



ÉTUDE DE FAISABILITÉ

PROJET DE DÉMONSTRATION DE TAXIS ÉLECTRIQUES AU QUÉBEC

FINANCÉE PAR LES PARTENAIRES SUIVANTS :

Ministère des Transports du Québec

Ministère des Ressources naturelles

Hydro-Québec

RÉALISÉE PAR :

L'Institut du transport avancé du Québec

Septembre 2013

AVANT-PROPOS

Le comité provincial de concertation et de développement de l'industrie du taxi (CPCDIT), promoteur du projet, a travaillé en concertation avec l'ITAQ et sous l'autorité du comité directeur du projet pour la réalisation de cette présente étude.

Le rapport a été rédigé par l'ITAQ. Le CPCDIT ainsi que les représentants des partenaires du projet– le ministère des Transports du Québec, Hydro-Québec et le ministère des Ressources naturelles du Québec – ont participé aux différentes étapes de validation du contenu.

Cette étude de faisabilité est le résultat d'une expérience mesurée et réalisée dans des conditions normales d'opération. Les conclusions, qui en découlent, n'engagent pas la responsabilité du CPCDIT ni des ministères participants.

LISTE DES PARTENAIRES DU PROJET

ORGANISATIONS PARTICIPANTES ET REPRÉSENTANTS DU COMITÉ DIRECTEUR

Comité provincial de concertation et de développement de l'industrie du taxi (CPCDIT)
André Martel

Consultant en transport par taxi
Denis Cartier

Hydro-Québec
Nacer Boudjerida
Jean-Luc Dupré

Institut du transport avancé du Québec (ITAQ)
François Adam
Véronique Lamy
Jean-Loup Trillat

Ministère des Transports du Québec
Luc Beaudin
Christian Bisson

Ministère des Ressources naturelles du Québec
Gabriel Audet
Bernard Lamonde

ÉQUIPE DE RÉDACTION DU RAPPORT

ITAQ
Véronique Lamy, rédactrice principale
François Adam
Jean-Loup Trillat

Consultant en transport par taxi
Denis Cartier

DÉFINITION DES ACRONYMES

BTRVM	Bureau du taxi et du remorquage de la ville de Montréal
CA	Courant alternatif
CC	Courant continu
CCI	Clinton Climate Initiative
CCTT	Centre collégial de transfert de technologie
CPCDIT	Comité provincial de concertation et de développement de l'industrie du taxi
CRQ	Contrôle routier Québec
CSA	Canadian Standards Association
CSTJ	Cégep de Saint-Jérôme
CTQ	Commission des transports du Québec
CUM	Communauté urbaine de Montréal
DDFT	Disjoncteur différentiel de fuite à la terre
EPA	Environmental Protection Agency
GES	Gaz à effet de serre
IREQ	Institut de recherche d'Hydro-Québec
ITAQ	Institut du transport avancé du Québec
LiFePO4	Lithium-Fer-Phosphate
MESRST	Ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et de la Technologie
MECI	Ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie
MFEQ	Ministère des Finances et de l'Économie du Québec
MRN	Ministère des Ressources naturelles
MTQ	Ministère des Transports du Québec
OBD	On board diagnostic
PME	Petites et moyennes entreprises
RFID	Radio Frequency IDentification
SAAQ	Société de l'assurance automobile du Québec
SAE	Society for Automobile Engineers
STEP	Société du taxi électrique parisien
VUS	Véhicule utilitaire sport
US	United States / États-Unis
VÉ	Véhicule électrique
VUA	Véhicule utilitaire adapté

TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE	5
1.1-	Introduction.....	5
1.2-	Objectifs	6
1.3-	Mandat	6
1.4-	Territoires et portée de l'étude.....	8
2	CARACTÉRISATION DE L'INDUSTRIE DU TAXI AU QUÉBEC	9
2.1-	Portait de l'industrie du taxi	9
2.2-	Lois et règlements en vigueur	10
2.3-	Accessibilité au service	12
3	PROJETS DE TAXIS ÉLECTRIQUES DANS LE MONDE	13
4	CARACTÉRISATION DES DÉPLACEMENTS DES TAXIS	16
4.1-	Méthodologie.....	16
4.2-	Taxis participants.....	17
4.3-	Difficultés rencontrées	19
4.4-	Résultats de l'évaluation.....	21
5	OFFRE TECHNOLOGIQUE	27
5.1-	Revue des véhicules électriques et hybrides rechargeables.....	27
5.2-	Revue des systèmes de recharge	38
6	CONFRONTATION DE L'OFFRE TECHNOLOGIQUE AVEC L'ANALYSE DES BESOINS ET DES MODES D'OPÉRATION	51
6.1-	Pré-sélection des véhicules électriques et hybrides rechargeables	51
6.2-	Matrice de comparaison	53
6.3-	Analyse et options envisageables	54
7	CONCLUSIONS.....	56
8	RECOMMANDATIONS.....	57
9	MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET DE DÉMONSTRATION DE TAXIS ÉLECTRIQUES AU	

QUÉBEC..... 58

9.1-	Objectifs du projet.....	58
9.2-	Partenaires et commanditaires.....	59
9.3-	Structure organisationnelle.....	59
9.4-	Programme d'études scientifiques	60
9.5	Programme de communication.....	61
9.6	Conditions gagnantes.....	62
9.7-	Calendrier de réalisation prévisionnel	62
9.8-	Budget prévisionnel.....	63

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1-	Distance moyenne par jour.....	21
Figure 2 -	Nombre de course par jour.....	21
Figure 3 -	Distance moyenne par course.....	22
Figure 4 -	Pourcentage des courses par tranche de 5 km.....	22
Figure 5 -	Moyenne du nombre de passagers et de bagages par course	23
Figure 6 -	Temps d'arrêt du moteur par jour pendant le travail.....	23
Figure 7 -	Nombre de périodes d'attente supérieures à 20 minutes	24
Figure 8 -	Nombre de périodes d'attente comprises entre 20 et 90 minutes à l'aéroport Montréal-Trudeau.....	24
Figure 9 –	Déploiement des Tesla Motors Superchargers d'ici 2015	49

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 -	Caractérisation des requis et des modes d'opération des taxis selon les cinq groupes territoires.....	12
Tableau 2 -	Principaux projets de démonstration de taxis électriques réalisés ou annoncés dans le monde (au 1 ^{er} juin 2013).....	14
Tableau 3 -	Liste des taxis instrumentés.....	19
Tableau 4 -	Caractérisation des données d'opération selon les cinq groupes territoires.....	26
Tableau 5 -	Date de disponibilité des véhicules électriques au Québec.....	37
Tableau 6 -	Date de disponibilité des hybrides rechargeables au Québec.....	37
Tableau 7 -	Comparaison des différents types de recharge	39
Tableau 8 –	Principaux fournisseurs de bornes de recharge de niveau 2.....	40
Tableau 9 -	Principaux fournisseurs de bornes de recharge rapide	44
Tableau 10 -	Correspondance entre les exigences légales et les véhicules électriques sélectionnés	51
Tableau 11 -	Correspondance entre les normes légales et les véhicules hybrides rechargeables sélectionnés	52
Tableau 12 -	Catégorisation des options de taxis électriques selon les groupes territoires	53
Tableau 13 -	Calendrier de réalisation prévisionnel.....	62
Tableau 14 -	Budget total prévisionnel.....	63
Tableau 15 -	Budget prévisionnel pour l'achat des VÉ et des bornes	64

ANNEXES

Annexe 1 –	Projets de taxis électriques dans le monde.....	64
------------	---	----

SOMMAIRE EXÉCUTIF

Cette étude vise à établir les conditions techniques nécessaires à la réalisation d'un éventuel projet de démonstration de taxis électriques au Québec, plus précisément :

- réaliser une analyse et une caractérisation des modes d'opération des véhicules de taxi au Québec;
- dresser le portrait des expériences de taxis électriques dans le monde;
- effectuer une recherche des options technologiques envisageables – véhicules électriques et systèmes de recharge – pouvant répondre aux besoins spécifiques de l'industrie du taxi au Québec;
- identifier les solutions opérationnelles à être retenues pour un éventuel projet de démonstration et définir les facteurs de succès.

Au Québec, les quelques 8 000 taxis parcourent chacun en moyenne 70 000 km par an, émettant 5 à 6 fois plus d'émissions de gaz à effet de serre qu'un véhicule personnel. Ils constituent des flottes particulièrement intéressantes pour la voiture électrique, puisque leur zone d'intervention est limitée géographiquement et que les temps d'attentes peuvent être mis à profit pour recharger les véhicules.

Le comité provincial de concertation et de développement de l'industrie du taxi (CPCDIT) a réalisé cette étude en collaboration avec l'Institut du transport avancé du Québec et grâce au support financier du ministère des Transports du Québec, du ministère des Ressources naturelles et d'Hydro-Québec.

Projets de taxis électriques dans le monde

La revue des expériences internationales a révélé que, depuis 2009, de nombreuses initiatives d'introduction de taxis électriques ont vu le jour. La grande majorité opère dans le cadre de projets pilotes et est financée par des fonds gouvernementaux, au même titre que le déploiement de l'infrastructure de recharge. Les expériences les plus significatives ont été lancées en Asie, où plus d'un millier de taxis électriques circulent en Chine et au Japon. Dès 2011, l'Europe a emboité le pas où près d'une centaine de taxis électriques a été recensée dont la majorité circule actuellement aux Pays-Bas. Depuis 2012, plusieurs projets ont été lancés en Amérique, où plus d'une centaine de taxis électriques est présentement en opération. La Ville de New York vient tout récemment de démarrer un programme pilote de taxis électriques faisant usage de 6 Nissan Leaf, qui serviront d'expérience à l'introduction de centaines de Nissan NV-200 électriques commandées pour 2017, l'objectif étant qu'un tiers des taxis soit électriques d'ici 2020.

Méthodologie

L'étude de faisabilité a jumelé une portion théorique à une expérience sur le terrain. Plusieurs compagnies de taxi ont été ciblées dans le but de représenter les cinq groupes définis dans le projet représentant la diversité des régions du Québec. Les déplacements ont été observés sur dix taxis pendant une période d'environ 30 jours, pour la plupart au mois de novembre 2012. L'évaluation technique s'est appuyée sur deux principales sources d'information : un système d'acquisition de données installé à bord de chaque véhicule et un carnet de bord. Les données extraites ont permis de déterminer les véhicules électriques les mieux adaptés aux besoins des différents groupes.

Résultats de l'évaluation

Groupe 1 : l'aéroport de Montréal

Le véhicule témoin était utilisé pendant deux quarts de travail et roulait en moyenne 335 km par jour dont 220 km pour le quart principal. Le taxi effectuait en moyenne six périodes d'attente de plus de 20 minutes par jour, ce qui offre la possibilité d'effectuer une recharge rapide. Le seul véhicule offrant à la fois l'autonomie nécessaire et répondant aux normes de l'aéroport est la Tesla Model S.

Groupe 2 : l'île de Montréal

Le véhicule témoin était utilisé sur un quart de travail et roulait en moyenne 200 km par jour. Le taxi effectuait en moyenne trois périodes d'attente de plus de 20 minutes par jour, incluant la nuit, ce qui est trop peu pour effectuer des recharges de niveau 2 efficaces sur le quart de travail, d'autant plus que les taxis circulant sur l'île de Montréal n'ont pas de poste fixe. La solution proposée est d'introduire deux Nissan Leaf accompagnées d'un poste de recharge rapide.

Groupe 3 : banlieue de Montréal

Deux véhicules témoins ont été instrumentés, l'un étant une berline, l'autre une mini-fourgonnette qui offrait du transport collectif. La distance moyenne parcourue quotidiennement est d'environ 160 km. Le premier véhicule témoin effectuait en moyenne sept périodes d'arrêt de plus de 20 minutes par jour. Le profil étudié permet d'envisager l'implantation de voitures électriques, d'autant que les taxis ont un poste fixe au métro de Longueuil, qui serait une place idéale pour installer une borne de recharge rapide. La Nissan Leaf a été choisie, étant le seul véhicule adéquat pouvant offrir la recharge rapide.

La banlieue sud semble être un bon secteur pour expérimenter les véhicules hybrides rechargeables du fait que les données ont mis en évidence un temps au ralenti significatif au poste d'attente. Deux véhicules hybrides rechargeables sont proposés : la Chevrolet Volt et la Ford C-max energi afin de les comparer et d'évaluer leur rendement.

