du personnel requis.



[Le catalogue de Clean Energy Canada](#) fournit une liste des modèles de véhicules moyens zéro émission et de leur disponibilité sur le marché.

Infrastructure : Bien que la technologie électrique à batterie ait fait de grands progrès dans presque toutes les applications des véhicules moyens, de nombreux parcs se heurtent à des obstacles quant à la disponibilité de l'infrastructure de recharge des VE. Une infrastructure de recharge fiable est essentielle pour soutenir l'adoption croissante des VE, afin de s'assurer que les conducteurs peuvent recharger leur véhicule facilement

et éviter les temps d'arrêt. L'adoption des VE peut entraîner une charge importante sur le réseau électrique local, car une capacité électrique supplémentaire pourrait être nécessaire pour répondre aux besoins de recharge des véhicules. Les gestionnaires de parc ont deux options d'infrastructure à considérer lorsqu'ils évaluent la conversion d'un parc de véhicules moyens aux VE : la recharge sur place ou la recharge hors site.

- La **recharge sur place** comprend l'installation de bornes de recharge de VE et de l'infrastructure électrique nécessaire pour recharger les véhicules du parc dans leurs installations. Pour obtenir une capacité électrique adéquate pour les besoins de recharge sur place, il est important que les gestionnaires de parc de véhicules trouvent un entrepreneur en électricité agréé et s'assurent que l'équipement est certifié « ULc » ou « CSA ».
- La **recharge hors site** peut comprendre l'utilisation d'infrastructures publiques ou d'emplacements de recharge privés tiers.

Lorsqu'ils comparent la recharge sur place à l'infrastructure hors site ou publique pour les parcs de véhicules moyens, les gestionnaires de parc doivent peser les coûts et les avantages de l'installation de bornes de recharge sur place et de l'utilisation de l'infrastructure publique et planifier une expansion future^{xiii}. Chaque option a ses avantages et ses désavantages, qui sont décrits plus en détail ci-dessous.

Tableau 1. Recharge sur place et recharge publique pour les parcs électriques

	Recharge sur place	Infrastructures publiques
Avantages	La recharge sur place offre de la commodité et plus de contrôle, car les gestionnaires de parc peuvent optimiser les horaires de recharge pour réduire les coûts énergétiques.	Les exploitants peuvent utiliser un réseau croissant de bornes de recharge publiques sans coût initial élevé.
Défis	Les dépenses cumulatives liées à la recharge, à l'équipement, à l'installation, à la mise à niveau du site, aux besoins en espace et à l'entretien continu peuvent être très élevées.	Avec les bornes de recharge publiques, les opérateurs ont moins de contrôle sur le temps de recharge. Cela peut entraîner des temps d'arrêt potentiels. Dans certains cas, il peut y avoir des problèmes de compatibilité avec les bornes de recharge publiques.
On conseille aux gestionnaires de parc automobile :		
	<ul style="list-style-type: none"> • De comparer le coût de l'installation de bornes de recharge sur place à celui de l'infrastructure publique. • D'analyser les tendances d'utilisation quotidiennes pour déterminer les besoins en infrastructures. 	

- De tenir compte de l'expansion future et des progrès technologiques.
- Si les cycles de service nécessitent une recharge hors dépôt, mais que l'accès à la recharge hors site varie, des véhicules avec une plus grande autonomie pourraient être privilégiés pour le parc jusqu'à ce que les options de recharge soient améliorées.
- Une approche hybride, combinant la recharge sur place et la recharge publique, peut équilibrer les coûts et offrir de la flexibilité en cas d'expansion du parc.

Sécurité : En plus de la formation standard sur la sécurité électrique, les gestionnaires de parc, les mécaniciens, les opérateurs et les premiers intervenants doivent suivre un protocole spécialisé lorsqu'ils travaillent avec des véhicules électriques, en raison de leur système à haute tension^{xiv}. La plupart des fabricants publient pour leurs véhicules des guides qui doivent être respectés. Il est important de s'assurer que les mécaniciens sont équipés du bon équipement de protection individuelle et d'outils professionnels tels que des sondes de détection de pannes et des outils à main isolés.



Le [Alternative Fuels Data Center](#) du département de l'Énergie des États-Unis (AFDC) fournit une [liste de vérification pour l'installation de véhicules électriques et d'infrastructures de recharge](#).

Entretien : Les véhicules entièrement électriques peuvent nécessiter moins d'entretien que les véhicules conventionnels. En effet, la batterie et les composants électroniques ont typiquement besoin d'un entretien planifié minimal, et les systèmes de freinage régénératif durent plus longtemps que les systèmes de freinage à friction traditionnels. Cependant, il est important de noter que les véhicules électriques hybrides rechargeables (VEHR) et les véhicules hybrides électriques (VHE) ont des moteurs à combustion interne, avec des exigences d'entretien similaires à celles des parcs conventionnels^{xv}.

Le respect du calendrier d'entretien du fabricant de la batterie est essentiel pour maintenir les systèmes électriques en bon état. La sensibilité à la température est un défi important, qui affecte particulièrement l'autonomie dans les climats plus froids. Les mesures spéciales pour l'entretien des parcs de véhicules électriques comprennent la mise en place d'un [système de gestion thermique des batteries](#). Des mises à jour logicielles régulières peuvent également être planifiées pour assurer le fonctionnement optimal du système de gestion de la batterie^{xvi}.

