

Étude des technologies pour une décarbonisation du transport lourd au Québec

Renaud Girard

Florian Pedroli

Normand Mousseau



**Chaire en
Transformation du
Transport**

**The Transition
Accelerator**



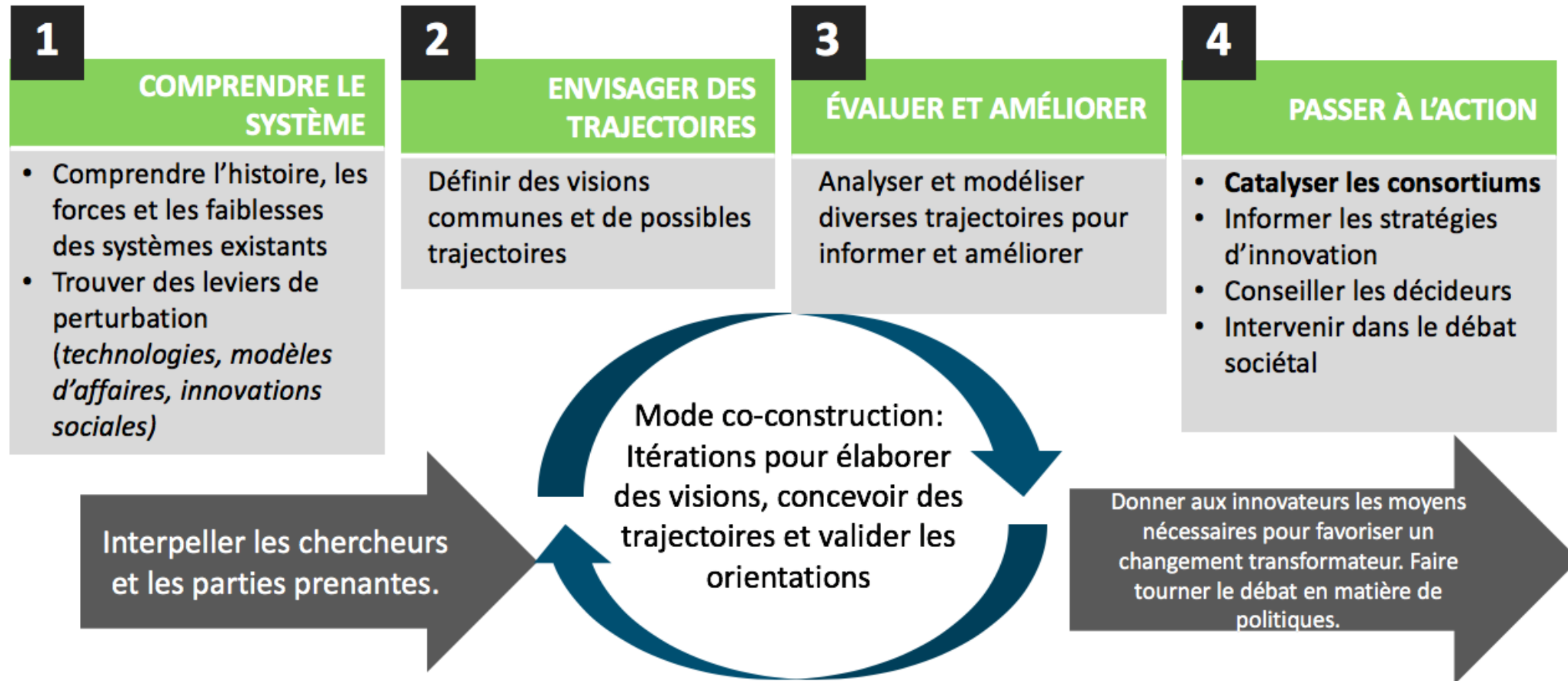
**L'Accélérateur
de transition**

L'Accélérateur de transition



- Organisme à but non lucratif créé en 2019
- Dirigé par Dan Wicklum et 3 directeurs de recherche, dont Normand Mousseau, présents à Calgary, Ottawa et Montréal
- Projet important sur le transport lourd en Alberta et l'hydrogène
- Au Québec, projet de mobilité aux Îles-de-la-Madeleine et travail sur les bâtiments commerciaux et institutionnels.

