

Projet de démonstration de camions électriques au Québec

RAPPORT SYNTHÈSE

L'électrification des camions lourds au Québec est possible et rentable, il suffit d'identifier les bonnes routes

NOVEMBRE 2024



 Flotte
rechargeable
Camions lourds



Une initiative de :

Institut du véhicule innovant



Message du directeur général

Ce projet représente une avancée significative vers des solutions de transport durable pour les véhicules lourds au Québec. Il démontre que l'électrification des camions est une option viable, tout en mettant en lumière les conditions nécessaires à son adoption.

Nos analyses révèlent qu'opter pour ce type de véhicules permet de diminuer substantiellement les émissions de GES et d'atteindre le point d'équivalence, moment où les économies sur l'énergie et l'entretien compensent le coût initial, dans les premières années de vie du véhicule. Et pour garantir la rentabilité à long terme, il est crucial de former les opérateurs et de maintenir des incitatifs économiques.

L'électrification, même si elle n'est pas l'unique solution envisageable, est essentielle à la décarbonation de notre économie.

- **Pier-Luc Laurin**, directeur général, Institut du véhicule innovant



Message d'Hydro-Québec

C'est avec une grande fierté que je tiens à exprimer mes sincères remerciements pour la réussite du projet de démonstration de camions lourds électriques au Québec, financé par notre ministère. Ce projet incarne notre engagement envers la transition énergétique et notre volonté de positionner le Québec comme un leader en matière de transport durable.

Je tiens à remercier chaleureusement toutes les parties prenantes, y compris les entreprises partenaires, les ingénieurs, les chercheurs, et les experts en logistique, dont l'expertise et la collaboration ont été essentielles à la réalisation de ce projet. Leur dévouement et leur innovation ont permis de relever les défis techniques et opérationnels liés à l'électrification des transports lourds.

- **France Lampron**, responsable du Circuit électrique à Hydro-Québec

04

Portrait de l'industrie

05

La mission du projet
et ses objectifs

06

Le projet au fil du temps

07

Cinq essais convaincants

08

Faits saillants des essais de camions
électriques

09

Les données en un coup d'œil

10

Notion de consommation électrique

11

Masse - Variable 1

12

Température - Variable 2

13

Vitesse - Variable 3

Dénivelé - Variable 4

14

La recharge

16

Modélisations à partir de 60 camions diesel

17

Des mesures dans 16 régions du Québec

18

Résumé des données collectées

19

Résultats de l'analyse de l'échantillon

20

Environnements favorables
et défavorables à l'électrification

21

Analyse de la rentabilité

22

Subventions

23

Impact environnemental

24

Analyse qualitative des cinq essais

25

Informations à retenir !

26

Retombées du projet

27

Remerciements



Portrait de l'industrie

Transport de marchandises et cibles environnementales

Rayon d'action

Au Québec, 44 % des propriétaires et exploitants de véhicules lourds (PEVL) opèrent à l'intérieur d'un rayon d'action de 160 km du port d'attache. Seulement 5 % des PEVL opèrent exclusivement du transport de longue distance. Entre ces deux extrêmes, on compte 44,7 % des PEVL qui font à la fois des déplacements de courtes et de longues distances.

Empreinte environnementale

Le secteur des transports représente la plus grande source d'émissions de gaz à effet de serre (GES) au Québec, soit 42,6 % des émissions totales en 2021. **Le transport routier est responsable de près des trois quarts des émissions de ce secteur.**

Budget provincial pour la réduction des GES

La décarbonation du transport lourd de marchandises s'inscrit dans le budget quinquennal de 4,0 G\$ pour réduire les émissions de GES dans le secteur des transports par les programmes Écocamionnage et Transportez-vert.

Marché des camions lourds électriques en 2024

Nombre de véhicules électriques immatriculés au Québec :

- Automobile ou camion léger électrique : 158 566
- Autobus électrique : 1 272
- Camion ou tracteur routier électrique : 493
- **Camion lourd entre 8 846 kg et 14 968 kg de PNBV¹ : 152**

Nombre de camions lourds, toutes énergies confondues (8 846 kg de PNBV à 14 968 kg PNBV) : 107 658

Capacités des batteries disponibles actuellement pour les camions lourds électriques : 150 kWh à 650 kWh, autonomies de 200 à 450 km

¹ Poids nominal brut du véhicule.

La mission du projet et ses objectifs

L'initiative vise à promouvoir les avantages des camions électriques et à faciliter leur intégration dans les flottes de transport québécoises pour réduire leur empreinte environnementale.

Ce projet vise également à aider les décideurs à vérifier si les camions lourds électriques actuels pourraient leur convenir, et à comprendre les paramètres influençant leur consommation.

Ce projet s'adresse plus précisément aux entreprises du secteur du transport de marchandises urbain et régional, situées au Québec, et opérant des parcs de camions lourds.

Les caractéristiques spécifiques des camions retenus pour le projet incluent :

Camions de classe
6 à 8

Opérant dans un
rayon de 160 km
et moins

Retour à la base
chaque jour



Le projet au fil du temps

18 partenaires, une vision partagée !

Le projet bénéficie de la force collective de 18 partenaires dévoués, créant ainsi une synergie d'expertises et de ressources.

2021

Du printemps 2021 à l'automne 2024

Information et sensibilisation (100+ entreprises)
Huit ateliers régionaux visant à rassembler des gestionnaires de flottes de véhicules lourds issus d'une **centaine d'entreprises** pour des événements de formation d'une journée sur l'ensemble des considérations associées à un projet d'électrification.

2022

De l'automne 2022 à l'automne 2023

Analyse de potentiel d'électrification (60 camions diesel)

20 entreprises, permettant d'analyser les données d'utilisation de 60 camions diesel en vue de **déterminer le potentiel d'électrification et de ressortir les conditions gagnantes.**

2023

De l'automne 2023 à l'été 2024

Essais en conditions réelles (5 camions électrique)

5 entreprises ayant le privilège de faire un essai d'un **mois d'un camion électrique** dans leurs flottes afin de tirer des conclusions sur la pertinence de la transition dans chaque contexte.