Économie : Bien que le coût de revient initial d'un véhicule électrique soit généralement plus élevé que celui d'un véhicule conventionnel comparable, il est important de comparer le [coût total de possession \(CTP\)](#) du parc. Le coût total de possession représente le coût global associé à l'achat et à l'utilisation du véhicule pendant sa durée de vie et offre un moyen équilibré de comparer les options technologiques^{xvii}. Il est influencé par une foule de facteurs^{xviii}, tels que le coût d'acquisition de véhicules moyens, les coûts différentiels d'exploitation et d'entretien, le coût des bornes de recharge, les coûts de l'électricité, l'installation de recharge, l'entretien et les réparations, etc.

À mesure que de plus en plus de parcs passent aux véhicules électriques, l'abordabilité des VEB et des VEHR devrait s'améliorer. Cette tendance pourrait être stimulée par les innovations dans la technologie des batteries, les économies d'échelle, une plus grande redondance de la chaîne d'approvisionnement, ainsi que les incitatifs gouvernementaux visant l'adoption des VE.



[L'outil Calculateur de coût de carburant – Électricité vs Essence/Diesel d'Electric Autonomy](#) permet aux utilisateurs de comparer le coût d'exploitation d'un parc de véhicules électriques en fonction des tarifs d'électricité locaux.

II. Gaz naturel comprimé (GNC) et gaz naturel renouvelable (GNR)

Le gaz naturel comprimé (GNC) et le gaz naturel renouvelable (GNR) sont différentes formes de gaz naturel, principalement composées de méthane, stockées sous un système à haute pression^{xxix} :

- Le GNC est extrait de sources de combustibles fossiles et comprimé à haute pression. Comme il s'agit d'un carburant moins dense en carbone, la combustion du GNC produit 20 % moins d'émissions de gaz à effet de serre (GES) et près de 90 % moins de NOx, de SOx et de particules que la combustion du diesel conventionnel^{xx}.
- Le GNR est produit par purification du biogaz généré par des déchets organiques en décomposition et est chimiquement identique au GNC. Il offre une solution de recharge plus propre à l'essence et au diesel, et peut favoriser une économie circulaire, car il est principalement composé de méthane provenant de déchets. Il est considéré comme ayant un potentiel élevé de réduction des émissions de GES^{xxi}. En effet, l'utilisation du GNR pourrait permettre d'éviter l'utilisation de combustibles fossiles et de détourner le méthane qui serait autrement rejeté dans l'atmosphère par la décomposition des déchets organiques dans les sites d'enfouissement, les usines de traitement des eaux usées et les fermes.

CONSIDÉRATIONS CLÉS :

Applications et perspectives du marché : Les véhicules au GNC/GNR sont en service depuis longtemps et peuvent être un choix pratique pour une variété d'applications courte et longue distance. L'autonomie, la charge utile et le temps de ravitaillement sont comparables à ceux des véhicules diesel conventionnels. La plupart des véhicules moyens au GNC peuvent parcourir entre 300 et 500 kilomètres avec un réservoir plein. Certains modèles ayant des réservoirs de stockage supplémentaires peuvent étendre cette portée^{xxii}. Cette modularité du stockage de GNC/GNR à bord peut aider ces véhicules à répondre à un large éventail d'applications. De plus, les progrès dans la taille des moteurs et des réservoirs ont le potentiel d'augmenter la puissance et le couple des véhicules moyens en utilisant cette technologie de carburant.

Disponibilité des véhicules et échéanciers : Les véhicules conventionnels peuvent être convertis pour fonctionner au gaz naturel. La technologie et l'équipement du GNC sont compatibles avec la plupart des véhicules existants, et des modifications minimales sont nécessaires dans certains cas. Cela peut inclure la mise à niveau du système d'allumage pour gérer les différentes caractéristiques de combustion du GNC. L'inventaire local des véhicules ainsi que la disponibilité des composants compatibles auront une incidence sur l'échéancier global de la transition au GNC ou au GNR^{xxiii}.

Infrastructure : Comme les véhicules au GNC/GNR ont besoin de gaz naturel pour fonctionner, l'accès à l'infrastructure de ravitaillement est une considération importante pour les gestionnaires de parcs de véhicules moyens qui souhaitent assurer la transition de leur parc vers la technologie de GNC/GNR. L'infrastructure de gaz naturel existante est mise à profit pour développer des stations de ravitaillement en GNC/GNR^{xxiv}. À l'avenir, le vaste réseau de gazoducs à travers le Canada pourra être utilisé pour transporter le GNR vers les stations de ravitaillement. Les stations de ravitaillement en GNC existantes peuvent également être modernisées pour traiter le GNR et réduire le besoin de nouvelles infrastructures. Pour passer au GNC ou au GNR, les gestionnaires de parc peuvent envisager quelques options d'infrastructure :

- Option 1 – Stations publiques : Les gestionnaires de parc et les propriétaires d'entreprise peuvent compter sur des stations de ravitaillement publiques, après avoir assuré l'approvisionnement en gaz naturel dans la région. Par exemple, l'Ontario offre des stations de ravitaillement pour un usage public ou commercial, et d'autres sont en cours d'aménagement le long de la Transcanadienne.
- Option 2 – Station/dépôt sur place : Les gestionnaires de parc peuvent travailler avec les services publics de gaz et les entrepreneurs pour construire une station de GNC/GNR sur place. Des rénovations et des approbations ou des permis supplémentaires peuvent être nécessaires sur le site pour assurer la sécurité des opérations^{xxv}.
- Option 3 – Ravitaillement en tant que service : Les gestionnaires de parc peuvent travailler avec des fournisseurs tiers et opter pour un système de ravitaillement rapide portatif pour les parcs de transport, où aucun raccordement direct au gaz n'est requis.