L'Accélérateur de transition



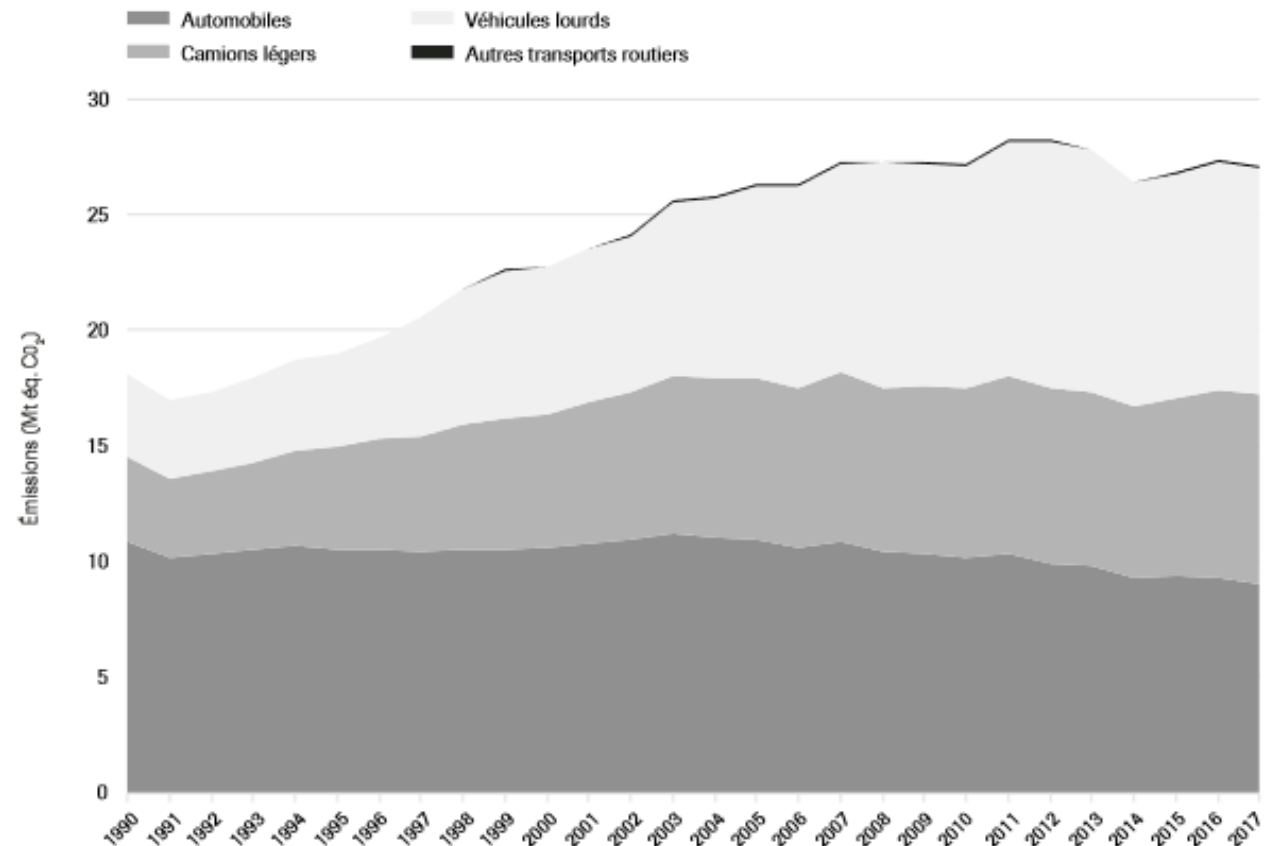
Le projet

- Récupérer les données canadiennes origine-destination au niveau du transport lourd
- Traitement des données: déterminer leur pertinence
- Caractériser les technologies disponibles sur le marchés avec une étude de littérature
- Développer des scénarios d'électrification du transport lourd
- Comparer l'intérêt des diverses technologies au Québec dans un contexte d'intégration au reste de l'Amérique du Nord

Émissions provenant du secteur des transports

- 43,3% des émissions totales proviennent du secteur des transports
- 9,76 Mt éq. CO₂ produites par les véhicules lourds en 2017, soit une augmentation de 170,8% depuis 1990
- 12,42% des émissions totales résultent du transport lourd