Groupe 4 : ville de Québec et sa banlieue

Les deux véhicules témoins effectuaient chacun deux quarts de travail. La distance moyenne des deux taxis pour le quart principal est de 173 km. Cinq périodes d'attente quotidiennes de plus de 20 minutes ont été relevées pendant la période d'instrumentation.

Les données recueillies ressemblent à celles de Montréal, avec en moyenne deux périodes d'attente supplémentaires par jour, ce qui est favorable à la recharge. Le comité a donc choisi d'introduire deux Nissan Leaf avec recharge rapide pour la ville de Québec.

Groupe 5 : régions du Québec

Deux véhicules témoins ont été instrumentés pour représenter les régions du Québec avec un profil topographique différent, soit une région au profil généralement plat et une région plus vallonnée. Les deux véhicules circulaient en moyenne 165 km par jour. Le véhicule de Magog a effectué plus d'arrêts prolongés que celui de Sherbrooke. La ville de Magog représente un profil idéal, puisque le taxi parcourt peu de distance journalière, s'arrête souvent à un poste d'attente fixe et effectue de petites courses. La recharge de niveau 2 étant jugée suffisante, le comité a suggéré d'intégrer la Ford Focus électrique afin de diversifier la gamme de véhicules. Par contre, pour la ville de Sherbrooke, ayant moins de temps d'attente et au relief plus vallonné, le choix d'une Nissan Leaf avec recharge rapide serait plus conseillé.

Conclusions

L'étude a révélé des différences notables entre les cinq groupes territoriaux, représentatifs de la variété des services de transport par taxi offerts dans les différentes régions du Québec. Il faudra envisager le déploiement de multiples solutions aussi bien dans le choix des véhicules que dans les systèmes de recharge pour permettre un déploiement efficace sur le plan logistique et économique dans le cadre d'un éventuel projet de démonstration de taxis électriques au Québec. Dix véhicules de cinq marques différentes, soit trois véhicules électriques, la Tesla model S, la Nissan Leaf, la Ford Focus et deux hybrides rechargeables, la Chevrolet Volt et la Ford C-max energi ont été retenus. La Nissan Leaf se retrouve dans plusieurs groupes territoriaux, étant le seul véhicule à pouvoir utiliser la recharge rapide tout en répondant aux requis techniques adéquats pour un taxi. La Tesla model S est le seul véhicule électrique disponible commercialement, qui répond aux exigences de l'aéroport international de Montréal-Trudeau. Le prix élevé de ce véhicule pourrait se justifier par sa classification en taxi limousine.

Le déploiement de taxis électriques n'est envisageable que dans la mesure où il existe une infrastructure de recharge explicitement dédiée aux taxis. Des bornes de recharge devront être installées à des endroits stratégiques et en continuité de l'offre de transport en commun, notamment aux gares de train, de stations de métro et d'autobus. L'étude a également démontré le besoin en recharge rapide à plusieurs endroits. Cependant, la fiabilité de cette technologie, peu testée au Québec en conditions réelles, sera un aspect critique d'un futur projet de démonstration de taxis électriques opérant en conditions hivernales extrêmes.

Au-delà du fait que l'étude sur le terrain a laissé entrevoir une industrie conservatrice, le projet a suscité un réel intérêt auprès des participants et des représentants de l'industrie du taxi. L'intégration de véhicules électriques dans le cadre d'un éventuel projet de démonstration nécessitera des efforts coordonnés, notamment à Montréal et à Québec, où des « conditions gagnantes » devront être élaborées pour faciliter la tenue d'un projet de démonstration. Le profil des régions est apparu favorable à l'implantation de taxis électriques.

Recommandations

Sur la base des résultats obtenus dans l'étude de faisabilité, le comité recommande de mettre sur pied un projet de démonstration de taxis électriques afin de profiter de la conjoncture favorable et de l'engouement que l'étude a suscité auprès de l'industrie du taxi.

Il est conseillé de conserver une diversité, tant au niveau régional qu'au niveau de l'offre de véhicules ou des infrastructures de recharge, afin de garantir l'implantation d'une offre de taxis électriques à grande échelle.

Il est important que le projet de démonstration se réalise avec la même approche et rigueur scientifique que l'étude de faisabilité, tout en offrant une large visibilité au projet.

Projet de démonstration de taxis électriques au Québec

Suite aux résultats probants de l'étude de faisabilité, les bases d'un projet de démonstration de taxis électriques au Québec ont été définies. Ce projet aura pour objectif d'évaluer la viabilité d'utiliser des véhicules électriques comme taxis au Québec, considérant la rigueur du climat et les spécificités intrinsèques à l'industrie du taxi au Québec.

La proposition prévoit d'acheter ou de louer dix véhicules électriques, chacun dédié à des chauffeurs uniques scrupuleusement sélectionnés en fonction de critères mis en évidence dans l'étude de faisabilité. Ces véhicules seront opérés dans les mêmes cinq groupes territoires que l'étude de faisabilité. Une infrastructure de recharge combinant une recharge de niveau 2 et une recharge rapide de différentes marques devra être installée à des endroits stratégiques.

Le volet scientifique combinera l'aspect technique, où les véhicules instrumentés permettront une analyse quantitative tout au long du projet, ainsi qu'un aspect comportemental afin de considérer les aspects qualitatifs humains nécessaires pour offrir un service de transport par taxi électrique.

Un programme de communication efficace visera à sensibiliser la clientèle, l'industrie du taxi et la population en général aux avantages et aux particularités des véhicules électriques. Un accompagnement auprès des chauffeurs de taxis tout au long du projet sera nécessaire afin de s'assurer de son bon déroulement et de conserver l'intérêt des participants.

Le projet offrira une vitrine technologique, qui permettra de familiariser les québécois à l'usage de la voiture électrique et de gagner la confiance des futurs acheteurs, conformément au Plan d'action québécois 2011-2020 sur les véhicules électriques, qui vise notamment à accélérer le déploiement des véhicules électriques sur le marché québécois.

La durée du projet pilote envisagé serait d'un an, permettant de tester les véhicules et la recharge en période hivernale ainsi que l'impact de la climatisation en été. Une phase préparatoire de mise sur pied du projet de six mois serait nécessaire.

Un budget prévisionnel préliminaire d'une valeur de 1,6 million a été estimé pour la réalisation d'un éventuel projet de démonstration d'envergure nationale.

1 CONTEXTE

1.1- Introduction

Au Québec, le secteur des transports est le principal responsable des émissions de gaz à effet de serre (GES) à la fois en termes absolus et en tendances de croissance¹. Le transport des personnes est responsable de près de la moitié de ces émissions. Les moteurs classiques à combustion interne équipent la grande majorité des véhicules, y compris les taxis.

Le Plan d'action québécois 2011-2020 sur les véhicules électriques vise à accélérer la pénétration des véhicules électriques au Québec. Il est attendu qu'en 2020, 25 % des ventes de nouveaux véhicules légers pour passagers seront des véhicules électriques (hybrides rechargeables et tout électriques), soit 118 000 véhicules, ce qui correspond à 5 % du parc de véhicules légers au Québec. Pour atteindre cet objectif ambitieux, le gouvernement du Québec coordonne différents projets d'envergure afin de faciliter l'acquisition et le déploiement des véhicules électriques au Québec. Citons notamment le programme « 400 VÉ pour le Québec » géré par le Centre de gestion de l'équipement roulant (CGER), une unité autonome de service relevant du ministère des Transports du Québec, qui offre des avantages financiers aux entreprises, municipalités et ministères.

De plus, le programme « Roulez électrique » du gouvernement du Québec offre jusqu'à la fin 2013, un rabais à l'achat ou à la location, qui varie de 4 500 \$ à 8 000 \$ selon les types de véhicules électriques ou hybrides rechargeables². Il est cependant prévu que les montants alloués diminueront de moitié au 1^{er} janvier 2014.

Dans cette optique de développer et d'encourager les Québécois à utiliser ce mode de transport propre, le gouvernement poursuit également son objectif de mettre en place une infrastructure de recharge publique. Au printemps 2012, Hydro-Québec, déployait le premier réseau de bornes de recharge publiques au Canada « Le Circuit électrique ». En juin 2013, on dénombrait plus de 150 bornes de recharge de niveau 2 accessibles au grand public.

L'année 2012 et le premier trimestre 2013 ont été très bons en termes d'acquisitions de véhicules « verts ». Le Canada comptait une flotte de plus de 2700 véhicules électriques et hybrides rechargeables en mars 2013, dont plus de 50 % proviennent du Québec. La Chevrolet Volt arrive en tête avec 50 % des parts de marché.³

Au Québec, les quelque 8 000 taxis parcourent chacun en moyenne 70 000 km par an, émettant de 5 à 6 fois plus d'émissions de gaz à effet de serre qu'un véhicule personnel. Ils constituent des flottes particulièrement intéressantes pour la voiture électrique puisque leur zone d'intervention est limitée géographiquement et que les temps de stationnement et d'attente peuvent être mis à profit pour recharger les véhicules.

¹ Gouvernement du Québec (2012), Plan d'action 2013-2020 sur les changements climatiques.

² <http://vehiculeselectriques.gouv.qc.ca/particuliers/rabais-montants.asp>

³ <http://roulezelectrique.com/ventes-de-ve-au-quebec-cumulatif-par-vehicule-au-31-mars-2013/>

Ainsi, l'adoption de technologies plus propres et efficaces pourrait, en plus de réduire la consommation d'essence et d'émissions de GES, permettre à l'industrie du taxi de se donner une image « plus verte ».

1.2- Objectifs

Le Comité provincial de concertation et de développement de l'industrie du taxi (CPCDIT), désirant encourager les compagnies de taxis à avoir recours à des véhicules plus éco-énergétiques, a souhaité mettre en place un projet de démonstration de taxis électriques. Cependant, comme un tel projet présente plusieurs incertitudes, il s'est avéré préférable de commencer par réaliser une étude de faisabilité afin d'en évaluer la pertinence et la viabilité.

Ainsi, l'objectif principal de l'étude de faisabilité fût d'établir les conditions techniques nécessaires pour réaliser un éventuel projet de démonstration de taxis électriques au Québec. Plus précisément, l'étude a permis :

- de réaliser une analyse et une caractérisation des modes d'opération (cycles d'utilisation) des véhicules de taxi au Québec;
- de dresser le portrait des expériences de taxis électriques dans le monde;
- d'effectuer une recherche des options technologiques envisageables – véhicules électriques et systèmes de recharge – pouvant répondre aux besoins spécifiques de l'industrie du taxi au Québec;
- d'identifier les solutions opérationnelles à être retenues pour un éventuel projet de démonstration et définir les facteurs de succès.

1.3- Mandat

Pour la présente étude, le CPCDIT a agi comme promoteur auprès des trois partenaires financiers, le ministère des Transports du Québec (MTQ), le ministère des Ressources naturelles (MRN) et Hydro-Québec. Il a recruté l'Institut du transport avancé du Québec (ITAQ) pour la réalisation du volet technique, la gestion de projet et la rédaction de l'étude de faisabilité. Un comité directeur constitué de représentants de chacune des organisations impliquées ont veillé au bon déroulement du projet.

1.3.1- Promoteur : le CPCDIT

Le CPCDIT est un organisme sans but lucratif fondé en juin 1995. Il regroupe les intermédiaires en services de transport par taxi, plus communément appelé compagnies de taxis. Il compte 71 membres sur une possibilité de 137, ce qui regroupe près de 80 % des propriétaires de permis de taxi. Il est présent dans les principales villes du Québec.

Le CPCDIT a su au fil des années devenir un leader au sein de l'industrie du taxi. À ce titre, il siège à plusieurs tables de concertation dont celles dédiées à l'industrie du taxi comme la Table provinciale de concertation de l'industrie mise en place par le MTQ depuis quelques années, ainsi que la Table de concertation du Bureau de taxi et du remorquage de la ville de Montréal consacrée aux problématiques

sur le territoire de la ville de Montréal, la Table québécoise de la sécurité routière et la Table sur le transport collectif en milieu rural.

Par ailleurs, le CPCDIT a participé à plusieurs projets dont, l'évaluation des caméras feu rouge et des radars photographiques, l'applicabilité des règles sur les pneus d'hiver et à la mise en place du projet *Cool Taxi*, en décembre 2010, qui a connu et qui connaît toujours un vif succès auprès de la population tout en contribuant à la sécurité des usagers de la route.