Sécurité : Le GNC et le GNR sont considérés comme des systèmes d'alimentation en carburant à haute intégrité avec des années de données disponibles et sont semblables aux véhicules diesel en ce qui concerne leurs facteurs de sécurité. Les risques peuvent inclure des incendies et des fuites^{xxvi}. D'autres risques pour la sécurité peuvent être attribués à la nécessité du stockage de gaz à haute pression. Les risques de collision ne sont pas exacerbés par le poids, car le poids des véhicules est égal à celui des véhicules conventionnels. Les conducteurs et les opérateurs devraient recevoir une formation adéquate sur la conduite et l'utilisation sécuritaires des véhicules au GNC. Cette formation devrait inclure la détection des fuites et la façon de gérer les urgences. Lorsqu'ils font le plein de GNC, les conducteurs et les opérateurs doivent suivre les précautions de sécurité et s'assurer que des extincteurs et des trousseaux de premiers soins sont présents dans le véhicule^{xxvii}.

Entretien : On recommande pour les véhicules au GNC/GNR des intervalles d'entretien semblables à ceux des véhicules diesel. Les niveaux du filtre à carburant au gaz naturel et des réservoirs de récupération du liquide de refroidissement doivent être surveillés quotidiennement, et l'admission d'air doit être vérifiée à intervalles réguliers. Les opérateurs et les mécaniciens doivent être formés selon les instructions du fabricant^{xxviii}.

Économie : Les véhicules au GNC et au GNR peuvent avoir un coût initial plus élevé que les véhicules diesel traditionnels en raison de la nécessité d'un système d'alimentation spécialisé et de modifications du véhicule. Par conséquent, il est important de tenir compte du CTP^{xxix} pour une évaluation complète. Il existe un fort

potentiel d'adoption continue de ce carburant par les propriétaires de parcs à la recherche de durabilité et de rentabilité dans l'exploitation de leurs parcs de véhicules moyens. Les coûts d'entretien associés au GNC/GNR sont généralement inférieurs à ceux des moteurs diesel conventionnels, en raison d'un processus de combustion plus propre. Le coût global dépend du cycle de service du parc. À mesure que de plus en plus d'entreprises effectuent des transitions technologiques vers le carburant, l'abordabilité des véhicules au GNC/GNR devrait augmenter.

 [La page Web du gouvernement de l'Ontario indique les prix de détail de différents types de carburant. v compris le GNC.](#)

III. Hydrogène

Considéré comme une source d'énergie propre prometteuse, l'hydrogène peut être utilisé pour alimenter les véhicules principalement de deux façons différentes :

- Véhicules électriques à pile à combustible (VEPC) : L'hydrogène agit comme un vecteur d'énergie, qui s'écoule dans une pile à combustible, réagit avec l'oxygène et crée de l'électricité qui alimente le moteur électrique.
- Moteurs à combustion interne à hydrogène : Ces véhicules brûlent de l'hydrogène dans un moteur à combustion interne modifié, de façon semblable à la manière que l'essence est utilisée dans les moteurs conventionnels.

Les VEPC et les moteurs à combustion interne à hydrogène sont des technologies complémentaires pour réduire les émissions des transports. Leur adoption peut stimuler le développement d'infrastructures de production, de transport et de distribution d'hydrogène. D'importants investissements publics et privés donneront l'impulsion nécessaire pour faire progresser l'approvisionnement et l'infrastructure de l'hydrogène, afin qu'il devienne une technologie pour la vente au détail au public pour les véhicules moyens dans la région du Grand Toronto^{xxx}.



[Le rapport de la Stratégie canadienne pour l'hydrogène met en évidence les développements importants dans l'ensemble de la chaîne de valeur de l'hydrogène.](#)

La section suivante fournit de plus amples renseignements sur l'adoption des VEPC :

CONSIDÉRATIONS CLÉS :

Applications et perspectives du marché : À l'heure actuelle, cette technologie est la mieux adaptée aux parcs de desserte locale en raison de la disponibilité limitée de l'infrastructure de ravitaillement. À mesure que la demande augmente et que l'infrastructure de ravitaillement se développera, le transport sur de longues distances bénéficiera de cette technologie légère de stockage d'énergie, qui peut permettre des charges utiles plus importantes sur de plus longues distances. L'hydrogène permet un stockage plus léger d'énergie à bord du véhicule par rapport à un véhicule à batterie. Ceci est particulièrement important pour les parcs de véhicules moyens, où la conduite sur de longues distances est courante et un stockage suffisant de carburant est donc nécessaire. De plus, l'hydrogène peut être une technologie appropriée pour le transport commercial sur de longues distances et 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, car les temps de ravitaillement sont courts et comparables à ceux des véhicules diesel^{xxxi}.