2024

Cinq essais convaincants

Cinq camions électriques ont été mis à l'essai par des transporteurs québécois. Chaque transporteur sélectionné a pu utiliser un camion et une borne de recharge de 50 kW pendant un mois. Les véhicules de Freightliner, Peterbilt, Kenworth et Lion ont remplacé les camions diesel sur des itinéraires sélectionnés par l'IVI, à la suite d'une analyse détaillée des déplacements, mettant en évidence le potentiel d'électrification.



- 01** **Transport Inter-Nord** : Routes stables et prévisibles. Potentiels de rentabilité et de gains environnementaux élevés.

Environ 75 camions et près de 200 remorques LTL (charges partielles, ou Less Than Truckload)

- 02** **Cascades Transport** : L'application d'une route pendulaire entre deux entrepôts.

Plus de 160 tracteurs de classe 8 et 750 remorques
Type de transport : transport dédié

- 03** **Smart Transport** : Opérations urbaines à la demande, assignation dynamique des routes.

15 camions porteurs de classes 5 à 7
Livraison le jour même

- 04** **Les Brasseries Sleeman** : Distribution urbaine et en périphérie, congestion routière élevée. Camions partagés par les chauffeurs.

Plus de 56 camions
Distribution alimentaire dans les commerces et épiceries

- 05** **Globco - Transport Levasse** : Livraison de marchandises variées en contexte urbain, sans routes prédéfinies, avec un fort dénivelé.

4 camions porteurs de classe 7 et 17 tracteurs de classe 8 LTL (charges partielles, ou Less Than Truckload)

Faits saillants des essais de camions électriques






- En combinant les **cinq essais**, les camions ont parcouru plus de **11 000 km**
- Les cinq camions ont été actifs durant un total de **77 jours**
- Les camions revenaient au dépôt en fin de journée avec un état de charge restant de **37 %**, en moyenne
- La borne de 50 kW s'est montrée amplement suffisante pour satisfaire les besoins de tous les camions durant les essais
- Le camion ayant parcouru la plus grande distance en une journée a parcouru 302 km



Michel Asselin

DIRECTEUR DE LA DISTRIBUTION
LES BRASSERIES SLEEMAN

« Très belle expérience. J'ai dans l'idée que chacune des parties prenantes a retiré beaucoup de bienfaits de la phase 3 chez les Brasseries Sleeman »

Participant	Unité	 INTER NORD	 Cascades	 SMART TRANSPORT	 BRASSERIES SLEEMAN	 Levasse Transport
Camion	-----	Freightliner eCascadia	Peterbilt 579EV	Lion 6	Kenworth T680E	Peterbilt 220EV
Classe	-----	8	8	6	8	7
km parcourus durant l'essai	km	2 500	1 771	2 792	1 949	2 200
km moyen / jour	km	179	107	154	108	183
Autonomie estimée par le manufacturier	km	368	240	350	240	300
Autonomie moyenne disponible durant l'essai	km	342	211	246	202	340
Masse totale moyenne	kg	20 215	19 673	9 779	18 704	11 350
Saison	-----	Été	Automne	Hiver	Printemps	Printemps
Température durant l'essai	°C	10 à 30	-5 à 20	-15 à 15	-5 à 22	2 à 27
Jours actifs durant la période d'essai	Jours	13	17	18	17	12
Consommation moyenne	kWh / 100 km	120	169	89	163	82
Coût annuel estimé en électricité	\$	10 174	10 313	3 847	8 077	5 166
Données sur la durée de possession						
Durée de possession	Années	10	6	8	6	8
Potentiel de CO ₂ eq évités sur la durée de possession	Tonnes de CO ₂ eq.	485	199	235	270	237
Période de récupération de l'investissement	Années	2,9	8,7	5,6	4,2	7,1
Économies estimées*	\$	198 936	-12 805	35 120	34 679	17 665
Région	-----	Laurentides	Montérégie	Montréal	Montréal	Chaudière-Appalaches

* Consultez les rapports détaillés de chaque essai pour plus de détails.

Notion de consommation électrique

La consommation d'énergie, en kWh/100 km, comparable aux L/100 km pour les véhicules à combustion, décrit l'énergie nécessaire pour parcourir 100 km. Si la consommation d'un véhicule et la distance d'un trajet sont connues, il est possible de calculer l'énergie requise :

Distance d'un trajet (km)

X 100 = Énergie requise (kWh)

Consommation ($\frac{\text{kWh}}{100 \text{ km}}$)

Cette valeur peut ensuite être comparée à la capacité de la batterie d'un camion spécifique pour comprendre l'impact de chaque trajet par rapport à son autonomie totale.

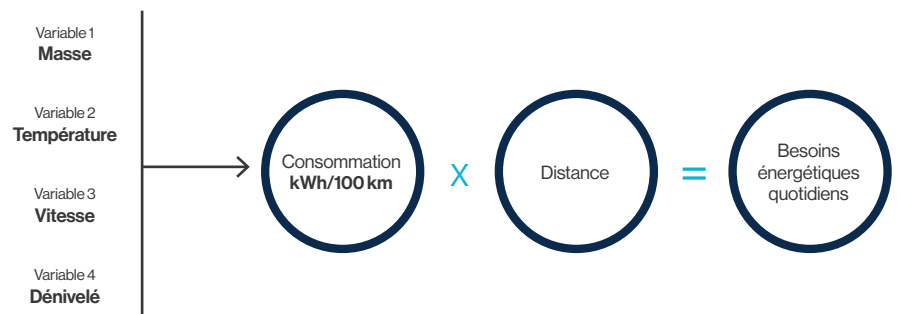
Dans le domaine du camion lourd, les opérations varient beaucoup d'une flotte à l'autre. La consommation des camions électriques est donc, elle aussi, très variable.