1.3.2- Partenaires financiers

Le CPCDIT a sollicité trois partenaires financiers afin de recueillir le budget nécessaire à la réalisation de cette étude de faisabilité.

Dans la lignée de ces trois organismes à encourager les Québécois à se tourner vers les véhicules électriques, chacun poursuit des objectifs plus spécifiques.

- **Le ministère des Transports du Québec**

Le MTQ contribue à la stratégie de réduction des GES et à la réalisation du Plan d'action 2011-2020 sur les véhicules électriques. Dans cette perspective, il a développé des programmes d'aide financière, en l'occurrence le Programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le transport routier des personnes, pour favoriser l'introduction de nouvelles technologies et améliorer l'efficacité énergétique du transport routier des personnes. Dans cette perspective, le MTQ soutient l'industrie du taxi dans sa volonté d'introduire des véhicules électriques dans son parc.

- **Le ministère des Ressources naturelles du Québec**

Le MRN participe activement à la réalisation du Plan d'action 2011-2020 sur les véhicules électriques. L'évaluation du potentiel d'électrification de l'industrie du taxi incluant la détermination de l'opportunité de mettre en place un projet de démonstration dans ce secteur est une action qui contribue au déploiement des véhicules électriques au Québec. Le MRN reconnaît l'importance que peut jouer l'industrie du taxi en la matière, notamment par sa visibilité accrue.

- **Hydro-Québec**

Les services de taxi sont un secteur incontournable de l'offre globale d'options de mobilité. Il se situe traditionnellement entre le transport individuel et les autres modes de transport collectif, comme le transport en commun, et convient à de nombreuses personnes qui ont besoin d'avoir accès à un véhicule pour certains déplacements.

Hydro-Québec prévoit dans son Plan stratégique 2009-2013 « d'apporter un soutien financier au développement d'infrastructures électriques pour les transports collectifs ». C'est donc dans cette perspective que s'inscrit la participation d'Hydro-Québec à l'étude de faisabilité portant sur un projet de démonstration d'utilisation de taxis électriques au Québec.

1.3.3- Gestionnaire de projet : l'ITAQ

L'ITAQ s'est vu confier la gestion de l'étude technique, la coordination du projet ainsi que la rédaction de l'étude de faisabilité.

Situé au cœur de la région des Laurentides, reconnu comme pôle d'excellence en transport avancé, l'ITAQ est un centre collégial de transfert technologique (CCTT) affilié au Cégep de Saint-Jérôme et soutenu par le ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche, de la Science et de la Technologie (MESRST). L'ITAQ dispose d'un laboratoire en propulsion avancée, qui est mis à la disposition de l'industrie et des chercheurs.

L'ITAQ offre le savoir-faire et l'expertise de son équipe multidisciplinaire possédant une grande connaissance du milieu du transport avancé ainsi qu'une expertise pointue dans le développement de solutions technologiques. Au cœur d'un réseau de partenaires privés, publics et universitaires, l'ITAQ aide les entreprises à développer leurs idées novatrices dans le domaine du transport et leur fournit les outils nécessaires à la réalisation de leur projet.

1.4- Territoires et portée de l'étude

Au départ, la ville de Québec avait été pressentie comme localisation privilégiée pour réaliser l'évaluation de voitures électriques pour répondre aux besoins de l'industrie du taxi.

Suite à des discussions avec les représentants de l'industrie et les partenaires de réalisation intéressés par une telle étude, il a été convenu que la portée de l'étude devrait plutôt toucher l'ensemble du territoire du Québec et non se limiter qu'à une seule municipalité.

Dans ce contexte, et selon une analyse préliminaire, le CPCDIT a regroupé l'ensemble des modes d'opération des taxis au Québec en cinq grands groupes ou territoires représentatifs.

GROUPE 1 :	Aéroport Montréal-Trudeau
GROUPE 2 :	Île de Montréal
GROUPE 3 :	Banlieue de Montréal
GROUPE 4 :	Ville de Québec et sa banlieue immédiate
GROUPE 5 :	Autres régions du Québec

2 CARACTÉRISATION DE L'INDUSTRIE DU TAXI AU QUÉBEC

Dans le but d'évaluer si l'industrie du taxi au Québec peut intégrer des véhicules électriques dans sa flotte, il convient dans un premier temps d'avoir le portrait global des besoins, contraintes logistiques et spécificités d'opération des gens du secteur du taxi et dans un second temps d'étudier les déplacements des véhicules de taxi.

2.1- Portait de l'industrie du taxi

Au Québec⁴, on dénombre environ 7 774 permis de propriétaires de taxi réguliers, 242 permis restreints au transport des personnes handicapées (utilisant des véhicules utilitaires adaptés – VUA) et 309 permis de limousines (berlines et véhicules de grand luxe). Mentionnons qu'un seul permis est associé à un véhicule. On compte environ 21 000 chauffeurs de taxi au Québec. Des 7 774 permis de propriétaires de taxis réguliers, plus de 90 % sont regroupés au sein d'un des 247 intermédiaires en service de transport par taxi en opération au Québec⁵. Les taxis sont répartis dans 263 agglomérations et territoires qui couvrent la zone de résidence de 91 % de la population du Québec, soit plus que n'importe quel autre type de transporteur.

Selon une étude de la Commission des transports du Québec (CTQ)⁶, les véhicules utilisés comme taxis au Québec parcourent chacun en moyenne plus de 70 000 km par an (excluant l'utilisation du véhicule à des fins personnelles). Aussi, les 8 325 véhicules de taxi, taxis spécialisés (VUA) et limousines du Québec émettent collectivement des émissions de GES d'environ 200 000 tonnes de CO_{2e} soit l'équivalent moyen d'environ 25,5 tonnes de CO_{2e} par an, par véhicule. À titre de comparaison, un véhicule personnel parcourt en moyenne 16 000 km et émet des émissions de GES d'environ 4,0 tonnes de CO_{2e} par an. Un taxi émet donc en moyenne, au Québec, 5 à 6 fois plus de GES qu'un véhicule personnel.

Les taxis ont en général une piètre consommation de carburant à cause de la nature du trafic discontinu (kilométrage élevé, temps d'attente en marche au ralenti important, etc.) et des modèles de véhicules généralement utilisés comme taxis. Au Québec, les taxis conventionnels sont généralement des véhicules de dimensions moyennes, tels que Toyota Camry, Nissan Maxima, Honda Accord, Chevrolet Impala ou Ford Focus, dont la consommation de carburant se situe entre 11 et 15 l/100 km, dans des conditions de conduite en milieu urbain.

Ainsi, le Programme d'aide gouvernementale à l'amélioration de l'efficacité énergétique dans le transport routier des personnes du MTQ, pour encourager l'achat de véhicules de taxis hybrides, offrait une subvention de 2 000 \$ qui s'ajoutait à l'incitatif gouvernemental. Ainsi, du 1^{er} janvier 2007 au 31 mars 2013, ce programme a financé 358 véhicules de taxis hybrides dont 93 à Montréal.

⁴ Rapport annuel de gestion 2011-2012, Commission des transports du Québec, Bibliothèque nationale du Québec, dépôt légal 2012 : <http://www.ctq.gouv.qc.ca/fileadmin/documents/publications/Rapport2011-2012.pdf>

⁵ Base de données de FinTaxi. FinTaxi entreprise de financement est aussi propriétaire du Carrefour du Taxi et de l'École du Taxi

⁶ Étude sur la demande dans l'industrie du transport par taxi, Commission des transports du Québec, mars 2011

2.2.1- Encadrement provincial

Depuis 1973, le MTQ est responsable de l'encadrement juridique et réglementaire en matière de transport par taxi.

La Loi concernant les services de transport par taxi établit l'encadrement du transport par taxi au Québec. La Loi couvre le transport rémunéré des personnes par taxi, limousine et limousine de grand luxe. Elle s'adresse aux titulaires de permis de propriétaire de taxi, aux titulaires de permis de chauffeur de taxi ainsi qu'aux intermédiaires en services de transport par taxi. La loi vise à la fois le véhicule, le conducteur et le service lui-même.

Adopté dans le cadre de la Loi, le Règlement sur les services de transport par taxi précise notamment les conditions de délivrance des permis, les caractéristiques des véhicules autorisés, les exigences de formation des chauffeurs ainsi que divers autres éléments du transport par taxi.

Par ailleurs, deux autres instances gouvernementales viennent assister le MTQ dans la mise en œuvre de la Loi concernant les services de transport par taxi.

Ainsi, la CTQ est chargée du volet administration de la Loi, dont la délivrance des permis de propriétaire de taxi et d'intermédiaires en services aussi appelés compagnies de taxis. À ce titre, on trouve des intermédiaires dans les huit plus grandes villes du Québec, soit : Québec, Laval, Longueuil, Gatineau, Trois-Rivières, Sherbrooke, Lévis et Saguenay. La ville de Montréal n'est pas dans cette liste puisqu'elle réglemente les associations de services sur son territoire.

La CTQ est aussi chargée de la détermination des tarifs, de la définition des territoires (agglomérations de taxi) et de la détermination du nombre maximal de permis de propriétaire pouvant y être délivrés.

Pour sa part, la Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ) est responsable de la délivrance des permis de chauffeur de taxi. Les permis de chauffeur délivrés par la SAAQ sont donc valables pour l'ensemble du territoire du Québec, à l'exception de la ville de Montréal. La SAAQ est aussi mandatée du contrôle sur la route de la Loi et du Règlement, par son service Contrôle routier Québec (CRQ).

Les responsabilités, qui incombent à la SAAQ, sont effectives sur l'ensemble du territoire québécois à l'exception de la ville de Montréal. À Montréal, la ville exerce les pouvoirs de réglementations et de contrôle du transport par taxi par l'entremise du Bureau du taxi et du remorquage de la ville de Montréal (BTRVM). Ces pouvoirs, qui en vertu de la Loi, peuvent être exercés par tout organisme municipal ou supra-municipal autorisé par décret du gouvernement.

La Ville confie l'application de son Règlement au BTRVM dont la création en 1986 découlait d'une volonté du gouvernement du Québec de décentraliser les responsabilités reliées au contrôle de l'industrie du taxi.

2.2.2- Particularités concernant les véhicules

Un élément dont nous devons tenir compte dans le projet, est le Règlement sur les services de transport par taxi, qui précise les caractéristiques auxquelles doivent se conformer les véhicules autorisés comme taxi.

Ainsi pour les taxis réguliers, il s'agit d'une automobile de type berline ou familiale, d'au plus 10 ans, qui satisfait aux exigences de la Loi sur la sécurité automobile et, qui à la date de la demande à la CTQ, a au plus 5 ans.

Le véhicule doit avoir obligatoirement :

- un empattement, qui mesure au moins 261 cm;
- être équipé par le manufacturier d'au moins 4 ceintures de sécurité;
- être muni d'un toit rigide;
- être équipé d'au moins 4 portières latérales.

Peuvent également être utilisés les véhicules suivants, s'ils satisfont aux 5 premières exigences précédentes, s'ils sont équipés par le manufacturier pour transporter au plus 9 personnes et si leur masse nette est inférieure à 3 500 kg :

- une fourgonnette équipée d'un marchepied et de 3 ou 4 portières latérales comprenant chacune une fenêtre;
- un véhicule utilitaire équipé de 3 ou 4 portières latérales et de 4 roues motrices ou d'un dispositif permettant une traction intégrale.

2.2.3- Conditions particulières pour l'aéroport de Montréal

En ce qui a trait au service de transport par taxi desservant l'aéroport Montréal-Trudeau, mentionnons qu'il s'agit ici d'un territoire de juridiction fédérale. L'aéroport Montréal-Trudeau peut donc définir ses besoins et les organiser sur son territoire. Toutefois, cela ne modifie en rien les obligations légales régies par la Loi concernant les services de transport par taxi.

Toutefois, dans le souci de bon fonctionnement de ses services de transport, en particulier celui du taxi, une entente de 5 ans est intervenue le 8 septembre 2009, entre l'aéroport Montréal-Trudeau et le BTR de la ville de Montréal, pour l'émission des permis de taxis et limousines à l'aéroport Montréal-Trudeau. Ce partenariat permet d'assurer l'équité recherchée par l'industrie tout en améliorant le service offert à la clientèle aéroportuaire.