Infrastructure : Le choix de l'infrastructure de ravitaillement dépend de la technologie utilisée pour stocker l'hydrogène à bord des véhicules. L'hydrogène n'est pas riche en énergie et doit donc être stocké à haute pression pour fournir une autonomie adéquate et réduire la fréquence de ravitaillement. À bord d'un véhicule, il

est généralement stocké à une pression de 350 bars ou de 700 bars^{xxxii}. Il est moins coûteux de livrer de l'hydrogène à des pressions plus basses, c'est pourquoi il est important de déterminer la pression optimale lors du déploiement de l'infrastructure de ravitaillement afin de minimiser les coûts^{xxxiii}.

Les stations de ravitaillement en hydrogène comprennent des équipements de stockage, de compression et de distribution. Ces stations ne sont pas de taille standard et sont disponibles en plusieurs configurations différentes, allant des petites stations sur place aux grandes stations pour les applications de vente au détail^{xxxiv}. Alors que les petites stations destinées à un remplissage à basse pression offrent un coût d'exploitation inférieur, les plus grandes stations de ravitaillement peuvent être nécessaires pour répondre aux besoins d'un volume élevé. De plus, les stations de ravitaillement pourraient être conçues pour des remplissages lents ou rapides. La configuration « remplissage lent » offre des coûts d'investissement et d'exploitation moins élevés, mais exige une fenêtre de 6 à 8 heures. D'autre part, un « remplissage rapide » est préférable si les véhicules du

 La [base de données sur la production d'hydrogène de l'Association Canadienne de l'hydrogène présente une carte des installations de production d'hydrogène, fournies volontairement par les producteurs canadiens.](#)

parc doivent être ravitaillés l'un après l'autre. Les gestionnaires de parc doivent tenir compte du cycle de service de leur parc pour décider de leurs besoins en matière d'infrastructure de ravitaillement^{xxxv}.

Disponibilité des véhicules et échéanciers : L'hydrogène peut être considéré comme un type de carburant émergent par la plupart des parcs commerciaux, car la chaîne d'approvisionnement nationale en hydrogène est encore en développement. Les gestionnaires de parc pourraient avoir besoin de plus de temps pour évaluer leurs options et identifier les fabricants d'équipement d'origine (OEM) et les fournisseurs de ravitaillement pour commencer à mettre à l'essai cette technologie. L'acquisition de véhicules à pile à hydrogène a généralement des temps d'attente plus longs que les véhicules conventionnels. De plus, on peut s'attendre à un long délai d'acquisition de l'équipement de ravitaillement, en fonction de la pression requise.

Sécurité : L'hydrogène n'a ni couleur ni odeur, mais il peut avoir des taux de fuite et de dissipation très élevés en raison de sa légèreté moléculaire, ce qui nécessite un équipement spécialisé pour la détection des fuites. Dans un espace clos, l'hydrogène peut s'échapper et s'accumuler jusqu'à ce qu'une concentration inflammable soit atteinte. Par conséquent, une ventilation adéquate est requise et l'utilisation de capteurs avancés de détection d'hydrogène est recommandée. Les conducteurs et les opérateurs doivent également être formés aux méthodes appropriées pour éteindre les incendies d'hydrogène et disposer d'un équipement de protection.

Des efforts sont en cours pour harmoniser les règlements internationaux de sécurité pour les VEPC. Le [National Renewable Energy Laboratory des États-Unis est en train de développer des outils de vérification de la conformité.](#) Le [Code canadien d'installation de l'hydrogène \(CCIH\)](#) est la norme qui établit les exigences d'installation de l'équipement de production d'hydrogène, du transport, du stockage et de l'entretien.

Entretien : Une gestion thermique efficace est essentielle pour maintenir des conditions de fonctionnement optimales pour les piles à hydrogène^{xxxvi}. Des températures extrêmement élevées ou basses peuvent nuire au rendement du véhicule et réduire la durabilité à long terme. Pour s'assurer que les VEPC fonctionnent efficacement et ont une longue durée de vie, un système de gestion thermique propre au type de technologie peut être nécessaire^{xxxvii}. Les gestionnaires de parc automobile peuvent consulter les [Codes et normes du Groupe CSA pour l'infrastructure canadienne](#), comme la [norme CSA B401.1](#) (et la norme CSA B401.3 qui sera bientôt publiée) pour connaître les exigences générales relatives aux installations d'entretien. Il est également important de prendre note des calendriers d'entretien préventif recommandés par les fabricants d'équipement d'origine pour les véhicules à pile à combustible.

Économie : La compréhension du cycle de service des véhicules moyens peut aider à déterminer la rentabilité de l'adoption des VEPC. Comme plusieurs facteurs interconnectés s'ajoutent au coût opérationnel global, une station de ravitaillement en hydrogène doit être dimensionnée pour répondre aux besoins particuliers du parc. Le coût d'une station de ravitaillement dépend fortement du type d'exploitation et peut varier de milliers de dollars pour une petite station à des projets de plusieurs millions de dollars pour les grandes stations. Le coût des projets d'infrastructure dépend en fin de compte du type de station et de la capacité globale requise, car ces projets sont généralement adaptés aux besoins particuliers du parc. À mesure que la technologie de ravitaillement en hydrogène se répand sur le marché, les coûts associés devraient diminuer, suivant des tendances similaires avec d'autres technologies propres.



Le [Hydrogen Village](#) offre un programme de formation sur la technologie de l'hydrogène comme combustible.