Pour illustrer l'amplitude de variation de la consommation, voici quelques scénarios typiques :

Profil #1	Profil #2	Profil #3	Profil #4	Profil #5
Conduite en ville	Conduite sur autoroute	Conduite en ville	Conduite mixte	Conduite sur autoroute
Chargement moyen	Chargement moyen	Chargement léger, < 7 000 kg	Chargement moyen, 2 essieux	Chargement lourd, remorque 3-4 essieux
80 kWh /100 km	110 kWh /100 km	125 kWh /100 km	150 kWh /100 km	225 kWh /100 km

Variables influençant la consommation des camions en contexte québécois

Les données analysées à la suite des essais ont permis d'identifier et de classer par ordre d'importance les principaux paramètres influençant l'autonomie d'un véhicule électrique.



Masse

— Variable 1

Les chargements compilés pour tous les trajets durant les essais ont permis de mesurer l'impact de la masse sur la consommation. Pour les camions porteurs, on observe peu de variation, car la variation du poids du chargement est faible par rapport au poids du camion lui-même.

Pour les tracteurs, la variation est très importante. Durant les trajets à la masse maximale autorisée, la consommation est largement supérieure à celle des trajets avec un chargement typique. L'entièreté des trajets observés a permis de ressortir la règle suivante, pouvant être appliquée aux routes des camions tracteurs

+ 1 000 kg
ajoute
4-5 kWh/100 km

Pour les camions porteurs, l'impact du chargement sur la consommation est relativement faible. Ce phénomène s'explique par le fait que la variation de la masse causée par le chargement est relativement faible par rapport à la masse à vide du camion. Le surpoids des camions électriques, causé par l'ajout de lourdes batteries, diminue le chargement pouvant être transporté. Les pesées effectuées durant le projet montrent que :

■ DIESEL
■ ÉLECTRIQUE



Tracteur diesel **8 500 kg** Remorque **6500 kg** Capacité de chargement (payload) **21 364 kg**



Tracteur électrique **10 300 kg** Remorque **6500 kg** Capacité (payload) **19 564 kg (-1800 kg, -8%)**



Porteur diesel : **8 500 kg** Capacité de chargement (payload) **6 500 kg**



Porteur électrique : **10 000 kg** Capacité (payload) **5 000 kg (-1500 kg, -23%)**

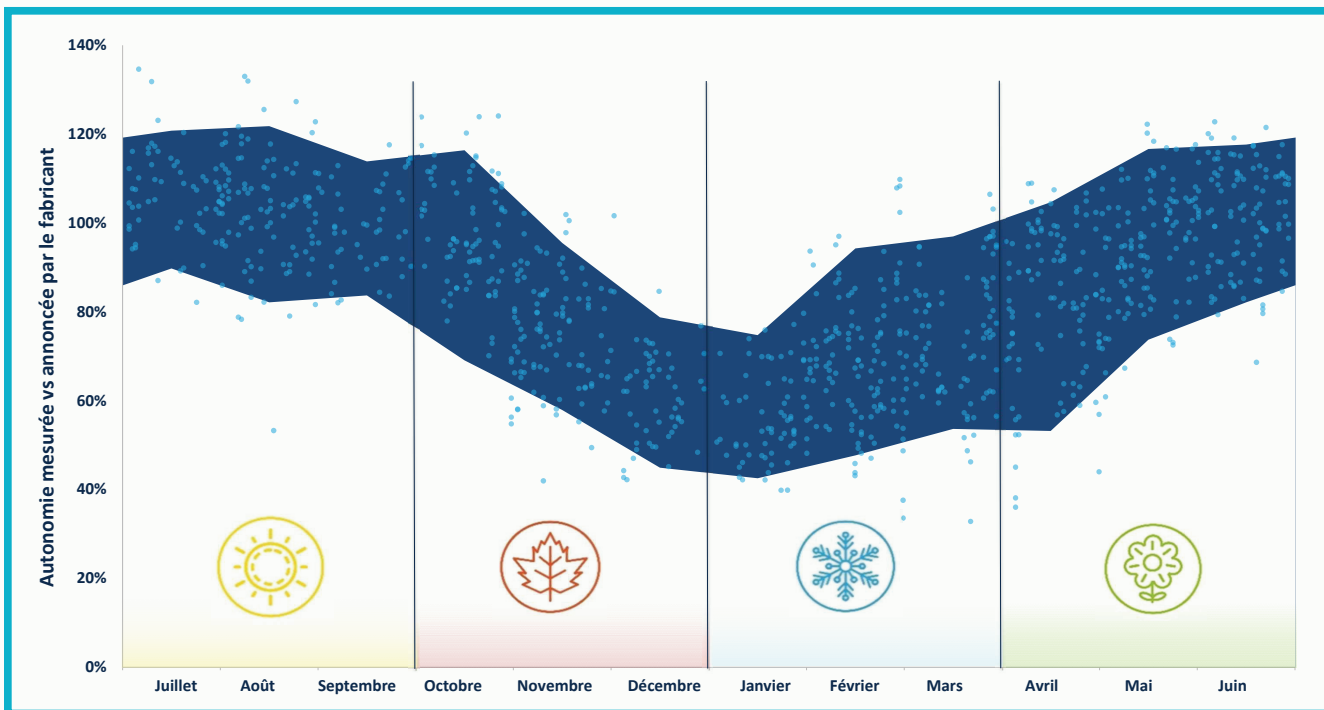
Cela dit, quatre participants à l'étude n'ont pas eu besoin de réduire leur chargement malgré les restrictions de capacité. La cinquième entreprise, qui a utilisé un camion électrique de classe 6 au lieu de ses camions diesel de classe 7 habituels, a dû adapter ses itinéraires pour respecter la masse autorisée. En dépit de cette contrainte, elle a réussi à optimiser ses routes pour remplir pleinement ses journées de livraison.