Ainsi chaque année, le BTRVM procède à un tirage au sort parmi les détenteurs de permis de propriétaire de taxi, afin de sélectionner les taxis et limousines, qui seront autorisés à desservir l'aéroport. Au début de juin 2013, le BTRVM a alloué 333 permis de taxis réguliers valides pour un an. Un candidat retenu ne peut obtenir un nouveau permis avant trois ans. De plus, 70 permis de limousine de type berline sont délivrés pour une période de 4 ans. Le dernier tirage ayant eu lieu en 2010, le prochain aura lieu en juin 2014.

Des spécifications particulières sont exigées pour assurer la desserte à l'aéroport Montréal-Trudeau :

- l'empattement minimal requis passe de 261 (règlement provincial) à 271 centimètres;
- le coffre doit avoir une capacité minimale de 410 litres.

2.3- Accessibilité au service

Les clients peuvent avoir accès à un taxi soit en le hélant sur la rue, sur un poste d'attente ou encore en contactant la centrale de répartition (téléphone, Internet, etc.) des différentes compagnies.

La répartition se fait de plus en plus en utilisant les systèmes GPS. Toutefois, la méthode traditionnelle (appel vers la centrale et envoi sur les ondes radio) existe encore à certains endroits (Tableau 1).

Il existe de nombreux postes d'attente publics (Tableau 1) qui sont généralement mis en place par les municipalités ou encore les réseaux de transport comme l'Agence métropolitaine des transports (AMT) et accessibles à toutes les compagnies de taxis confondues. En ce qui concerne les postes d'attente privés, ils sont le fruit d'ententes entre les compagnies ou les coopératives avec les propriétaires d'emplacements stratégiques sur les terrains privés comme les centres commerciaux, les hôtels, etc.

Tableau 1 - Caractérisation des requis et des modes d'opération des taxis selon les cinq groupes territoires

	Aéroport Montréal Trudeau	Île de Montréal	Banlieue de Montréal		Ville de Québec et banlieue		Autres régions du Québec	
			LONGUEUIL	LAVAL	QUÉBEC	LÉVIS	MAGOG	SHERBROOKE
REQUIS TECHNIQUES								
Empattement	271 cm	261 cm	261 cm	261 cm	261 cm	261 cm	261 cm	261 cm
Volume coffre	410 l	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun	Aucun
MODES D'OPÉRATION								
Nombre de taxis	environ 300	4436	359	213	630	72	19	84
Mode de répartition	En file d'attente	GPS	GPS	GPS	GPS	GPS	Sur appel radio	GPS
Nombre approximatif de postes d'attente	1	400	30	5	40	5	1	5

La plus forte concentration de taxis étant sur l'île de Montréal avec 4 436 taxis réguliers sur 7 774, soit 57 % du marché québécois.

3 PROJETS DE TAXIS ÉLECTRIQUES DANS LE MONDE

Une recherche documentaire sur les projets de démonstration ou d'introduction de taxis électriques dans le monde a été réalisée afin de pouvoir tirer profit des expériences étrangères.

Les expériences les plus significatives ont été lancées en Asie, où plus d'un millier de taxis électriques circulent en Chine et au Japon. Dès 2011, l'Europe a emboité le pas où près d'une centaine de taxis électriques ont été recensés dont la majorité circule actuellement aux Pays-Bas. Depuis 2012, plusieurs projets ont été lancés en Amérique, où plus d'une centaine de taxis électriques est présentement en opération. Le tableau 2, ci-après, résume par continent les principaux projets de taxis électriques réalisés ou annoncés dans le monde au 1^{er} juin 2013.

On constate à travers les recherches que la plupart des taxis électriques en opération dans le monde fonctionnent dans le cadre de projets pilotes et sont très souvent financés par des fonds gouvernementaux. De plus, la percée des taxis électriques dans les villes est en lien direct avec le déploiement de l'infrastructure de recharge, qui est également soutenue par une volonté politique.

Plusieurs marques et catégories de voitures électriques sont utilisées dans les différentes initiatives de taxis électriques dans le monde avec des types de batteries et des systèmes de recharges différentes. Notons cependant que la BYD e6 arrive en tête, suivie par la Nissan Leaf et la Mitsubishi i-MiEV.

Les projets pilotes d'introduction de taxis électriques dans le monde ont pour objectifs principaux d'évaluer les besoins des opérateurs de flottes, les meilleurs emplacements, les systèmes de recharge, la performance et les besoins en entretien des véhicules.

Les différents projets d'introduction de taxis électriques dans le monde ont des objectifs comparables :

- réduire la pollution et les GES;
- réduire la consommation énergétique;
- familiariser et encourager les particuliers à l'utilisation de la voiture électrique;
- tester les performances des voitures électriques dans des conditions d'utilisation difficiles;
- comparer les performances et la durée de vie des batteries des différentes marques de voitures électriques;
- préparer le déploiement d'une première infrastructure de recharge.

**Tableau 2 - Principaux projets de démonstration de taxis électriques réalisés ou annoncés dans le monde
(au 1^{er} juin 2013)**

Lieu	Envergure actuelle (annoncée)	Modèles de véhicule	Date de commencement
ASIE			
Shenzhen, Chine	800	BYD e6	Mai 2010
Hangzhou, Chine	30	15 Zotye Langyue EV 15 Haima Freema EV	Janvier 2011
Pékin, Chine	50	Zotye Langyue EV	Mars 2011
Hong-Kong, Chine	45	BYD e6	Mai 2013
Tokyo, Japon	5	2 Mitsubishi i-MiEV 3 Nissan Dualis (swap-pack Better place)	Mars 2010
EUROPE			
Zurich, Suisse	10	Nissan Leaf	Été 2013
Londres, Angleterre	(50)	50 BYD e6 Nissan e-NV200 en 2014 Mercedes Benz Vito	Juin 2013
Paris, France	(200)	Citroën C-Zéro BYD e6 à l'étude	2014
Amsterdam, Pays-Bas	20 à l'aéroport 10	Nissan Leaf Renault Fluence (swap-pack Better place)	Septembre 2012
Rotterdam, Pays-Bas	10	BYD e6	Été 2011
Utrecht, Pays-Bas	20 (40 prévu)	Mitsubishi i-MiEV	Janvier 2011
Munich, Allemagne	1	Mitsubishi i-MiEV	Été 2011
Francfort, Allemagne	15	Mitsubishi i-MiEV	Février 2011
AMÉRIQUE			
New York, États-Unis.	6 (1/3 taxis électriques en 2020)	6 Nissan Leaf en essai Nissan e-NV200 en 2017	Avril 2013
Bogota, Colombie	49	BYD e6	Mars 2013
Sao Paulo, Brésil	10	Nissan Leaf	Juin 2012
Mexico, Aguascalientes, Mexique	20 (80) 50	Nissan Leaf Nissan Leaf	NC

Une description détaillée des différents projets en cours se trouve en annexe (1). En résumé, voici les faits saillants.

La Chine compte le plus grand nombre de taxis électriques au monde, dont Shenzhen, qui est la première ville au monde à avoir mis en place une flotte de taxis électriques et qui recense à elle seule 800 taxis rouges BYDe6. À la fin 2012, 443 stations de recharge publiques dénombrent plus de 18 000 bornes étaient répertoriées. Les résultats sont concluants aussi bien pour le client que pour le taxi. En effet, le client paie moins cher la course en taxi électrique puisqu'il est exempté de la surtaxe d'essence de 3 RMB (0,50 \$CA). Les chauffeurs économisent également puisqu'un véhicule électrique coûte 0,2 RMB (0,03 \$CA) par km comparé à 0,8 RMB (0,013 \$CA) pour un véhicule taxi conventionnel, soit 4 fois moins cher. Puisqu'un taxi parcourt une distance journalière comprise entre 360 et 500 km, et que la voiture BYD e6 dispose, en conditions réelles, d'une autonomie d'environ 200 km, le chauffeur doit prévoir 2 à 3 recharges rapides au cours de la journée soit un temps d'attente moyen de 2 heures.

En Europe, 86 taxis électriques en opération ont été recensés dont 70 % circulent actuellement aux Pays-Bas. Londres a signé une entente avec l'entreprise chinoise BYD pour l'achat de 50 BYDe6, qui doivent être livrés éminemment. Contrairement à la plupart des expériences pilotes mondiales, la Société du taxi électrique parisien (STEP), nouvelle compagnie créée en 2009, a bâti un plan d'affaires commercial innovant vers un nouveau concept de compagnie de taxis purement électrique. Le principe consiste à diminuer le risque encouru par les compagnies indépendantes d'opérer un taxi électrique et de minimiser les coûts d'opération en salariant les employés. La mise en opération n'est pas encore lancée.

Depuis 2012, l'Amérique a suivi la tendance mondiale par la mise en place de projets pilotes. La ville de Bogota en Colombie constitue la plus grosse flotte de taxis électriques avec ses 49 BYDe6 récemment livrés. La ville de New York vient de lancer un programme pilote de taxis électriques composés de 6 Nissan Leaf, qui serviront ainsi d'expérience à l'introduction de centaines de Nissan NV-200 électriques commandées pour 2017, l'objectif étant qu'un tiers des taxis soient électriques d'ici 2020.



Les taxis électriques BYD e6 à Shenzhen en Chine



Le Taxi Nissan Leaf à Sao Paulo au Brésil



Le taxi électrique Renault Fluence et la recharge Better Place à l'aéroport de Schiphol à Amsterdam aux Pays-Bas

4 CARACTÉRISATION DES DÉPLACEMENTS DES TAXIS

Cette activité a permis de caractériser les cinq cycles d'opération des différents groupes territoriaux présents au Québec. La réalisation de cette tâche a été facilitée par le rôle rassembleur du CPCDIT auprès des compagnies et chauffeurs de taxi dans les différentes régions du Québec.

4.1- Méthodologie

L'étude de faisabilité a jumelé un volet théorique à une expérience sur le terrain. Avec l'aide du CPCDIT, des compagnies de taxis expérimentées et leaders dans leur domaine ont été ciblées et choisies dans le but de représenter les cinq groupes définis dans le projet. Les présidents de compagnies ont ensuite été informés sur les enjeux du projet. Un chauffeur a été identifié et l'ITAQ a pris rendez-vous pour instrumenter le véhicule.

Au total, 10 chauffeurs dédiés ont pris part à l'étude pendant une période de 30 jours, principalement au mois de novembre 2012. Les 10 véhicules étaient munis d'un système d'acquisition de données et d'un carnet de bord dans lequel les chauffeurs devaient compléter de l'information supplémentaire.

L'évaluation technique s'est appuyée sur deux principales sources d'information : un système d'acquisition de données installé à bord de chaque véhicule et un carnet de bord par taxi.

Les systèmes d'acquisition ont mesuré les variables suivantes :

- nombre d'heures travaillées par jour : permet d'évaluer le temps d'utilisation et de déduire le nombre d'heures où le véhicule sera au repos pour permettre une recharge partielle;
- distance journalière par jour : permet d'évaluer le besoin en autonomie du véhicule;
- nombre d'heures roulées par jour : permet d'évaluer le nombre d'heures non disponible pour la recharge;
- temps d'arrêt du moteur par jour : permet d'évaluer si les temps d'arrêt pour les recharges;
- temps au ralenti par jour : permet d'évaluer l'intérêt du véhicule hybride rechargeable.

Les carnets de bord ont mesuré les variables suivantes :

- nombre de courses par jour : permet d'établir la distance moyenne de la course;
- nombre de passagers par course : permet d'évaluer l'importance de la taille du véhicule;
- nombre de bagages par course : permet d'évaluer l'importance de la taille du coffre.

Les systèmes d'acquisition utilisés pour l'étude ont été choisis en fonction de trois critères : leur rapidité d'installation, leur coût (le budget alloué était de 3 000 \$) ainsi que leur compatibilité avec le système de répartition globale. Ils ont enregistré la distance instantanée à 10 Hz soit 10 fois la seconde, ainsi que les tours par minute du moteur aussitôt que le chauffeur mettait le contact. Avec l'information de vitesse instantanée, nous avons pu déterminer avec précision la distance parcourue par les taxis, les temps de course, les temps de marche au ralenti et d'arrêts complets. Pour extraire les données des enregistreurs

embarqués, un programme développé par un ingénieur de l'ITAQ a été conçu sous le logiciel Matlab, ainsi qu'un tableur sous Excel.

Pour protéger la vie privée des chauffeurs de taxi, qui étaient à l'origine plutôt réfractaires à une telle prise de données sur leur véhicule, des ententes de confidentialité ont été signées avec les 10 participants au projet.