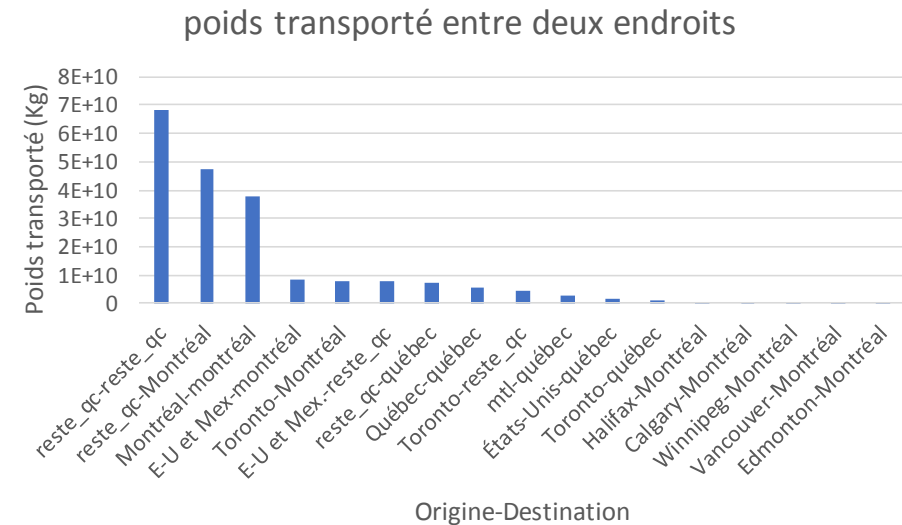
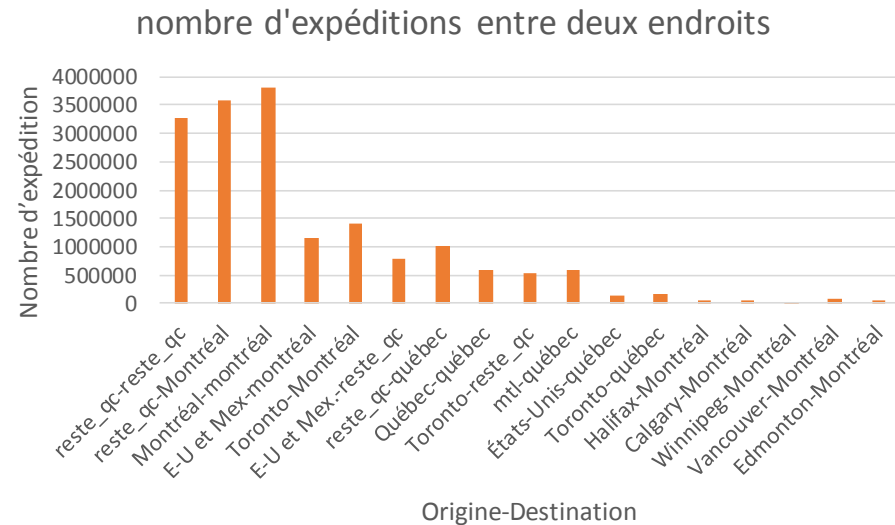
Figure 12. Répartition et évolution des émissions des différentes catégories de transport routier entre 1990 et 2017



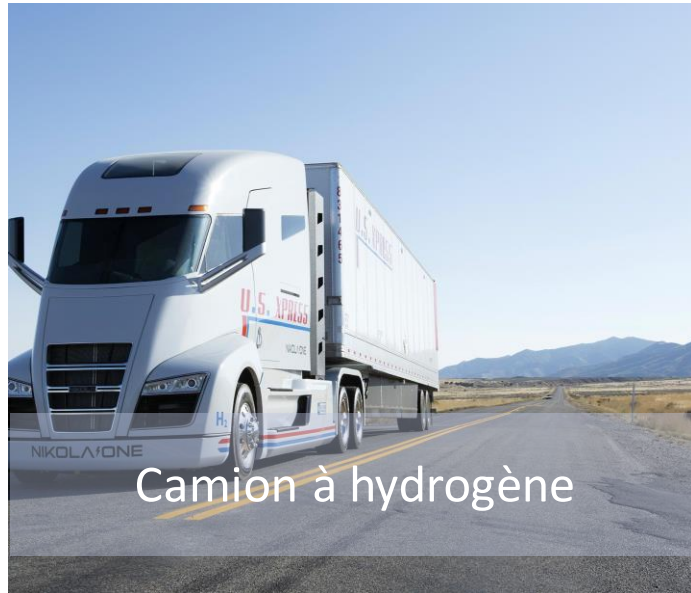
Tiré de : « Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2017 et leur évolution depuis 1990 », s. d., 44.