Température

— Variable 2

Les mois les plus défavorables pour l'autonomie des camions électriques sont décembre, janvier et février. Le graphique suivant illustre les ratios entre les autonomies réelles observées et les autonomies annoncées par les fabricants, et ce, pour tous les camions du projet ainsi que pour ceux des transporteurs collaborateurs pour les journées de > 75km. Chaque point représente une journée mesurée.

Fluctuation de l'autonomie selon la saison :



Fait intéressant : il est relativement facile de dépasser l'autonomie annoncée par le fabricant entre les mois de mai et octobre.

L'autonomie moyenne durant la saison hivernale est en moyenne 34 % inférieure à celle annoncée par le manufacturier.

Les tempêtes de neige seront un élément à surveiller pour les gestionnaires de parcs de camions électriques : l'impact significatif d'une tempête hivernale a été mesuré lors d'une journée autour de 0°C, avec de forts vents et un enneigement abondant. Bien que la température ait été relativement chaude, les camions surveillés ont affiché une consommation énergétique supérieure à celle observée durant les grands froids hivernaux. Cela s'explique par le patinage du véhicule, le fait qu'il soit resté coincé à plusieurs reprises, le chauffage en continu, etc.

Vitesse — Variable 3

Rouler à grande vitesse augmente considérablement la puissance nécessaire pour surmonter la résistance du vent. Ce phénomène est particulièrement marqué pour les camions lourds, qui sont plus volumineux et moins aérodynamiques que les voitures.

Il est également intéressant de noter que les trajets qui ont la consommation la plus élevée sont ceux avec une vitesse moyenne inférieure à **15 km/h**. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette tendance, notamment une diminution de l'efficacité du moteur et le fait que ces trajets comprennent de nombreux arrêts ainsi qu'une conduite au ralenti plus fréquente.



Lors de la sélection des routes à électrifier, il est essentiel de tenir compte des vitesses. Un camion qui circule à une vitesse moyenne de ville (25-30 km/h) peut aisément couvrir un quart de travail complet (8 h). En revanche, sur une route exclusivement à vitesse d'autoroute, la même batterie pourrait se décharger en une demi-journée. Ainsi, en milieu urbain, un chauffeur pourrait utiliser un camion toute la journée, tandis que sur l'autoroute, une recharge en milieu de journée pourrait être nécessaire.

Dénivelé — Variable 4

Bien que le dénivelé influence la consommation d'énergie, son impact est relativement faible comparé à d'autres paramètres. Le tableau ci-dessous illustre la diminution de l'autonomie d'un camion circulant à Québec, où le dénivelé moyen est de 5,5 mètres par kilomètre, par rapport à un camion à Montréal, avec un dénivelé moyen de 2,8 mètres par kilomètre. Cette différence est plus marquée lorsque le camion est davantage chargé.

Il y a un impact réel du dénivelé sur l'autonomie quotidienne, mais il reste **inférieur à 5 % pour la majorité des routes mesurées**. Le dénivelé est donc la variable montrant le moins d'impact sur l'autonomie.

Impact du dénivelé, entre Montréal (2,8 m/km) et Québec (5,5 m/km)

	 Si le camion est vide / Si le camion est plein		 Si le camion est vide / Si le camion est plein	
Variation sur l'autonomie	- 4 %	- 5 %	- 3 %	- 8 %
Impact sur une autonomie typique	-10 km	-14 km	-9 km	-27 km

La recharge

Portrait de la gestion de recharge des participants

4h

Durée de recharge moyenne

7h

Recharge la plus longue

9h

En opération

13h

Temps de recharge disponible par nuit

Le lièvre ou la tortue ?

Installer une borne de recharge très puissante peut sembler avantageux pour en tirer une recharge rapide, mais cela peut annuler les économies de la transition vers l'électrique en raison des surcharges élevées associées à une forte demande de puissance sur le réseau électrique. Il est fortement suggéré d'évaluer plusieurs scénarios avant de conclure qu'il faut recharger le plus vite possible.

Préconiser une recharge lente

Les experts de l'Institut du véhicule innovant préconisent l'installation de l'infrastructure de recharge la moins puissante pouvant restituer l'énergie utilisée en une journée, en exploitant au maximum le temps d'arrêt disponible.

50 kW : une puissance suffisante ?

Bien que les camions puissent accepter une puissance supérieure, une borne de 50 kW a été utilisée pour les essais, permettant une recharge complète en environ 9 heures pour des tracteurs de classe 8. Dans les cas étudiés, soient des applications avec un retour au dépôt la nuit, la recharge s'est souvent terminée en 4 heures. Les camions, avec une plage d'arrêt de 13 heures, étaient pleins à 21 h après un retour au dépôt à 17 h. Pour les camions porteurs, une borne de 24 kW peut même être suffisante.

Attention aux appels de puissance !

Les simulations de coûts réalisées lors des essais de camions électriques ont révélé que passer d'une infrastructure de recharge de 50 kW à 150 kW pourrait plus que doubler la facture d'électricité d'un camion électrique.

« En participant au projet, on a compris qu'il faut bien choisir la puissance de la borne. Avec le temps dont nous disposons pour recharger le camion durant la nuit, durant l'essai nous avons baissé la puissance de la borne de 50kW à 30kW afin de réduire les coûts de notre consommation d'Hydro-Québec »



Ion Triboi
CONTRÔLEUR
SMART TRANSPORT

Modélisations à partir de 60 camions diesel

À l'automne 2022, des ateliers de formation ont permis à 86 entreprises participantes de se familiariser avec les camions lourds électriques. De ce nombre, 20 ont été sélectionnées dans le but d'analyser les déplacements de camions diesel sur une période de trois mois.

Le but de cette analyse était de récolter les données d'utilisation des camions diesel **afin de créer un simulateur énergétique, qui a permis d'identifier les conditions optimales pour l'adoption de cette technologie.** Voici la liste de quelques paramètres étudiés :

- Distances et tracés GPS
- Vitesses et accélérations
- Montées et descentes (dénivelé)
- Heures et emplacements des arrêts
- Chargements de chaque trajet
- Consommation en litres (L)
- Temps et consommation au ralenti
- Température.