4.2- Taxis participants

4.2.1- Liste des taxis participants par groupe

GROUPE 1

Aéroport de Montréal

Ville	Agglomération	Taxi participant	Caractéristiques des véhicules
Aéroport Montréal Trudeau	Aéroport	Taxi Hochelaga	Buick Allure 2008 CXL
	A.5	M. Dory Saliba, Président 6891, rue Beaubien Est	Moteur : V6 3,8 litres Consommation en ville: 12.0 l/100 km
	A.11	Montréal (Québec) H1M 2B2	Transmission : Auto 4 rapports
	A.12		Km : 100 733

GROUPE 2

Île de Montréal

Ville	Agglomération	Taxis participants	Caractéristiques des véhicules
Montréal	A.11	Taxi Diamond M. Denis Laramée, DGA 7294, rue Lajeunesse, Montréal (Québec) H2R 2H4	Chevrolet HHR 2008 Moteur : NC Consommation en ville: 10.3 l/100 km Transmission : NC
	A.11	Taxi Hochelaga M. Dory Saliba, Président 6891, rue Beaubien Est Montréal (Québec) H1M 2B2	Toyota Camry 2007 Moteur : NC Consommation en ville: 9.6 l/100 km Transmission : NC

GROUPE 3
Banlieue de Montréal

Ville	Agglomération	Taxis participants	Caractéristiques des véhicules
Longueuil	A.02	Taxi Coop Longueuil M. François Cyr, Président 1605, rue Verchères Longueuil (Québec) J4K 2Z6	Pontiac Montana SV6 2009 Moteur : V6 3,9 litres Consommation en ville: 13.1 l/100 km Transmission : Auto 4 rapports Km : 235 207 Chevrolet Impala 2007 Moteur : V6 3,5 litres Consommation en ville : 11.3 l/100 km Transmission : Auto 4 rapports Km : 187 853
Laval	A.08	Taxi Union M. Georges Tanous, VP 4405, boul. Saint-Martin Ouest Laval (Québec) H7T 1C5	Toyota Camry 2006 Moteur : L4 2,4 litres Consommation en ville : 9.8 l/100 km Transmission : Auto 5 rapports Km : 220 112

GROUPE 4
Ville de Québec et sa banlieue immédiate

Ville	Agglomération	Taxis participants	Caractéristiques des véhicules
Québec	A.36	Taxi Coop - Québec M. Abdallah Homsy, Président 496, 2e avenue Québec (Québec) G1L 3B1	Toyota Camry 2008 Moteur : NC Consommation en ville : 9.6 l/100 km Transmission : NC
Lévis	A.35	Taxi 4000 M. Jean-Guy Thibault 15, rue St-Joseph Lévis (Québec) G6V 1A5	Honda Accord 2010 Moteur : NC Consommation en ville : 9.6 l/100 km Transmission : NC

GROUPE 5
Autres régions du Québec

Ville	Agglomération	Taxis participants	Caractéristiques des véhicules
Sherbrooke	A.43	Taxi Coop Sherbrooke M. Marc Kirouac, Président 1320, rue Belvédère Sud Sherbrooke (Québec) J1H 4E3	Nissan Altima 2010 Moteur : L4 2,5 litres Consommation en ville : 8.7 l/100 km Transmission : Auto Variation Continue Km : 140 545
Magog	Magog	Taxi Magog Orford M. Stéphane Daigle 45, rue Edouard Est Magog (Québec) J1X 1H3	Toyota Camry 2008 Moteur : L4 2,4 litres Consommation en ville : 9.6 l/100 km Transmission : Auto 5 rapports Km: 66 935

Légende : NC (non-classé) – Km (kilomètre)

4.3- Difficultés rencontrées

Les expériences sur le terrain ont fait ressortir le caractère conservateur de l'industrie du taxi. En effet, les chauffeurs ont apparus relativement craintifs à l'idée que leurs courses soient enregistrées, ce qui a rendu cette étude relativement difficile. En l'occurrence, les feuilles de route n'ont pas toujours été remplies avec assiduité et certains chauffeurs ont même débranché leur module en cours d'instrumentation.

Alors que nous avions convenu d'évaluer 12 véhicules, la compagnie Taxi Diamond nous a fait défaut à la dernière minute en nous permettant d'instrumenter un seul taxi au lieu de trois. Ainsi, 10 taxis (Tableau 3) ont été instrumentés pendant une période approximative de 30 jours, qui a commencé au début du mois de novembre 2012. Ci-dessous, la liste des compagnies qui ont participé au projet :

Tableau 3 - Liste des taxis instrumentés

	Nom de la compagnie	Lieu de circulation	Fonctionnement des systèmes d'acquisition
1	Taxi Hochelaga	Aéroport Montréal-Trudeau	1 ^{er} essai échoué en nov. 2 ^e essai en déc.
2	Taxi Diamond	Montréal	Bien fonctionné
3	Taxi Hochelaga	Montréal	Mal fonctionné
4	Taxi Union	Longueuil	Bien fonctionné
5	Taxi Union	Longueuil	Bien fonctionné
6	Laval Coop	Laval	Mal fonctionné
7	Taxi Coop	Québec	Bien fonctionné
8	Taxi 4000	Lévis	Bien fonctionné
9	Taxi Sherbrooke	Sherbrooke	Bien fonctionné
10	Taxi Magog/Orford	Magog	Bien fonctionné

Alors que l'ITAQ avait choisi un module d'acquisition dont l'installation était extrêmement simple et rapide, des contretemps sont survenus dans certains secteurs lors de la mise en place des appareils. En effet, parmi les responsables de flottes, qui avaient été sensibilisés au projet, certains désignaient des chauffeurs accommodants, mais sans vérifier l'année de leur véhicule, qui devait être postérieur à 2008 pour assurer la compatibilité avec le module d'acquisition. Lorsque les tests se révélaient négatifs, les responsables de flottes appelaient donc d'autres chauffeurs en travail pour leur expliquer brièvement le projet et essayer de les convaincre d'accepter l'instrumentation. Dans ces conditions, la phase d'instrumentation est devenue plus ardue pour l'équipe technique, qui ne disposait que d'un temps minimal pour instrumenter les taxis. La phase de vérification des données a ainsi dû se limiter à l'observation de l'enregistrement d'un fichier sur le module d'acquisition et non à la qualité de celle-ci après conversion.

Ces difficultés ont hélas amené à enregistrer des données inexploitable sur deux taxis (à Laval et Montréal), tous deux des Toyota Camry 2007, choisis en remplacement par les chefs de flottes après plusieurs essais sur d'autres véhicules. Certains secteurs, comme Lévis, ont été très difficiles pour l'équipe technique, qui a dû instrumenter sept véhicules avant d'avoir un résultat positif et cette situation a mis à rude épreuve la patience et la bonne volonté du chef de flotte et de ses chauffeurs.

Ainsi, sur les 10 taxis instrumentés, trois taxis ont eu des défaillances :

- le module enregistreur du taxi témoin de l'aéroport s'est mis en défaut lors du premier mois après l'extirpation du module par un des deux chauffeurs. Il a donc été nécessaire d'effectuer une seconde période de tests de la mi-décembre à la mi-janvier, qui a cette fois-ci été concluante;
- les modules des véhicules de Montréal et de Laval ont enregistré des données qui se sont avérées inutilisables une fois converties;
- les taxis de Laval, de l'aéroport et un des deux taxis de Longueuil n'ont pas complété leur feuille de route.

Malgré les difficultés, il a été possible de recueillir et analyser les données de huit véhicules répartis dans les cinq régions identifiées.

Bien qu'il ait été question de sélectionner pour l'étude des taxis ne faisant qu'un quart de travail, les taxis de l'aéroport Montréal-Trudeau et de la région de Québec, qui ont été proposés effectuaient deux quarts de travail. Dans l'analyse des données, il a donc fallu considérer le fait que plusieurs véhicules faisaient des doubles quarts de travail, ce qui rend alors plus difficile de les comparer à d'autres véhicules opérant dans d'autres régions en simple quart.

Techniquement, il était impensable de diviser les résultats des véhicules en double quarts par deux, car cela ne représentait pas la réalité puisque dans un double quart, le chauffeur principal réalise de plus grosses journées que le chauffeur secondaire. Ainsi, les temps de moteur à l'arrêt ont été observés scrupuleusement afin de considérer 10 journées où le temps de moteur à l'arrêt permettait d'identifier clairement le moment de changement de quart de travail. Suite à cette évaluation, les ratios suivants ont été considérés :

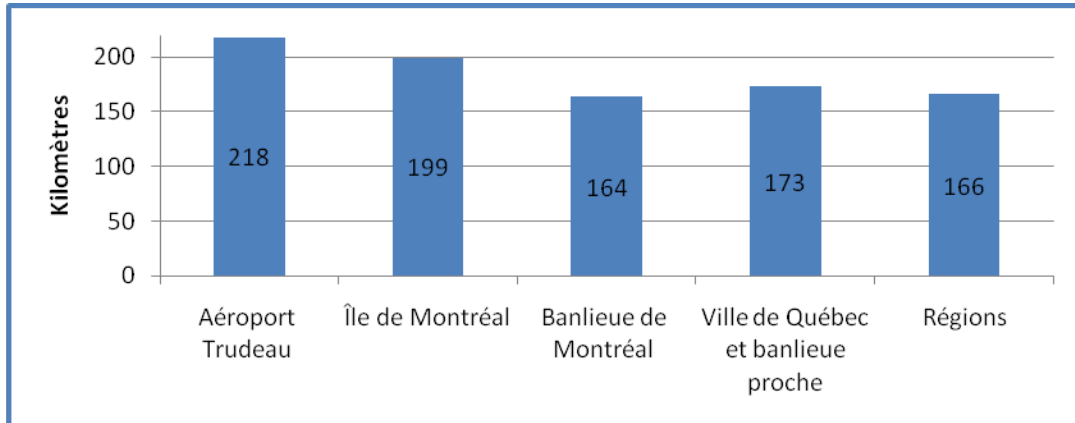
- à Québec et à Lévis, le quart de soir (chauffeur principal) représente 60 % du kilométrage journalier pour 40 % sur le quart de jour;
- pour l'aéroport Montréal-Trudeau, le quart de soir (chauffeur principal) représente 65 % du kilométrage journalier pour 35 % sur le quart de jour.

Nous avons donc appliqué ce ratio pour permettre une meilleure comparaison des groupes.

4.4- Résultats de l'évaluation

Les données enregistrées ont permis de documenter les trajets réalisés par les taxis participants dans les cinq groupes-territoires. Les figures présentées ci-dessous mettent en évidence plusieurs paramètres visant à considérer l'applicabilité d'un véhicule électrique.

Figure 1- Distance moyenne par jour



- Le taxi de l'aéroport Montréal-Trudeau a parcouru la plus grande distance moyenne de tous les véhicules instrumentés.
- Il y a une différence de 54 km de moyenne entre tous les taxis instrumentés, ce qui est à prendre en considération dans l'attribution des véhicules électriques ou dans les choix de recharge.
- Le profil de la banlieue de Montréal ressemble à celui des régions en termes de distance moyenne parcourue.

Le kilométrage moyen par jour n'est pas le seul indicateur de réussite pour un taxi électrique. Nous avons cherché à mieux étudier leur distance par course. Pour cela, il a fallu croiser les données enregistrées et les feuilles de route des taxis. Hélas, les chauffeurs de l'aéroport n'ont pas complété leur carnet de bord.