IV. Diesel renouvelable

Le diesel renouvelable représente une technologie avancée de carburant durable, car il est produit à partir d'huiles de cuisson recyclées, d'huiles végétales usagées et de graisses animales. Il est important de noter que le diesel renouvelable n'est pas le même carburant que le biodiesel, car il subit un processus de production différent appelé hydrotraitement et a une structure moléculaire distincte. Les deux types de carburant ont des trajectoires de production très différentes, ce qui a une incidence sur leurs caractéristiques opérationnelles et leur pertinence pour différents types de parcs^{xxxviii}.

- **Diesel renouvelable** : Il est chimiquement similaire au diesel conventionnel et peut être utilisé directement dans les moteurs diesel. Il n'est pas associé à des exigences particulières en matière de manipulation, de mélange ou d'entreposage, car il répond aux normes internationales (ASTM D975) pour le diesel pétrolier et peut être utilisé tel quel. Le diesel renouvelable n'a pas de limites de mélange, comparativement au biodiesel.
- **Biodiesel** : Il doit être mélangé avec du diesel pétrolier et a des propriétés chimiques ainsi que des exigences de stockage et de manipulation différentes. Habituellement, 20 % de biodiesel est mélangé au diesel pétrolier et il doit répondre aux normes de qualité prescrites par les normes internationales ASTM D7467^{xxxix}.

Le diesel renouvelable offre la possibilité de réduire considérablement les émissions, même si ses émissions d'échappement sont comparables à celles du diesel conventionnel. En effet, le processus de production du diesel renouvelable entraîne généralement moins d'émissions de GES que le diesel conventionnel au cours de son cycle de vie^{xi}. Pour faire cette évaluation, il est important de tenir compte de toutes les étapes du cycle de vie, de la culture de la matière première à la transformation et au transport du combustible^{xii}. Si le diesel renouvelable est produit à partir de déchets organiques locaux, il peut aider à réduire les déchets et à favoriser une économie circulaire^{xlii}.

CONSIDÉRATIONS CLÉS :

Applications et perspectives du marché : Le diesel renouvelable peut être utilisé dans les moteurs diesel existants sans modification, car il satisfait à la spécification ASTM D975 et aux normes internationales pour le pétrole conventionnel. Comme il est approuvé pour remplacer directement le diesel pétrolier, il peut être utilisé avec l'infrastructure et les véhicules existants. Le diesel renouvelable reproduit la molécule de diesel pétrolier, mais a une teneur énergétique 2,2 % plus élevée et une intensité en carbone (IC) plus faible, ce qui permet une plus grande autonomie pour le même volume et le même poids de carburant. Par conséquent, le diesel renouvelable convient à toute application de véhicules moyens, qui est actuellement exploitée par des véhicules diesel conventionnels. Cependant, l'approvisionnement en carburant et la disponibilité des stations de ravitaillement publiques détermineront en fin de compte son utilisation et son adoption.

Infrastructure : Des mises à niveau limitées de l'infrastructure sont nécessaires pour la livraison et l'entreposage de diesel renouvelable. Cependant, il y a actuellement un faible approvisionnement du marché pour le diesel renouvelable au Canada. Sa disponibilité dépend des sources de matières premières et des installations de production. Plusieurs nouvelles installations de diesel renouvelable sont prévues ou sont en construction au Canada^{xliii}, en plus d'une raffinerie de diesel renouvelable qui est en développement dans la région de Toronto.

Disponibilité des véhicules et échéanciers : Les gestionnaires de parcs n'ont pas besoin d'acquérir de nouveaux véhicules ou de moderniser des véhicules existants pour fonctionner au diesel renouvelable, ce qui permet aux parcs de passer au diesel renouvelable sans investissement supplémentaire, à l'exception des investissements dans l'infrastructure de ravitaillement et d'entreposage. Cependant, l'échéancier global pour que les véhicules du parc passent au diesel renouvelable peut varier de quelques semaines à plusieurs mois selon l'échelle des activités, le type de véhicule et la cartographie de la disponibilité de l'infrastructure de ravitaillement.

Sécurité : Comme indiqué ci-dessus, le diesel renouvelable est approuvé comme carburant diesel selon la spécification ASTM D975 et les normes internationales. Les pratiques et procédures de sécurité liées au diesel conventionnel sont bien documentées et plus faciles à atténuer, car la plupart des exploitants et des conducteurs connaissent ce carburant. Toute menace pour la santé de l'exploitant du parc provient principalement de défaillances mécaniques ou d'incidents liés à un incendie. Le diesel renouvelable doit être manipulé avec précaution pour prévenir les incendies, car il est inflammable au-dessus de 60 degrés Celsius (ce qui est comparable au diesel conventionnel). Le gouvernement canadien a établi plusieurs exigences réglementaires et de sécurité pour le diesel renouvelable en vertu de la Norme sur les combustibles propres et du Règlement sur les carburants renouvelables.

Entretien : Les véhicules du parc automobile qui utilisent le diesel renouvelable doivent faire l'objet de vérifications d'entretien régulières pour s'assurer que les systèmes d'alimentation en carburant sont propres et fonctionnent correctement. Cela comprend la vérification des fuites et l'assurance que les filtres à carburant sont en bon état. Les conducteurs de véhicules doivent se conformer à la réglementation concernant la manipulation et l'entreposage du diesel renouvelable.