Ces données ont permis **d'estimer la taille de batterie requise pour qu'un camion électrique puisse effectuer la route d'un camion diesel toute l'année.**

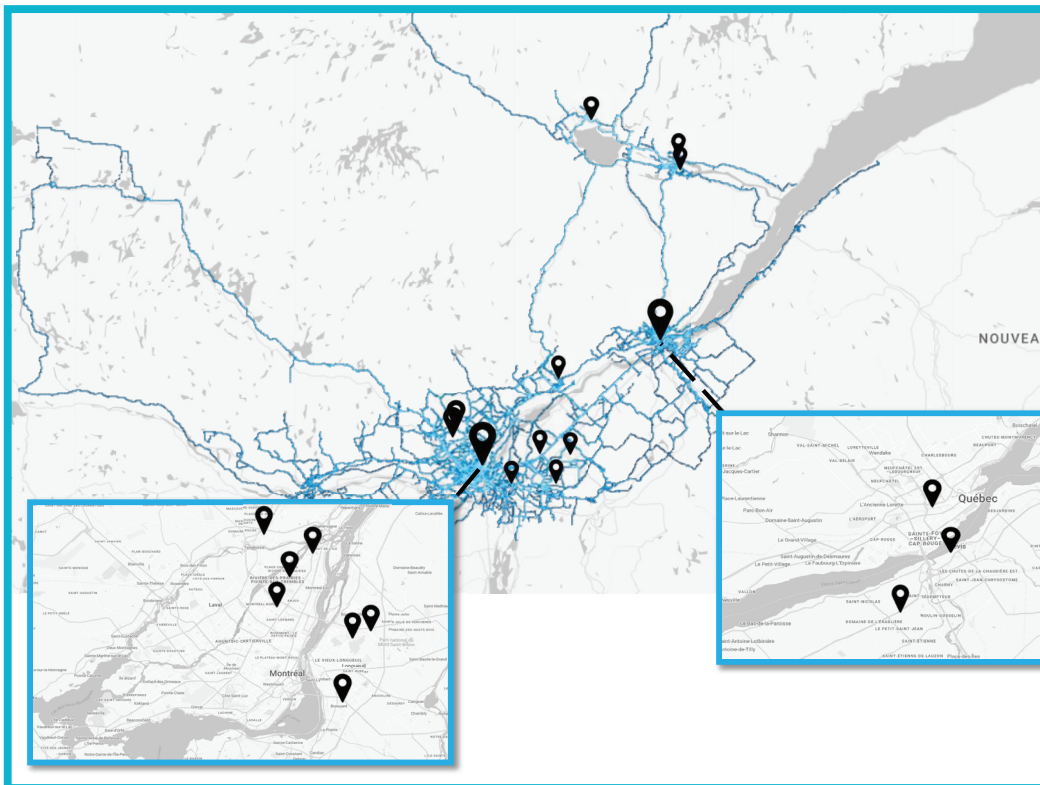
Il est également crucial de prendre en compte d'autres facteurs tels que :

- La rentabilité des opérations sur la durée de vie du camion, incluant l'achat du camion et de la borne
- Un impact environnemental positif
- La capacité à intégrer la recharge sans perturber les opérations.

Des mesures dans 16 régions du Québec

- Les 60 camions diesel munis d'appareils de télématique ont parcouru plus de 818000 km
- Les dépôts des entreprises participantes sont répartis dans plus de neuf régions administratives
- Près de 28000 trajets ont été enregistrés

Ces trajets sont représentés en bleu sur la carte ci-dessous



Capitale-Nationale

Transkid
Prolait

Chaudière-Appalaches

Globco - Transport Levasse

Estrie

LogiQ Transport

Lanaudière

S.E.T. Transport

Laurentides

Papineau International
Inter-Nord

Mauricie

Groupe Bellemare

Montérégie

Cascades
VA Transport
Bel-O Transport
Acam Transport
Entreposage JSMG
Andy Transport

Montréal

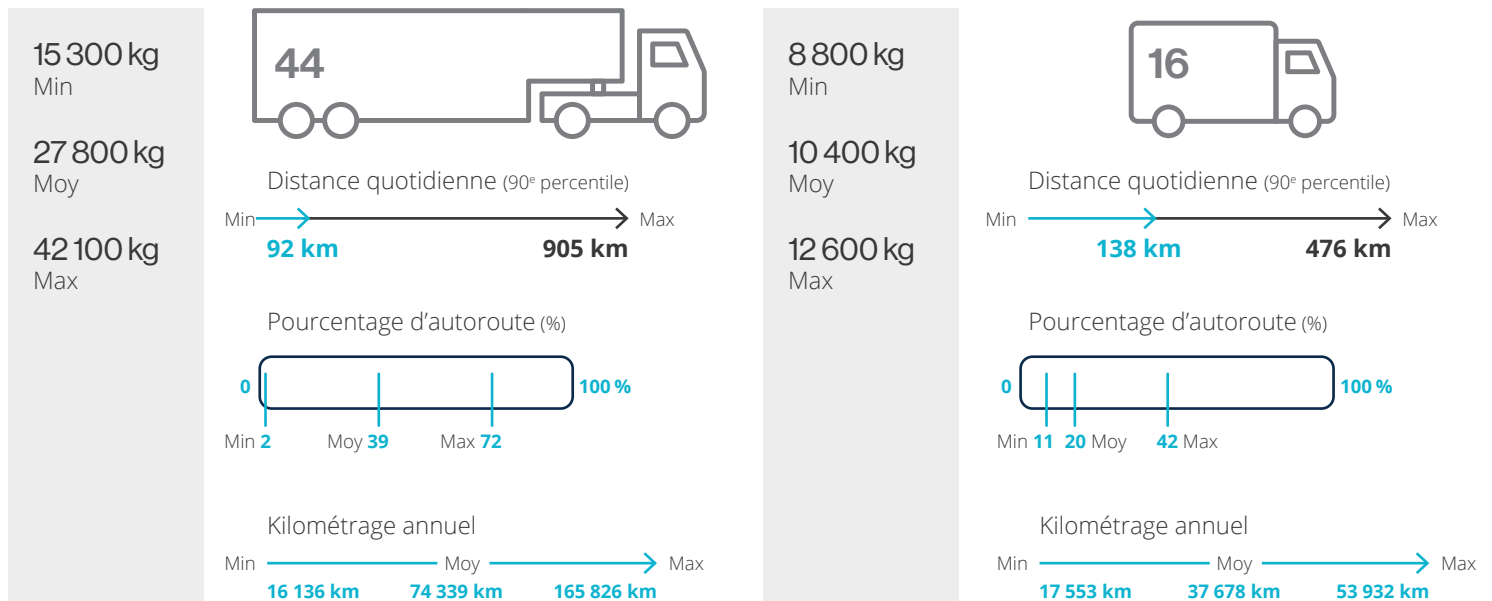
Smart Transport
Transport Beaudry
Les Brasseries Sleeman