Figure 2 - Nombre de courses par jour

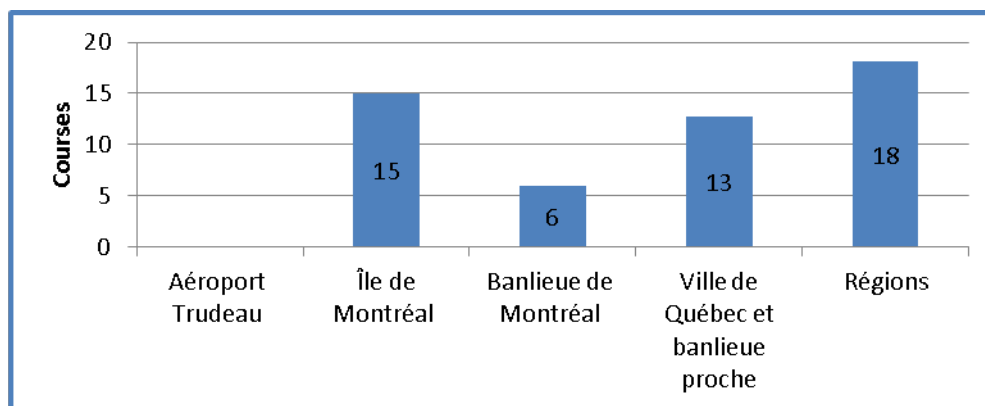
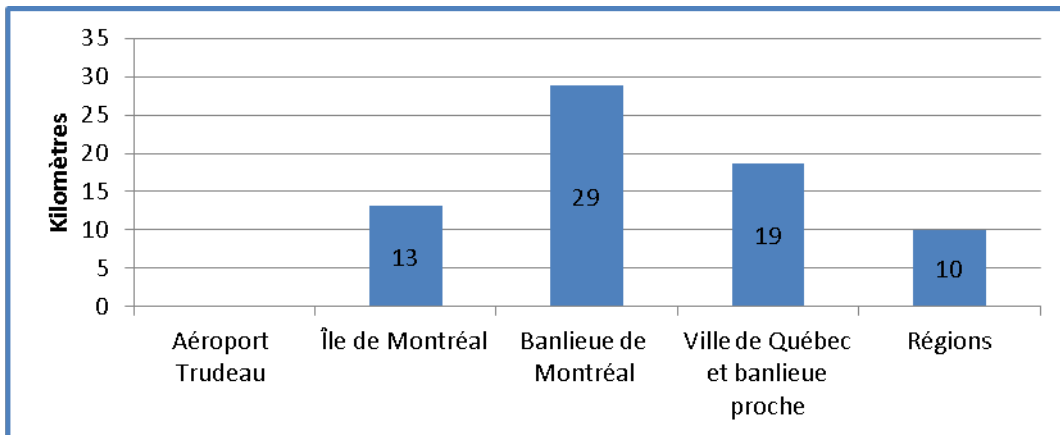


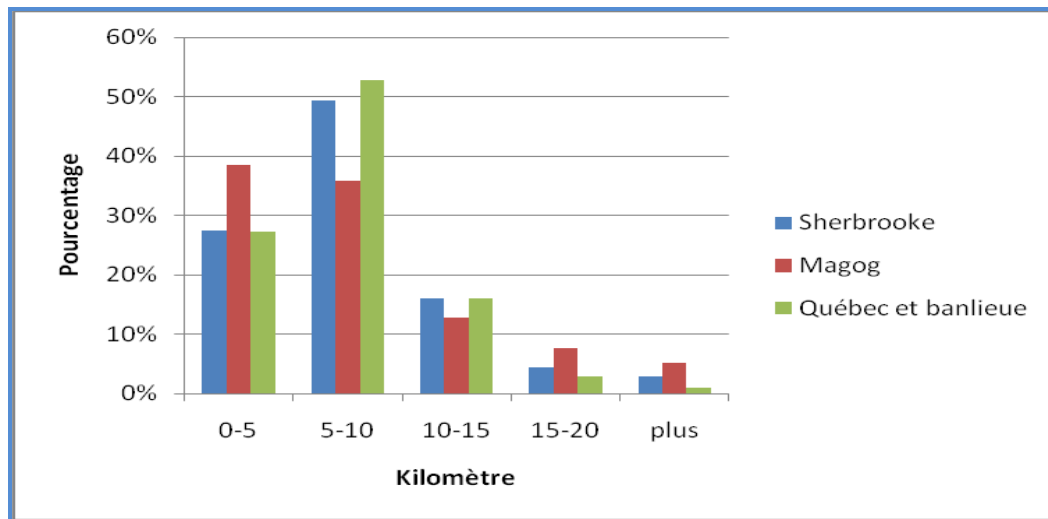
Figure 3 - Distance moyenne par course



- En banlieue, les taxis font peu de courses mais de longues distances.
- En région et à Québec, les taxis font beaucoup de petites courses.

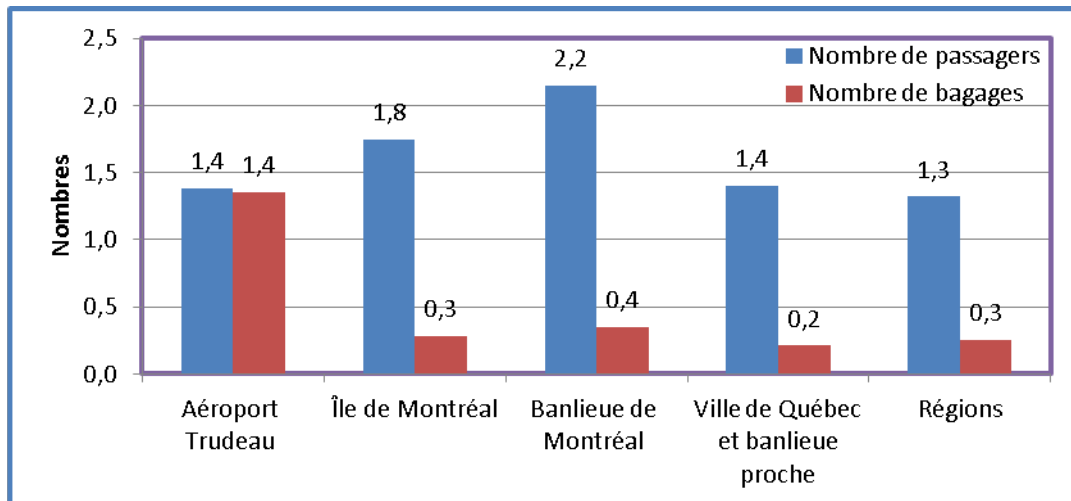
Nous avons voulu avoir plus de précision sur la distance que les taxis parcouraient à chacune de leurs courses en région et à Québec. On peut constater que 93 % des courses effectuées à Magog, Sherbrooke et Québec sont inférieures ou égales à 15 km.

Figure 4 - Pourcentage des courses par tranche de 5 km



Par l'entremise des carnets de bord, nous avons calculé les données ci-dessous dans le but de considérer l'espace nécessaire dans le véhicule, notamment au niveau du coffre.

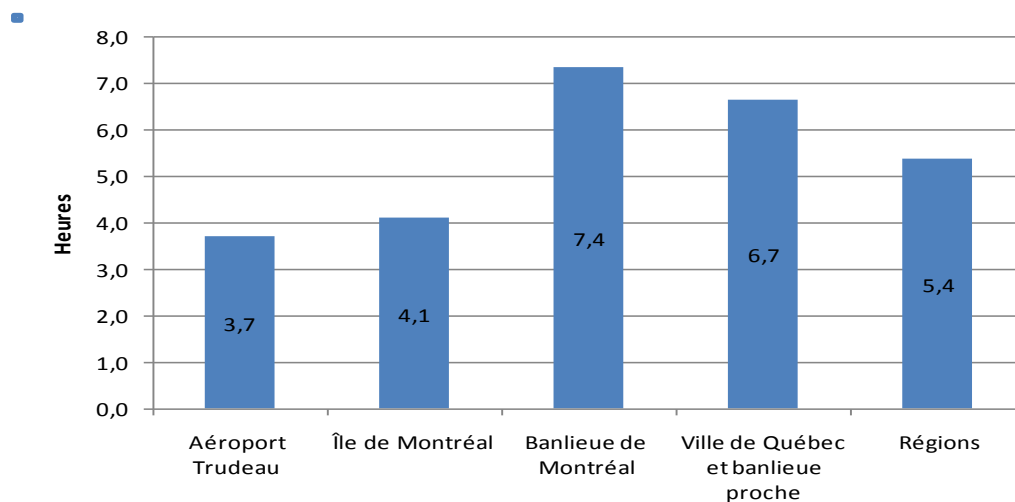
Figure 5 - Moyenne du nombre de passagers et de bagages par course



- Il y a en moyenne 1 à 2,2 passagers par course. C'est en banlieue de Montréal que le nombre de passagers par course est le plus élevé (2,2 en moyenne).
- Le nombre de bagages transportés est faible (0,3 en moyenne) excepté à l'aéroport avec une moyenne de 1,4.

La réussite de l'implantation de véhicules électriques et hybrides rechargeables dépend beaucoup des temps de recharge possibles, c'est pourquoi le profil de conduite des taxis d'un point de vue temporel a été précisément étudié.

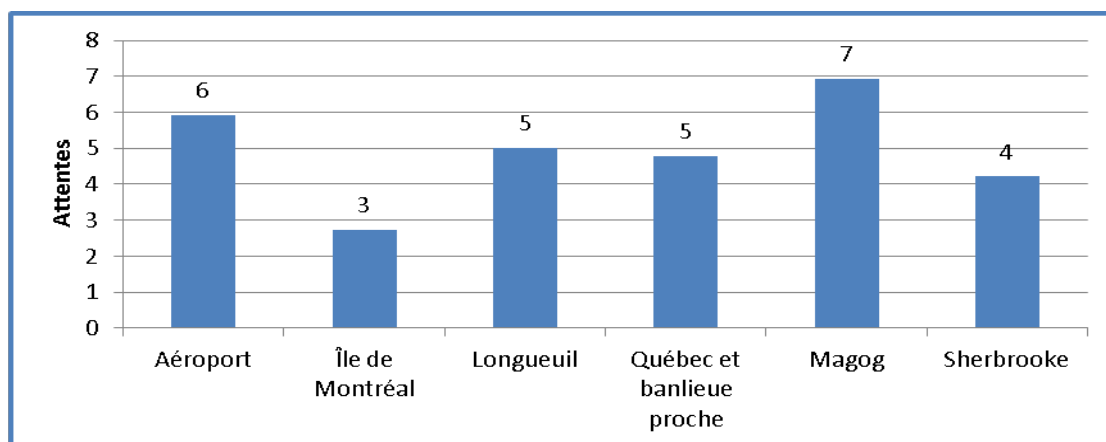
Figure 6 - Temps d'arrêt du moteur par jour pendant le travail



Théoriquement ces temps d'arrêt pourraient être remplacés par des temps de recharge pour un véhicule électrique. Cependant, ces données ne permettent pas d'affirmer que ces temps d'arrêts sont d'une

durée suffisante. Il est apparu nécessaire de calculer quotidiennement le nombre d'arrêts moteur supérieur à 20 minutes, durée jugée suffisante pour amorcer une recharge partielle.

Figure 7 - Nombre de périodes d'attente supérieures à 20 minutes

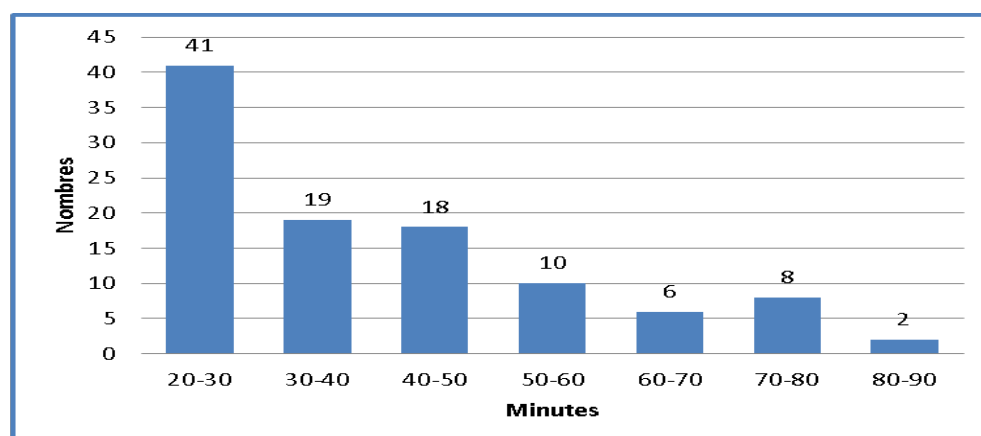


Le nombre de période d'attentes a été étudié dans chacune des villes sélectionnées sans regrouper Magog et Sherbrooke afin d'obtenir des données plus significatives. Le but étant de pouvoir faire des choix de véhicules différents selon le profil.

Il a été constaté que le profil de la ville de Magog était particulièrement intéressant étant donné son nombre important d'arrêts de plus de 20 minutes. À l'opposé, les taxis parcourant l'île de Montréal ne faisaient en moyenne que trois arrêts par jour de plus de 20 minutes (incluant l'arrêt de nuit), ce qui est peu pour envisager une recharge partielle d'un éventuel taxi électrique.