Les données amassées

- Enquête origine destination dans le secteur du transport lourds au Québec (données de 2017)



Les technologies étudiées



Camions à l'hydrogène



- Camions électriques qui produisent leur électricité grâce à de l'hydrogène, via une pile à combustible.
- Production d'hydrogène : hydrogène gris (à partir de GN), hydrogène bleu (à partir de GN mais avec séquestration du carbone), hydrogène vert (électrolyse de l'eau à partir d'EnR)
- Avantages :
 - Avantages d'un camion électrique (efficacité, maintenance, etc)
 - Densité énergétique plus importante que les batteries
- Inconvénients :
 - Réseau de transport et de distribution d'hydrogène à construire

Pilote associé



Projet AZETEC :

- Projet pilote sur des camions à hydrogène en Alberta (16,5 M CAD)
- Projet impliquant 12 parties prenantes dont secteur du camionnage et secteur de l'énergie
- Deux camions de 64 tonnes avec une autonomie de 700 km, vont se déplacer entre Calgary et Edmonton
- Camions transformés par Dana, à Montréal

L'objectif est aussi de faire émerger une production d'hydrogène bleu en Alberta, hydrogène qui pourra servir pour décarboner d'autres secteurs que le transport lourd.



Camions électriques avec batterie



- Camions électriques avec une batterie rechargée à des stations de recharge.
- Électricité provenant de la production locale électrique: hydro-électricité au Québec.
- Avantage:
 - Technologie en développement, bientôt disponible pour les marchés
 - Technologie similaire à l'automobile
 - Infrastructures de déploiement légères
- Désavantages:
 - La batterie interne est très lourde et limite la masse totale de marchandise pouvant être transportée
 - Temps de recharge

Caractéristiques

- À droite: graphique de la répartition de poids du camion en fonction de la batterie
- Consommation d'énergie: 1.23 kWh/km à 1.94 kWh/km
- Capacité de batterie: 600kWh-900kWh (~ 400km – 600km)
- Station de recharge rapide:
 - Recharge ~880kW/h
 - Coûte ~260 000 €
- Station de recharge lente:
 - Recharge ~50kW /h
 - Coûte ~15 000 €

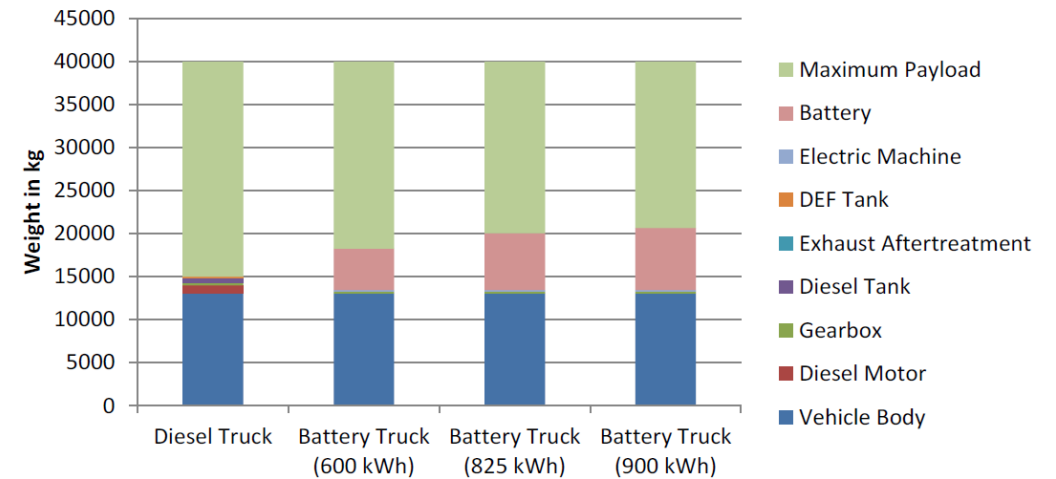


Figure 13. Weight breakdown of main truck components for the diesel trucks and battery electric trucks with different traction batteries.