Saguenay-Lac-Saint-Jean

Groupe Gilbert
Groupe Morin
Transport Frédéric Bouchard

Résumé des données collectées

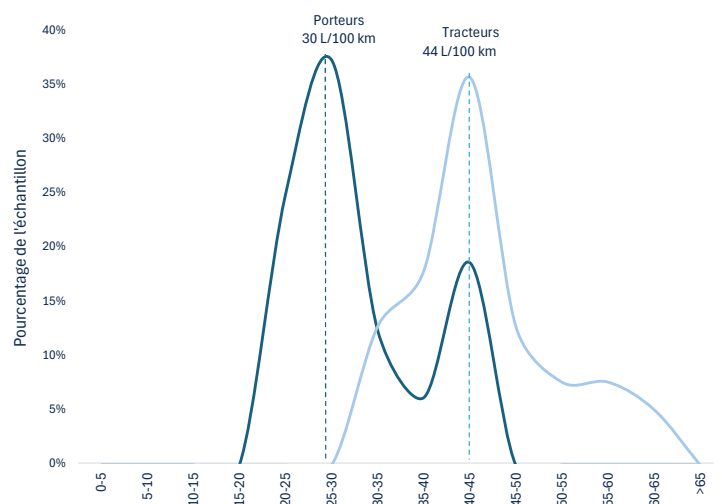
Les données illustrées ci-dessous ont été mesurées sur les 60 camions diesel ayant été instrumentés



La consommation d'un litre de diesel émet $\approx 2,7$ kg CO₂

Le graphique suivant illustre la distribution et les moyennes des consommations de diesel en L/100 km de l'échantillon, selon le type de camion lourd.

Consommation diesel en L/100 km



Résultats de l'analyse de l'échantillon

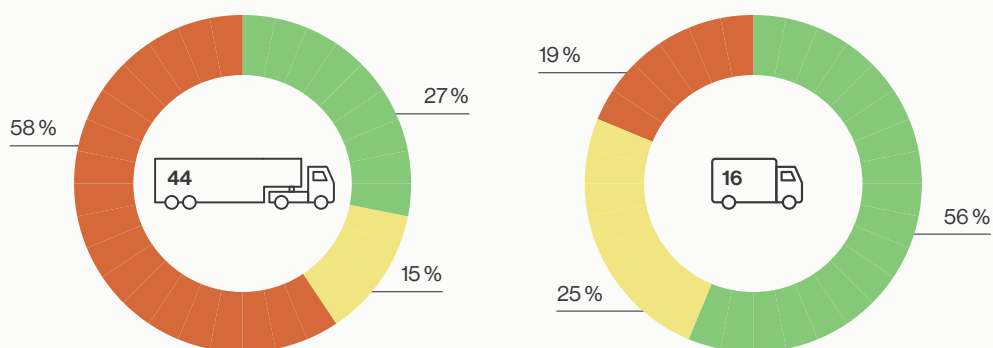
Feu vert Possibilité de compléter la route pour $\geq 90\%$ des jours de l'année avec un camion électrique, sans adaptation. Scénario rentable et bénéfique pour l'environnement.

Feu jaune Adaptations mineures requises pour permettre le passage à l'électrique :

- Fusionner des petits trajets de plusieurs camions en une route
- Créer une route avec des arrêts plus proches du dépôt
- Arrêter au dépôt durant la journée (midi) pour recharger
- Distribuer le deuxième quart de travail à un camion diesel
- Installer une borne chez un client récurrent.

Feu rouge Difficile ou impossible de passer à l'électrique dans un horizon 0-2 ans, capacité de batteries offertes loin d'être suffisantes

56 % des porteurs (classes 6 et 7) qui ont été instrumentés pourraient être électrifiés dès maintenant, tandis que cette proportion est de 27 % pour les tracteurs (classe 8).



Ces proportions diffèrent de celles mentionnées dans les rapports d'analyse détaillés publiés antérieurement, car l'algorithme a été ajusté après l'obtention de données réelles provenant des essais des camions électriques. En effet, il a été en particulier observé que les camions porteurs consommaient moins que prévu initialement.

Environnements favorables et défavorables à l'électrification :

Les participants proviennent de divers secteurs d'activité. Certains de ceux-ci sont plus propices à l'électrification que d'autres.

Léger comme une plume

Les constats sont que le transport de type LTL (Less Than Truckload), ou chargement partiel, est propice à l'électrification. On y trouve plusieurs routes avec des cargaisons légères et des vitesses réduites, de même que des retours au dépôt la nuit.

Une histoire de pendule

Le transport pendulaire, caractérisé par des trajets réguliers entre deux points fixes, a été observé chez les participants du projet. Avec des distances généralement courtes et de nombreuses opportunités de recharge disponibles durant la journée, cette cadence est particulièrement adaptée à l'électrification.

Un peu de patience pour le vrac et le transport forestier

Souvent associé à de longues distances et à des chargements lourds, le transport TL, le vrac sec et liquide, ainsi que le transport forestier nécessitent une quantité d'énergie supérieure à ce que les batteries actuellement disponibles peuvent fournir.