Le cas de l'aéroport (Figure 8) fut étudié avec plus de minutie puisque la réussite de l'implantation d'un taxi électrique dépend de sa capacité de recharge lors du temps d'attente à l'aire de débarquement. Alors que notre perception nous laissait croire que les taxis avaient des temps d'attente d'une à deux heures, le graphique ci-dessous démontre que, pendant la période d'instrumentation mensuelle effectuée de décembre à janvier, 60 % des taxis attendaient entre 20 et 40 minutes, ce qui est suffisant mais minimal pour effectuer des recharges rapides significatives.

Figure 8 - Nombre de périodes d'attente comprises entre 20 et 90 minutes à l'aéroport Montréal-Trudeau



Faits saillants

- Le taxi de l'aéroport a enregistré les distances les plus longues avec 220 km de moyenne pour le quart principal. Pour leur part, la banlieue de Montréal et les régions ont enregistré une distance moyenne de 166 km. Cette différence de 54 km en moyenne par jour est non négligeable lorsqu'il est question d'introduire un véhicule électrique.
- En banlieue, les taxis ont effectué peu de courses et de longues distances tandis qu'en régions et à Québec, les taxis ont réalisé de petites courses.
- Dans une perspective de recharge partielle au cours d'une journée de travail, le nombre de temps d'attente supérieur à 20 minutes a démontré des variances du simple au double selon les groupes. L'île de Montréal étant le plus faible avec trois arrêts et l'aéroport, le plus élevé, avec six arrêts.
- Le nombre de passagers à bord d'un véhicule est plus élevé en banlieue de Montréal que dans les autres groupes. Il y a en moyenne 1 à 2,2 passagers par course.
- Le nombre de bagages transportés est faible (0,3 en moyenne) excepté à l'aéroport avec une moyenne de 1,4.

Tableau 4 - Caractérisation des données d'opération selon les cinq groupes territoires

	GROUPE 1	GROUPE 2	GROUPE 3		GROUPE 4		GROUPE 5	
	Aéroport Pierre-Elliott-Trudeau – centre-ville de Montréal	Île de Montréal (Centre-ville et les différents arrondissements)	Banlieue de Montréal (La région de l'indicatif régional 450)		Ville de Québec et sa banlieue immédiate		Autres régions du Québec	
			LONGUEUIL		QUÉBEC	LÉVIS	MAGOG	SHERBROOKE
	Données ⁽¹⁾	Données	Données ⁽¹⁾	Données	Données	Données	Données	Données
Topographie	Pentes douces	Pentes douces	Pentes douces		Pentes abruptes	Pentes douces	Pentes douces	Pentes abruptes
Type de véhicule	Berline	Berline	Berline	Mini van	Berline	Berline	Berline	Berline
Nombre de véhicules instrumentés	1*	1	1	1	1*	1*	1	1
Nombre de quart/taxi	2	1	1	1	2	2	1	1
Nombre d'heures travaillées/jour	17 h*	13 h	18 h	11 h	22*	21 h*	10 h	12 h
Distance moyenne /jour	335 km*	200 km	154 km	173 km	290 km	342 km	160 km	171 km
Distance moyenne/quart	218 km	200 km	154 km	173 km	173 km	205 km	160 km	171 km
Nombre de courses/jour	Note 1	> 15	Note 1	6	>30	12	13	24
Distance moyenne/course	ND	< 13 km	ND	29 km	10 km	28 km	13 km	7 km
Fréquence des courses < 20 km	ND	ND	ND	ND	0,99	ND	0,95	0,97
Nombre de passagers/course	Note 1	1,75	Note 1	2,15	1,47	1,34	1,25	1,39
Nombre de bagages/course	Note 1	0,28	Note 1	0,35	0,2	0,22	0,12	0,39
Nombre d'heures roulées /jour	6 h*	6 h	5 h	4h	8 h*	7 h*	4 h	5 h
Temps d'arrêt du moteur/jour	13 h*	15 h	16 h	17 h	9 h*	14 h*	19 h	17 h
Temps d'arrêt du moteur/jour pendant	6 h*	4 h	11 h	4 h	11 h*	11 h*	5 h	5 h
Temps au ralenti/jour	5 h*	3 h	3 h	3 h	5 h*	3 h*	1 h	2 h
Temps ralenti/quart principal	3 h	3 h	3 h	3 h	3 h	2 h	1 h	2h
Temps d'attente ≥ 20 minutes	6	3	7	3	5	5	7	4
Notes :								
(1) carnet de bord non rempli								
(2) système ODB2 n'a pas fonctionné								
* 2 quarts de travail (2 conducteurs)								

5 OFFRE TECHNOLOGIQUE

Simultanément à la caractérisation des déplacements des taxis au Québec présentée dans la section 3, l'ITAQ a effectué une recherche documentaire sur les différentes solutions technologiques, soit les véhicules électriques et hybrides rechargeables et les systèmes de recharge.

5.1- *Revue des véhicules électriques et hybrides rechargeables*

La majorité des grands constructeurs automobiles proposent aujourd'hui des véhicules électriques et hybrides rechargeables. Chaque type de véhicule présente des avantages et des inconvénients, qui lui sont propres, mais ont en commun d'être plus économes en carburant. Les économies réalisées avec l'hybride rechargeable dépendent de la distance parcourue en utilisant seulement le moteur électrique. Lorsqu'ils fonctionnent en mode conventionnel, leur consommation est comparable à un véhicule hybride « standard ».

En effet, les véhicules hybrides rechargeables sont capables de rouler en mode tout électrique sur un certain nombre de kilomètres et peuvent également être rechargés en électricité contrairement aux hybrides « standards ». Leur autonomie en mode tout électrique est variable, allant d'environ 15 km pour la Toyota Prius Plug-in à 60 km pour la Chevrolet Volt.

Dès que les batteries atteignent un niveau de charge insuffisant, le moteur thermique se met en marche et le carburant devient la source d'énergie du véhicule. On peut donc considérer qu'un véhicule hybride rechargeable fonctionne comme un véhicule électrique sur les premiers kilomètres, puis comme un véhicule hybride « standard » lorsque ses batteries sont faiblement chargées.

Ce type de véhicule est très intéressant pour un particulier, qui fait peu de distances dans une journée type (cycle travail-maison) mais, qui occasionnellement parcourent de longues distances (fin de semaine). Pour une application taxi, ce type de véhicule pourrait être envisagé dans les conditions suivantes :

- la distance journalière à parcourir est trop élevée pour utiliser un véhicule tout électrique;
- le chauffeur n'éteint pas son moteur lors des longs arrêts pour garder l'habitacle chauffé l'hiver ou refroidit l'été;
- le taxi revient régulièrement à un poste fixe dans la même journée.

Nous insistons sur le fait que si un hybride rechargeable peut être utilisé exclusivement en mode électrique sans jamais ou très rarement utiliser son moteur thermique, il est alors mal utilisé puisqu'il aurait pu être remplacé par un véhicule tout électrique.

Dans notre recherche documentaire sur les projets de taxis électriques dans le monde, nous n'avons trouvé aucun projet opérant des véhicules hybrides rechargeables. À priori, l'utilisation d'un hybride rechargeable serait plus avantageuse pour un particulier que pour un taxi. Cette hypothèse pourrait être validée en utilisation réelle et intensive dans le cadre d'un éventuel projet pilote.

Les véhicules électriques et hybrides rechargeables actuellement sur le marché et ceux potentiellement accessibles dans les 24 prochains mois ont été référencés ci-dessous. Notons que seuls les véhicules de quatre portes et plus ont été pris en considération conformément aux exigences de la réglementation relative aux taxis. Ainsi, 17 véhicules 100 % électriques dont 14 voitures et 3 VUS, ainsi que 9 hybrides rechargeables ont été identifiés comme des véhicules ayant les caractéristiques minimales pour pouvoir être intégrés dans un éventuel projet de démonstration de taxis électriques.

Les véhicules sélectionnés sont présentés sous formes de tableaux regroupant les informations les plus pertinentes pour une application de taxi. Les véhicules tout électriques sont référencés en premier, d'abord les voitures, puis les VUS, suivis ensuite des véhicules hybrides rechargeables.

La majorité des informations relevées provient des sites Internet des constructeurs. Cependant, voulant une estimation de l'autonomie plus proche de la réalité, nous avons opté pour l'autonomie estimée par l'EPA⁷, selon un cycle combiné de 45 % d'autoroute et de 55 % de ville, plutôt que l'autonomie estimée par les manufacturiers d'automobiles.

5.1.1- Fiches techniques des voitures électriques ⁸

Constructeur :	Ford	
Nom :	Focus	
Type :	Berline compacte électrique 4 portes	
Autonomie :	122 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique synchrone 107 kW	
Vitesse maximale :	135 km/h	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 23 kWh	
Charge complète :	20 h à 120 V, 4 h à 240 V à 6,6 kW	
Dimensions :	L 4 392mm / l 1 824mm / h 1 478mm / E 2 650 mm / C 674L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 674 kg	
Tarif indicatif :	42 349 \$ CA	
Source principale :	http://www.ford.ca	
Constructeur :	Nissan	
Nom :	Leaf 2012	
Type :	Berline compacte électrique 4 portes	
Autonomie :	117 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 80 kW	
Vitesse maximale :	145 km/h	
Particularité :	Charge rapide CHAdeMO Batterie à refroidissement passif	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 24 kWh	
Charge complète :	16 h-22 h à 120 V, 7 h à 240 V à 3,3 Kw CHAdeMO 80 % en 30 min	
Dimensions :	L 4 445mm / l 1 770mm / H 1 550mm / E 2 700mm / C 330L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 525 kg	
Tarif indicatif :	38 400 \$ CA	
Source principale :	http://www.nissan.ca	

⁷ Environmental Protection Agency : <http://www.fueleconomy.gov/feg/Find.do?action=sbs&id=33558&id=33024>

⁸ Légende : km (kilomètre) • kW (kilowatt) • h (heure) • kWh (kilowatt-heure) • L (longueur) • l (largeur) • H (hauteur) • E (empattement) • C (coffre) • kg (kilogramme) • mm (millimètre) • l (litre)

Constructeur :	Nissan	
Nom :	Leaf 2013	
Type :	Berline compacte électrique 4 portes	
Autonomie :	121 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 80 kW	
Vitesse maximale :	145 km/h	
Particularité :	Meilleure autonomie et temps de recharge que la 2012 Le modèle SV offre un système de chauffage plus performant	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 24 kWh	
Charge complète :	4 h à 240 V à 6,6 kW. CHAdeMO 80 % en 30 min	
Dimensions :	L 4 445mm / l 1 770mm / H 1 550mm / E 2 700mm / C 370L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 448 kg	
Tarif indicatif :	28 800 \$ US	
Source principale :	http://www.nissanusa.com	
Constructeur :	Nissan	
Nom :	Infiniti LE	
Type :	Berline de luxe compacte électrique 4 portes	
Autonomie :	160 km (constructeur)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 100 kW	
Vitesse maximale :	140 km/h	
Particularité :	Même batterie que la Nissan Leaf, mais moteur plus puissant	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 24 kWh	
Dimensions :	L 4 735mm / l 1 806mm / H 1 486mm / E 2 700mm	
Disponibilité :	Prévue pour 2014 aux É.-U.	
Tarif indicatif :	40 000 \$ US	
Source principale :	http://www.nissan.com	
Constructeur :	Tesla	
Nom :	Model S	
Type :	Berline électrique 4 portes	
Autonomie :	335 à 426 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique 225 à 310 kW	
Vitesse maximale :	190 à 201 km/h	
Particularité :	Berline de luxe, chargeur 10 et 20 kW intégrés	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 60 ou 85 kWh	
Charge complète :	6,5 h à 10 kW, 3,5 h à 20 kW pour 60 kWh 300 km en 30 minutes de recharge rapide	
Dimensions :	L 4 978mm / l 1 963mm / H 1 435mm / E 2 959mm / C 500L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	2 100 kg	
Tarif indicatif :	De 77 800 à 88 500 \$ CA	
Source principale :	http://www.teslamotors.com	