Économie : Un avantage important de la transition vers le diesel renouvelable est qu'il n'y a aucun coût initial pour l'acquisition d'un nouveau parc de véhicules ou de stations de ravitaillement. Il est considéré comme un carburant de substitution direct, ce qui signifie qu'il peut être utilisé dans les véhicules actuellement disponibles. Cependant, en ce qui concerne les coûts d'exploitation, le prix du marché du diesel renouvelable pourrait varier selon la méthode de production et la disponibilité des matières premières. Bien que les renseignements accessibles au public sur le diesel renouvelable soient limités, les gestionnaires de parc peuvent comprendre ses tendances de prix en suivant des indices comme le Chicago Board of Trade (CBOT) – CME Group, basé aux États-Unis, qui fournit une fiche d'information sur les prix du ^{xliv}diesel renouvelable. L'indice des prix du diesel renouvelable est souvent lié aux prix du pétrole conventionnel. Toutefois, il est important de noter qu'il s'agit de marchés indépendants et que les tendances de prix du diesel renouvelable peuvent être mieux comprises

lorsqu'elles sont liées à l'offre et à la demande de matières premières.



Le [Alternative Fuels Data Center](#) offre des renseignements supplémentaires sur la façon dont le prix du diesel renouvelable est établi.

3. Conclusion – Se préparer à la transition

La transition des parcs de véhicules moyens vers des technologies de véhicules à faibles émissions de carbone et zéro émission exige une planification exhaustive. Chaque option technologique aura ses défis et ses possibilités uniques. La prise en compte de ces éléments dans les étapes de planification et d'évaluation du parc peut faciliter la réussite de la transition vers les technologies de carburant de remplacement. Des conseils peuvent être demandés à chaque étape de l'élaboration des plans de gestion du parc et de l'évaluation des avantages et des désavantages de chaque technologie.

Avec un environnement réglementaire en évolution rapide, la plupart des entreprises déclarent leurs mesures de durabilité et publient leurs plans de décarbonisation. Par conséquent, le potentiel de réduction des émissions de GES des options technologiques disponibles doit être pris en compte. L'établissement de protocoles, la gestion des coûts, le suivi des progrès et la formation du personnel sont essentiels à la réussite.

Le calendrier d'adoption des différentes technologies de VZE varie selon le type de véhicule et le système de carburant et dépend fortement du cycle de service du parc. Le développement de l'infrastructure est également un facteur important, car il faut plusieurs années avant que les stations de recharge et de ravitaillement soient pleinement opérationnelles. L'analyse du coût total de possession (CTP) s'applique à toutes les technologies, car le coût global dépend du coût initial ainsi que de l'utilisation des véhicules et de l'accès à du carburant et à des infrastructures abordables. L'adoption généralisée de toutes les technologies décrites dans ce guide dépend de la mise en place de stations de recharge et de ravitaillement fiables.

Pour aider à atteindre les objectifs fixés par le [Plan de réduction des émissions](#) du Canada et orienter leurs parcs de véhicules vers ces solutions de recharge, les gestionnaires devraient rechercher des incitatifs financiers et un soutien à l'infrastructure. Le gouvernement canadien a mis en œuvre des politiques et lancé des programmes, comme le [Programme de transport écoénergétique de marchandises](#) de RNCan et les [Incitatifs pour les véhicules moyens et lourds zéro émission \(canada.ca\)](#) de Transports Canada, qui visent à aider les entreprises à passer aux VZE.

 *Visitez le [Carrefour de ressources Futureproof Your Fleet de Partners in Project Green \(PPG\)](#) : une bibliothèque croissante de ressources informationnelles sur la décarbonisation des parcs de véhicules qui comprend des études de cas, des rapports de recherche, des guides de référence et des outils pour guider les gestionnaires de parcs et les professionnels du secteur des transports.*



La [liste de vérification de l'état de préparation des gestionnaires de parc](#) est disponible sur le [Carrefour de ressources](#) pour offrir des conseils concrets aux gestionnaires de parc et aux propriétaires qui cherchent à décarboner leur parc.