Conseils rapides pour identifier des itinéraires à haut potentiel d'électrification

Les analyses ont révélé six conditions idéales permettant de remplacer immédiatement un camion diesel par un camion électrique sans nécessiter d'adaptation des opérations :

- **Parcourir environ 200 km par jour, toute l'année, soit une distance qui respecte amplement les autonomies actuelles, tout en maximisant la rentabilité**
- **Revenir au terminal à chaque fin de journée**
- **Opérer sur un seul quart de travail**
- **Utiliser un véhicule avec une boîte sèche et sans accessoires supplémentaires (un hayon est acceptable, ou encore un chariot embarqué ayant sa propre source d'énergie)**
- **Circuler principalement à des vitesses modérées (trajets à vitesse d'autoroute limités)**
- **Transporter des charges légères (tracteurs : < 9 000 kg de chargement).**

Note importante : Même si l'itinéraire étudié ne respecte pas tous ces critères, il peut toujours présenter un potentiel d'électrification avec quelques adaptations. L'IVI recommande alors une analyse approfondie.

Analyse de la rentabilité

L'équipe du projet a monté un calculateur détaillé servant à estimer les coûts totaux de possession et la rentabilité associés à l'électrification des camions lourds, et ce, pour chacun des camions étudiés.

Par ailleurs, il faut savoir que les bénéfices dégagés par l'utilisation d'un camion sur sa durée de vie **dépendent de plusieurs variables** telles que :

- La distance parcourue annuellement
- Le prix de l'électricité et du diesel
- Le coût d'acquisition du véhicule (incluant les incitatifs)
- La puissance de la borne
- La durée de mise en service
- Le coût de l'infrastructure de recharge (incluant les incitatifs)
- La consommation énergétique du véhicule
- Le coût annuel de maintenance.

Bien que le coût initial d'un camion électrique soit élevé (environ 550 000 \$ pour un modèle de classe 8), l'application des incitatifs réduit le surcoût à environ 75 000 \$, incluant l'achat d'une borne de recharge adaptée.

Ce surcoût peut être récupéré par des économies sur l'entretien et le carburant. Or, **en conditions réelles, l'électricité coûte entre 38 % et 75 % de moins que le diesel**. Une gestion optimisée de la puissance de recharge (kW) permet de maximiser les économies.

De plus, les plans de maintenance proposés par les manufacturiers permettent de réduire les coûts de maintenance d'environ 50 % par rapport à ceux d'un camion diesel équivalent. Toutefois, il est important de prendre en compte les coûts d'entretien de la borne de recharge, ce qui pourrait ramener les coûts d'entretien totaux à un niveau comparable à ceux d'un véhicule diesel.

Scénario typique : camion tracteur utilisé 8 ans, 40 000 km par année, valeurs typiques pour tous les autres paramètres.

		Coûts totaux de possession	Période de récupération de l'investissement
	Camion diesel	475 811 \$, soit 1,49 \$/km	89 296 km ou 2,23 années
	Camion électrique	355 994 \$, soit 1,11 \$/km -25%	

Aides financières

En 2024, les subventions provinciales et fédérales couvrent les :

- Camions électriques
- Bornes (achat, installation et planification)
- Consultations externes pour études ou projets pilotes
- Heures internes pour la mise en place
- Télématique

À l'heure actuelle,
les subventions sont nécessaires à la
rentabilité des camions électriques.

Sans subventions, le seuil de rentabilité typique n'est
jamais atteint durant la mise en service d'un camion.

Sans subventions, au total, sur huit ans, cela coûterait
265 716 \$ de plus pour acquérir et opérer un camion
électrique et sa borne, plutôt qu'un camion diesel (56 %
plus cher).

Pour trouver les
programmes de
subventions :



Impact environnemental

La fabrication d'un camion électrique génère plus de pollution que celle d'un camion diesel. Toutefois, son utilisation entraîne beaucoup moins d'émissions de gaz à effet de serre (GES). Il existe donc un moment dans le cycle de vie d'un camion électrique où celui-ci devient plus écologique qu'un modèle diesel équivalent. Par la suite, les émissions évitées continuent de s'accumuler jusqu'à la fin de sa vie utile.

Un calculateur d'analyse du cycle de vie a été développé par l'IVI pour comparer les émissions totales de CO₂ eq entre un camion diesel et un camion électrique. Il prend en compte la fabrication du camion, l'utilisation de carburant (ou d'électricité), la distance parcourue annuellement, la durée de possession, la taille de la batterie utilisée (dans le cas d'un véhicule électrique) et la mise au rencart, ainsi que plusieurs autres paramètres.

L'empreinte environnementale a été calculée pour chaque camion étudié. De manière générale, on peut estimer que :

100 % des camions modélisés dans le projet permettraient de faire des économies de GES et atteindraient leur point d'équivalence environnementale en moins d'un an, fabrication incluse !

- Un tracteur de classe 8 électrique émet **7x** moins de CO₂ eq qu'un véhicule équivalent au diesel sur son cycle de vie
- Un porteur de classe 6 électrique émet **5x** moins de CO₂ eq qu'un camion équivalent au diesel sur son cycle de vie
- Le participant avec la meilleure réduction de GES du projet, sur une durée d'utilisation de 10 ans : **603 tonnes CO₂ eq épargnés**
- Le participant avec la réduction de GES la plus faible du projet, sur une durée d'utilisation de 5 ans : **81 tonnes CO₂ eq épargnés**

Analyse qualitative des cinq essais

Les essais des véhicules électriques ont permis à l'équipe d'évaluer l'appréciation de la technologie dans les opérations des entreprises sélectionnées. Voici un résumé des principales observations :

Chez les gestionnaires :

- Ils observent une amélioration des conditions de travail des conducteurs.
- L'essai stimule leurs réflexions à ce sujet, mais ne les conduit pas toujours à des achats immédiats.