Pilotes associés

- **Camion Semi développé par Tesla-2021** (source : <https://www.cnbc.com/2020/04/29/tesla-delays-semi-production-and-deliveries-until-2021.html>)
- Plusieurs camions annoncés
- Camions légers électriques déjà sur le marché
- **Projet Canadien de CN** : <https://www.cn.ca/en/news/2019/04/cn-launches-new-pilot-project-using-electric-trucks/>

Camions électriques avec caténaires



- Camions électriques avec une batterie rechargée durant le transport à l'aide de caténaires installés au-dessus des routes empruntées et un pantographe sur le camion
- Nécessité de pouvoir fonctionner sans caténaires, donc camions hybrides ou avec batterie importante
- Avantages
 - Coût essentiellement sur l'infrastructure, non pas la conversion des camions
 - Les batteries sont moins importantes que sans caténaires
- Désavantages
 - Caténaires coûteux et seulement déployés sur les axes principaux
 - Le transport de marchandises doit se faire sur les routes avec des caténaires
 - Nécessité de combiner avec une autre technologie

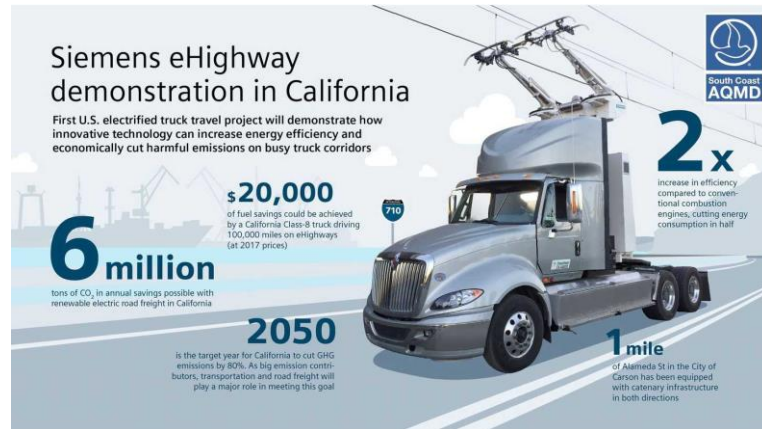
Caractéristiques

- Coûts des infrastructures (composantes):
 - ~1km sur 2 câblé
 - Projet pilote en Suède : 1M d'€ par kilomètre et par direction

- Coûts des composantes des camions:
 - Capacité batterie : ~200 kWh → ~90 000 CAD
 - Pantographe : ~55 000 CAD
 - Coût camion : ~135 000 CAD
 - Camion diesel : 180 000 CAD

Pilote associés

- Pilote en Allemagne
- Pilote en Californie par Siemens-



- ENUBA 1—Siemens, AG. ENUBA—Elektromobilität bei schweren Nutzfahrzeugen zur Umweltentlastung von Ballungsräumen;Siemens AG: Munich, Germany, 2012.
- ENUBA 2—Lehmann, M.; Arnd, S.; Mazzega, J. ENUBA 2—Elektromobilität bei schweren Nutzfahrzeugen zur Umweltentlastung von Ballungsräumen; Siemens AG: Munich, Germany; TU Dresden: Dresden, Germany;DLR e.V.: Cologne, Germany, 2016.
- Pilote en Suède- <https://eroadarlanda.com/about-the-project/>

Les conclusions actuelles

Ce qui reste à faire:

- Développer des scénarios de déploiement des différentes technologies
 - Prévisions des coûts pour l'implémentation des différentes technologies
- Recommandation des approches les plus intéressantes

Merci

- Chaire en transformation du transport
- Accélérateur de transition
- Thomas Dandres
- Emma Frejinger
- Bernard Gendron

- Florian Pedroli
- Normand Mousseau