Glossaire

VEB : Véhicule électrique à batterie

GNC : Gaz naturel comprimé

VE : Véhicule électrique

GES : Gaz à effet de serre

PNBV : Poids nominal brut du véhicule

HDV : Véhicule utilitaire lourd

kW : Kilowatt

MDV : Véhicule de taille moyenne

MVI : Inventaire des véhicules des constructeurs

NOx : Oxyde d'azote

OEM : Fabricant d'équipement d'origine

VEHR : Véhicule électrique hybride rechargeable

PM : Matière particulaire

RD : Diesel renouvelable

GNR : Gaz naturel renouvelable

SOx : Oxyde de soufre

CTP : Coût total de possession

VZE : Véhicule zéro émission

Références

- ⁱ Environnement et Changement climatique Canada. 2022. « Plan de réduction des émissions pour 2030 : Prochaines étapes du Canada pour un air pur et une économie forte ». *Gouvernement du Canada*.
- ⁱⁱ Ville de Toronto. 2021. « Sector-Based Emissions Inventory ». Consulté le 3 octobre 2024. [Sector-Based Emissions Inventory – City of Toronto](#)
- ⁱⁱⁱ Gouvernement du Canada. *Incitatifs pour les véhicules moyens et lourds zéro émission – Programme iVMLZE*. Transports Canada. [Vue d'ensemble du programme \(canada.ca\)](#)
- ^{iv} The Atmospheric Fund. 2023. *2022 Carbon Emissions Inventory for the Greater Toronto and Hamilton Area*. Consulté le 24 septembre 2024, [Summary – 2022 GTHA Carbon Emissions Inventory \(taf.ca\)](#)
- ^v Ressources naturelles Canada. 2018. *Écologisation des parcs de véhicules gouvernementaux : Guide des pratiques d'excellence*. Consulté le 20 septembre 2024. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energitique/efficacite-energitique-transports/guide-pratique-excellence-ecologisation-parcs-automobile-gouvernementaux>
- ^{vi} Tuffour, Justice P. et Reid E. 2024. « Can battery electric vehicles meet sustainable energy demands? Systematically reviewing emissions, grid impacts, and coupling to renewable energy ». *Energy Research & Social Science* 114 (2024): 103625.
- ^{vii} Département de l'Énergie des États-Unis. *Alternative Fuels Data Center – PHEV*. <https://afdc.energy.gov/vehicles/electric-basics-phev>
- ^{viii} Pridemore, A., et coll. « Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives ». *Agence européenne pour l'environnement : Copenhague, Danemark (2018)*. [Electric vehicles from life cycle and circular economy perspectives – TERM 2018 – Agence européenne pour l'environnement](#)
- ^{ix} Brutoco, R. 2024. « A Tale of Two Vehicles: Exploring BEVs and Hydrogen FCEVs ». *Power Magazine*. Consulté le 24 août 2024, <https://www.powermag.com/a-tale-of-two-vehicles-exploring-bevs-and-hydrogen-fcevs/>
- ^x Kane, M. 2022, « US: Median Range of 2021 Gasoline Vehicles Is 72% Higher Than BEVs ». *InsideEVs*, janv. 2022 <https://insideevs.com/news/561634/us-median-range-gasoline-bevs/>
- ^{xi} Lund, J., et coll. « Charting the Course for Early Truck Electrification: Using Real-World Telematics Data to Identify Electrifiable Trucks, Inform Charging Infrastructure Investments, and Explore Emissions Reductions ». 2022.
- ^{xii} Sharpe, B., et Schaller, D. « Telematics in the Canadian trucking industry ». Consulté le 5 novembre 2024. URL : <https://theicct.org/publications/telematics-canadian-truckingindustry>, 2019.
- ^{xiii} Département des Transports des États-Unis. « EV Infrastructure Project Planning Checklist ». *Département des Transports des États-Unis*. 2023. <https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-infrastructure-planning/project-planning-checklist>.

-
- ^{xiv} GMG EnviroSafe. 2022. « EV Safety First: A Guide to Electric Vehicle Compliance and Risk Management ». Consulté le 10 octobre 2024. <https://www.gmgenvirosafe.com/blog-posts/ev-safety-first-a-guide-to-electric-vehicle-compliance-and-risk-management>.
- ^{xv} Département de l'Énergie des États-Unis. « Maintenance and Safety of Electric Vehicles ». *Alternative Fuels Data Center*, 2024, <https://afdc.energy.gov/vehicles/electric-maintenance> Alternative Fuels Data Center: Maintenance and Safety of Electric Vehicles (energy.gov)
- ^{xvi} Voir, K. W., et coll. « Critical review and functional safety of a battery management system for large-scale lithium-ion battery pack technologies ». *International Journal of Coal Science & Technology* 9.1 (2022): 36. [Critical review and functional safety of a battery management system for large-scale lithium-ion battery pack technologies | International Journal of Coal Science & Technology \(springer.com\)](https://www.springer.com)
- ^{xvii} Hagman, J., Ritzén, S., Stier, J. J. et Susilo, Y. 2016. Total cost of ownership and its potential implications for battery electric vehicle diffusion. *Research in Transportation Business & Management*, 18, 11-17.
- ^{xviii} Bhardwaj C. 2024. Helping Fleets Charge: Barriers and solutions to charging electric medium- and heavy-duty vehicles in Ontario. *The Pembina Institute*, 2024. URL : <https://www.pembina.org/pub/helping-fleets-charge>
- ^{xix} Page d'accueil de l'Energy Information Administration des États-Unis. URL : <https://www.eia.gov/energyexplained/natural-gas/>
- ^{xx} Département de l'Énergie des États-Unis. *Fuels Data Center: Natural Gas Emissions*. 2024 <https://afdc.energy.gov/vehicles/natural-gas-emissions>
- ^{xxi} Cummins Inc. *Comparing Emission Reductions Across Alternative Fuels*. 2022. [Comparing emission reductions across alternative fuels | Cummins Inc.](https://www.cummins.com/resources/insights/comparing-emission-reductions-across-alternative-fuels)
- ^{xxii} California Natural Gas Vehicle Partnership. « *Natural Gas Vehicles* ». Consulté le 10 octobre 2024. URL : [Natural Gas Vehicles - CNGVP](https://www.cngvp.com).
- ^{xxiii} Mitchell, G. 2015. Building a business case for compressed natural gas in fleet applications (No. NREL/TP-5400-63707). National Renewable Energy Laboratory.
- ^{xxiv} Enbridge Gaz. *The Future of Clean Energy: A Guide to Producing and Using RNG by Enbridge Gas*. [Producing Renewable Natural Gas \(RNG\) | Enbridge Gas](https://www.enbridge.com/resources/insights/producing-renewable-natural-gas-rng)
- ^{xxv} Alliance canadienne pour les véhicules au gaz naturel (ACVGN). *En route avec le gaz naturel : Ontario*. 2018. <https://cngva.org/wp-content/uploads/2018/01/Station-Permitting-Guidelines-Ontario-FR.pdf>.
- ^{xxvi} Yaïci, W. et Ribberin, H. 2021. « Feasibility study of medium- and heavy-duty compressed renewable/natural gas vehicles in Canada ». *Journal of Energy Resources Technology* 143.9 (2021) : 090907.
- ^{xxvii} Département de l'Énergie des États-Unis. NREL : *Compressed Natural Gas (CNG) Safety Assurance*. Clean Cities, 2024, https://cleancities.energy.gov/files/u/news_events/document/document_url/265/compressed-natural-gas-cng-safety-assurance.pdf.
- ^{xxviii} Kelly, Kay et coll. *Compressed Natural Gas Vehicle Maintenance Facility Modification Handbook*. No. DOE/GO-102017-4918. National Renewable Energy Laboratory, Golden, Colorado; Gladstein, Neandross & Associates, Santa Monica, Californie, 2017. https://afdc.energy.gov/files/u/publication/cng_maintenance_facility_mod.pdf
- ^{xxix} Lustbader, J., et coll. 2024. T3CO (Transportation Technology Total Cost of Ownership). [SWR-21-54]. N° T3CO. National Renewable Energy Laboratory (NREL), Golden, CO (États-Unis). Logiciel. 2024. <https://doi.org/10.11578/dc.20240806.4>.