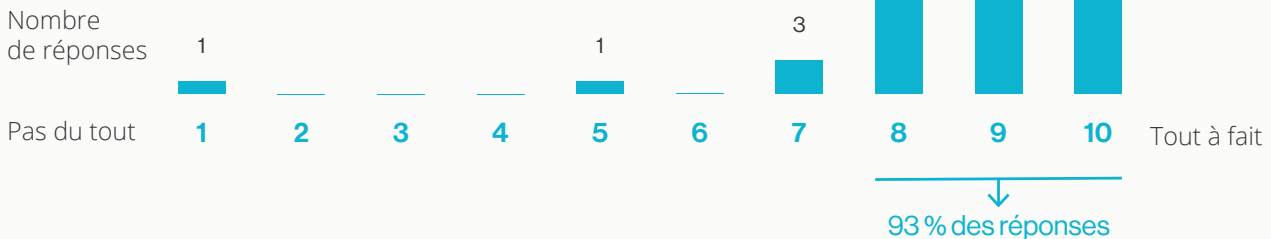
Chez les conducteurs :

- Ceux-ci ont apprécié l'essai.
- Ces derniers constatent une réduction de la fatigue et du bruit dans la cabine.

Il est essentiel de former et d'éduquer les utilisateurs au sujet des nouvelles technologies et de l'écoconduite, car ils jouent un rôle clé dans la transition vers l'électrification.

Aussi, lors de 93 % des journées d'essai, les chauffeurs ont attribué la note de 8/10 ou plus pour la capacité du camion à accomplir le travail.

Pour mon travail aujourd'hui, le camion électrique était adéquat



Ce que les chauffeurs en pensent :

« Avoir la chance de conduire ce camion, c'est comme gagner au 6/49 ! »

CASCADES TRANSPORT

« Des chauffeurs d'autres entreprises viennent voir le camion et prendre des photos. »

TRANSPORT INTER-NORD ET CASCADES TRANSPORT

« C'est une belle expérience, il n'y a pas de bruit ni d'odeurs. »

GLOBCO - TRANSPORT LEVASSE

« Merci de m'avoir fait vivre cette expérience, que je referais avec plaisir. »

LES BRASSERIES SLEEMAN

« Le camion est silencieux et confortable. La conduite n'est pas épuisante dans le trafic. »

TRANSPORT INTER-NORD

« Le camion se comporte bien et l'autonomie est suffisante en hiver. »

SMART TRANSPORT

Informations à retenir!

- 01 Les camions électriques sont déjà viables pour de nombreuses applications.
- 02 Lancer un projet pilote dès maintenant est la meilleure façon de se familiariser avec cette nouvelle technologie et d'en évaluer concrètement les avantages.
- 03 La recharge avec une borne de 50 kW fonctionne dans plusieurs scénarios sans retarder les opérations et permet de réduire les coûts d'exploitation. De plus, plusieurs entreprises envisagent la recharge à 25 kW!
- 04 Les essais ont révélé une économie potentielle de 38 à 75 % sur les coûts énergétiques, en comparaison avec un équivalent diesel.
- 05 En parcourant en moyenne 140 kilomètres par jour, les cinq camions terminaient leur journée avec 37 % de batterie en moyenne, en tenant compte des autonomies variées et des utilisations dans toutes les conditions saisonnières.
- 06 Il est nécessaire de prévoir une réduction d'environ 34 % de l'autonomie par temps froid, avec une diminution supplémentaire en cas de tempête de neige.

En conclusion, il est temps de passer à l'action ! Pour les opérations urbaines et pendulaires, la technologie électrique est non seulement accessible, mais aussi performante et respectueuse de l'environnement. Avec des subventions attractives et une gestion optimisée de la recharge, elle permet de réaliser des économies considérables tout en réduisant son empreinte carbone.

Activités et retombées du projet

- Près de 200 participants
- Plus de 100 entreprises participantes
- 25 rapports techniques
- 1 rapport synthèse
- 8 événements organisés pour les gestionnaires de flotte
- 5 capsules web
- 2 prix distinctions (15^e édition des Grands Prix d'excellence de l'AQTr)
- Plus de 30 conférences et participations à des panels
- Près de 45 articles médiatiques
- 3 articles dans des magazines spécialisés
- Suite à l'essai, Smart Transport a intégré un camion électrique



Remerciements

Ce projet est réalisé grâce à la participation financière du gouvernement du Québec dans le cadre du programme Action-Climat Québec, rejoint les objectifs du Plan pour une économie verte 2030 et est soutenu par des acteurs phares de l'industrie du camionnage.

Il s'étend sur trois ans, bénéficie d'un budget total de 1,5 million de dollars, dont 1,2 million provient de subventions provinciales.

PARTENAIRE FINANCIER



PARTENAIRE MAJEUR



PARTENAIRES OFFICIELS



Références

Portrait statistique et économique LE CAMIONAGE AU QUÉBEC, 2018,
<https://www.transports.gouv.qc.ca>

Plan pour une ÉCONOMIE VERTE 2030, 2024,
<https://cdn-contenu.quebec.ca>

Infrastructure de recharge pour les véhicules électrique au Canada, Gouvernement du Canada
<https://ressources-naturelles.canada.ca>

Coefficients d'émission et valeurs de référence, Gouvernement du Canada
<https://www.canada.ca>

Greenhouse Gas Emissions from a Typical passenger Vehicule, EPA, 2024,
<https://www.epa.gov>

Pour toute question à la suite de la lecture de ce rapport, vous pouvez contacter l'équipe de l'Institut du véhicule innovant (IVI) en utilisant les coordonnées ci-dessous :

**100, rue Claude-Audy,
Saint-Jérôme (Québec), J5L 0J2
(450) 431-5744 | devaff@ivisolutions.ca**

De plus, de nombreuses publications auxquelles l'IVI a contribué pourront soutenir, au besoin, les gestionnaires de flotte dans leur processus d'électrification.



Institut du véhicule innovant