-
- ^{xxx} Banque de l'infrastructure du Canada. 2024. « Investissement de 337 M\$ de la BIC dans le réseau de production et de ravitaillement en hydrogène dans l'Ouest du Canada ». *BIC*, 2024. URL : [Investissement de 337 M\\$ de la BIC dans le réseau de production et de ravitaillement en hydrogène dans l'Ouest du Canada | Banque de l'infrastructure du Canada \(BIC\) \(cib-bic.ca\)](#)
- ^{xxx}_i Département de l'Énergie des États-Unis. « Hydrogen's Role in Transportation ». *Département de l'Énergie des États-Unis*, 2024
- ^{xxx}_{ii} Murdoch, H., Munster, J., Satyapal, S., Rustagi, N., Elgowahy, A. et Penev, M. 2023. *Pathways to Commercial Liftoff, Clean Hydrogen*. Département de l'Énergie des États-Unis. URL : [Pathways to Commercial Liftoff - Clean Hydrogen](#).
- ^{xxx}_{iii} Lin, Z., Ou, S., Elgowainy, A., Reddi, K., Veenstra, M., et Verduzco, L. 2018. A method for determining the optimal delivered hydrogen pressure for fuel cell electric vehicles. *Applied energy*, 216, 183-194. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2018.02.041>.
- ^{xxx}_{iv} Genovese, M., Blekhman, D. et Fragiaco, P. 2024. An exploration of safety measures in hydrogen refueling stations: delving into hydrogen equipment and technical performance. *Hydrogen*, 5(1), 102-122.
- ^{xxx}_v Apostolou, D. et Xydis, G. 2019. A literature review on hydrogen refuelling stations and infrastructure. Current status and future prospects. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 113, 109292.
- ^{xxx}_{vi} Pearman, D., Buttner, W. J., Loiselle-Lapoint, A., Conde, A., Post, M. B. et Hartmann, K. 2021. Safety Compliance Verification of Fuel Cell Electric Vehicle Exhaust. URL : [NREL](#).
- ^{xxx}_{vii} Zhao, R., Qin, D., Chen, B., Wang, T. et Wu, H. 2022. Thermal management of fuel cells based on diploid genetic algorithm and fuzzy PID. *Applied Sciences*, 13(1), 520, <https://doi.org/10.3390/app13010520>.
- ^{xxx}_{viii} Renewable Diesel as a Major Transportation Fuel in California: Opportunities, Benefits and Challenges <https://cdn.gladstein.org/pdfs/whitepapers/renewable-diesel-as-a-major-transportation-fuel-in-ca-report.pdf>
- ^{xxx}_{ix} ASTM International. Standard Specification for Diesel Fuel Oil, Biodiesel Blend (B6 to B20). [D7467 Standard Specification for Diesel Fuel Oil, Biodiesel Blend \(B6 to B20\)](#)
- ^x_i Département de l'Énergie des États-Unis. « Renewable Diesel ». *Alternative Fuels Data Center*. 2024. URL : <https://afdc.energy.gov/fuels/renewable-diesel>
- ^x_{ii} Lamberink, L. 2024. « Experts Weigh the Pros and Cons of Renewable Diesel in the North ». *CBC News*, 13 juin 2024, <https://www.cbc.ca/news/canada/north/renewable-diesel-north-experts-1.7233178>.
- ^x_{iii} Chevron Renewable Energy Group. « Circular Economy of Biodiesel ». *Chevron Renewable Energy Group*, 2024. URL : <https://www.regi.com/resources/insights/circular-economy-of-biodiesel>.
- ^x_{iii} Ressources naturelles Canada. *Aperçu du marché : De nouvelles installations de diesel renouvelable aideront à réduire l'intensité des émissions de carbone des combustibles au Canada. Installations de diesel renouvelable existantes et prévues au Canada*. 2023. URL : [REC – Aperçu du marché : De nouvelles installations de diesel renouvelable aideront à réduire l'intensité des émissions de carbone des combustibles au Canada](#)
- ^x_{iv} CME Group Inc. *Renewable diesel fact card*. 2021. URL : [Renewable Diesel](#)