Constructeur :	Mitsubishi	
Nom :	i-MiEV	
Type :	Citadine électrique 4 portes	
Autonomie :	100 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 49 kW	
Vitesse maximale :	130 km/h	
Particularité :	Charge rapide CHAdeMO disponible Batterie à plus longue durée de vie	
Nombre de places :	4 places	
Batteries :	Lithium 16 kWh	
Charge complète :	22 h à 120 V, 7 h à 240 V, CHAdeMO 80 % en 30 min	
Dimensions :	L 3 675mm / l 1 585mm / H 1 615mm / E 2 550mm / C 168L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 171 kg	
Tarif indicatif :	33 000 \$ CA	
Source principale :	http://www.chevrolet.com/	
Constructeur :	Mercedes	
Nom :	Classe B electric drive	
Type :	Berline électrique 4 portes	
Autonomie :	200 km (constructeur)	
Motorisation :	Électrique 100 kW	
Vitesse maximale :	160 km/h	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 36 kWh	
Charge complète :	3 h - 4 h à 240 V	
Dimensions :	L 4 359mm / l 1 786mm / H 1 557mm / E 2 700mm	
Disponibilité :	Début 2014 aux É.-U.	
Source principale :	http://www5.mercedes-benz.com	
Constructeur :	Chevrolet	
Nom :	Spark EV	
Type :	Citadine électrique 4 portes	
Autonomie :	132 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 100 kW	
Particularité :	Utilisera la prise combo SAE J1772	
Nombre de places :	4 places	
Batteries :	Lithium 20 kWh	
Charge complète :	7 h à 240 V 16 A, 80 % en 20 min en charge rapide	
Dimensions :	L 3 640mm / l 1 600mm / H 1 520mm / E 2 380mm / C 170L	
Disponibilité :	Disponible en Californie depuis l'été 2013	
Tarif indicatif :	27 495 \$ US	
Source principale :	http://www.chevrolet.com/	

Constructeur :	Volkswagen	
Nom :	Golf Blue e-motion	
Type :	Berline électrique 4 portes	
Autonomie :	150 km (constructeur)	
Motorisation :	Électrique 85 kW	
Vitesse maximale :	140 km/h	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 26,5 kWh	
Dimensions :	L 4 199mm / l 1 786mm / H 1 480mm / E 2 300mm	
Disponibilité :	Pas de réelles intentions de mettre en marché avant 2015	
Source principale :	https://suncountryhighway.ca	
Constructeur :	BMW	
Nom :	i3	
Type :	Berline électrique 4 portes	
Autonomie :	130 à 160 km (constructeur)	
Motorisation :	Électrique 130 kW	
Vitesse maximale :	150 km/h	
Particularité :	Prolongateur d'autonomie qui augmente l'autonomie de 130 km	
Nombre de places :	4 places	
Batteries :	Lithium 22 kWh	
Charge complète :	6 h à 110 V, 1 h jusqu'à 80 % à 220 V	
Dimensions :	L 3 845mm / l 2 011mm / H 1 537mm / E 2 570mm / C 200L	
Disponibilité :	Début 2014 aux É.-U.	
Masse à vide :	1 250 kg	
Tarif indicatif :	40 000 €	
Source principale :	http://www.bmw-i.com	
Constructeur :	BYD	
Nom :	e6	
Type :	Familiale électrique 4 portes	
Autonomie :	196 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique 75 kW	
Vitesse maximale :	140 km/h	
Particularité :	Pack batteries de forte capacité, charge rapide uniquement avec les chargeurs CC BYD (10, 60 et 100 kW)	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium fer phosphate 60 kWh	
Charge complète :	16 h-18 h en charge niveau 1, 5 h-6 h en charge CC 10 kW, 1,5 h en charge DV 60 kW, 40 minutes en charge CC 100 kW	
Dimensions :	L 4 560mm / l 1 820mm / H 1 630mm / E 2 830mm / C 385L	
Disponibilité :	En Chine depuis 2010, prévue 2014 aux É.-U.	
Masse à vide :	2 360 kg	
Tarif indicatif :	40 000 \$ US	
Source principale :	http://www.byd.com	

Constructeur :	Kia	
Nom :	Soul EV	
Type :	Citadine électrique 4 portes	
Autonomie :	200 km	
Vitesse maximale :	140 km/h	
Disponibilité :	Début 2014 aux É.-U.	
Tarif indicatif :	35 000 \$ US	
Source principale :	http://www.kia.com	
Constructeur :	Nissan	
Nom :	e-NV200	
Type :	Mini-fourgonnette électrique 4 portes	
Autonomie :	160 km (estimation)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 80 kW	
Particularité :	Mêmes moteur et batteries que la Nissan Leaf	
Nombre de places :	7 places	
Batteries :	Lithium 24 kWh	
Charge complète :	16 h-22 h à 120 V, 7 h à 240 V, CHAdeMO 80 % en 30 min	
Dimensions :	L 4 400mm / l 1 700mm / H 1 850mm / E 2 730mm	
Disponibilité :	Comme taxi à New York en 2017	
Source principale :	http://www.env200.com	
Constructeur :	Volkswagen	
Nom :	Milano	
Type :	Mini-fourgonnette électrique 3 portes	
Autonomie :	300 km	
Motorisation :	Électrique asynchrone 85 kW	
Vitesse maximale :	120 km/h	
Particularité :	Concept de taxi destiné à la ville de Milan	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium	
Dimensions :	L 3 730mm / l 1 660mm / H 1 600mm / C NC (prévu pour accueillir des valises à droite du conducteur)	
Disponibilité :	Inconnue	
Masse à vide :	1 500 kg	
Source principale :	http://www.volkswagen.com	

Constructeur :	Honda	
Nom :	FIT EV	
Type :	VUS électrique 4 portes	
Autonomie :	132 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 92 kW	
Vitesse maximale :	140 km/h	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 20 kWh	
Charge complète :	3 h à 240 V, 15 h à 120 V	
Dimensions :	L 4 115mm / l 1 796mm / H 1 580mm / E 2 450mm / C 340L	
Disponibilité :	Disponible aux États-Unis	
Masse à vide :	1 480 kg	
Tarif indicatif :	37 415 \$ US	
Source principale :	http://www.automobiles.honda.com	

5.1.3- Fiches techniques des V.U.S. électriques

Constructeur :	Toyota	
Nom :	RAV4 EV	
Type :	VUS électrique 4 portes	
Autonomie :	165 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique asynchrone 115 kW	
Vitesse maximale :	160 km/h	
Particularité :	Uniquement disponible en Californie	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 41,8 kWh	
Charge complète :	12 h à 240 V 16 A, 8 h à 240 V 30 A, 5 h à 240 V 40 A	
Dimensions :	L 4 620mm / l 1 855mm / H 1 684mm / E 2 660mm / C 1030L	
Disponibilité :	Disponible en Californie	
Masse à vide :	1 830 kg	
Tarif indicatif :	49 800 \$ US	
Source principale :	http://www.toyota.com	

Constructeur :	Tesla	
Nom :	Model X	
Type :	VUS électrique 4 portes	
Autonomie :	322 à 418 km (constructeur)	
Motorisation :	Électrique 300 kW X 2 (deux moteurs)	
Vitesse maximale :	200 km/h	
Nombre de places :	7 places	
Batteries :	Lithium 60 et 85 kWh	
Dimensions :	L 5 000mm / l 2 080mm / H 1 620mm / E 3 060mm / C 500L	
Disponibilité :	Début 2015 aux É.-U.	
Masse à vide :	2 267 kg	
Tarif indicatif :	67 400 à 77 400 \$ US	
Source principale :	http://www.teslamotors.com	

5.1.4- Fiches techniques des voitures hybrides rechargeables

Constructeur :	Chevrolet	
Nom :	Volt	
Type :	Berline hybride série 4 portes	
Autonomie électrique:	61 km (EPA)	
Motorisation :	Électrique synchrone aimants permanents 111 kW	
Vitesse maximale :	160 km/h tout électriques	
Particularité :	Moteur essence sur générateur 55 kW Batterie à refroidissement liquide	
Nombre de places :	4 places	
Batteries :	Lithium 16,5 kWh	
Charge complète :	10 h à 120 V, 4 h à 240 V	
Dimensions :	L 4 500mm / l 1 790mm / H 1 440mm / E 2 680mm / C 300L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 715 kg	
Tarif indicatif :	42 000 \$ CA	
Source principale :	http://www.gm.ca	
Constructeur :	Toyota	
Nom :	Prius Plug in	
Type :	Berline hybride parallèle/série 4 portes	
Autonomie électrique :	17 km (EPA)	
Motorisation :	1 moteur essence (98 ch) + 2 moteurs électriques (60 kW total) (puissance nette combinée 100 kW)	
Vitesse maximale :	180 km/h (100 km/h en électrique)	
Particularité :	Transmission par train épicycloïdal Pas d'embrayage, démarrage en tout électrique	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 4 kWh	
Charge complète :	3 h à 120 V, 1,5 h à 240 V	
Dimensions :	L 4 480mm / l 1 745mm / H 1 490mm / E 2 700mm / C 442L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 425 kg	
Tarif indicatif :	35 700 \$ CA	
Source principale :	http://www.toyota.ca	

Constructeur :	Honda	
Nom :	Accord PHEV	
Type :	Berline hybride série 4 portes	
Autonomie électrique :	21 km (EPA)	
Motorisation :	1 moteur essence (137 ch) + 1 moteur électrique (124 kW)	
Vitesse maximale :	100 km/h en électrique	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 6,7 kWh	
Charge complète :	3 h à 120 V, 1,5 h à 240 V	
Dimensions :	L 4 480mm / l 1 745mm / H 1 490mm / E 2 700mm / C 442L	
Disponibilité :	Été 2013 aux É.-U. (États de New-York et Californie)	
Tarif indicatif :	39 780 \$ CA	
Source principale :	http://www.honda.ca/future-vehicles	
Constructeur :	Ford	
Nom :	C-max Energi	
Type :	Berline hybride série 4 portes	
Autonomie électrique :	34 km (EPA)	
Motorisation :	1 moteur essence (141 ch) + électrique synchrone aimants permanents (puissance nette combinée 140 kW)	
Vitesse maximale :	164 km/h (136 km/h en électrique)	
Particularité :	Transmission à variation continue électronique	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 7,6 kWh	
Charge complète :	7 h à 120 V, 2,5 h à 240 V	
Dimensions :	L 4 409mm / l 1 829mm / H 1 621mm / E 2 649mm / C 544L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 750 kg	
Tarif indicatif :	28 800 \$ CA	
Source principale :	http://www.ford.ca	
Constructeur :	Ford	
Nom :	Fusion Energi	
Type :	Berline hybride série 4 portes	
Autonomie électrique :	34 km (EPA)	
Motorisation :	1 moteur essence (141 ch) + électrique synchrone aimants permanents (puissance nette combinée 145 kW)	
Vitesse maximale :	164 km/h	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 7,6 kWh	
Charge complète :	7 h à 120 V, 2,5 h à 240 V	
Dimensions :	L 4 871mm / l 1 851mm / H 1 473mm / E 2 849mm / C 340L	
Disponibilité :	Actuellement disponible	
Masse à vide :	1 775 kg	
Tarif indicatif :	31 649 \$ CA	
Source principale :	http://www.ford.ca	

Constructeur :	Mitsubishi	
Nom :	Outlander PHEV	
Type :	Véhicule utilitaire sport hybride Série/Parallèle	
Autonomie électrique :	60 km (constructeur)	
Motorisation :	1 moteur essence (117 ch) + 2 moteurs électriques synchrones à aimants permanents (120 kW total) (puissance nette combinée 100 kW)	
Vitesse maximale :	120 km/h	
Particularité :	3 modes de conduite à sélection automatique (100 % électrique, série, parallèle)	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium-ion 12 kWh	
Charge complète :	4 h à 200 V	
Dimensions :	L 4 655mm / l 1 800mm / H 1 680mm / E 2 670mm	
Disponibilité :	Disponible au Japon, disponible au Canada en janvier 2014	
Masse à vide :	1810 kg	
Tarif indicatif :	36 700 \$ US (au Japon)	
Source principale :	http://www.mitsubishi-motors.com	
Constructeur :	Volvo	
Nom :	V60 Plug-in Hybrid	
Type :	Berline hybride 4 portes	
Autonomie en tout électrique:	50 km (constructeur)	
Motorisation :	1 moteur diesel (215 ch) + électrique (50 kW)	
Vitesse maximale :	230 km/h (120 km/h tout électriques)	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium 12 kWh	
Charge complète :	3 h-4 h à 220 V 16 A	
Dimensions :	L 4 628mm / l 1 865mm / H 1 484mm / E 2 660mm / C 350L	
Disponibilité :	Actuellement disponible en Europe Aux É.-U. au début 2014	
Masse à vide :	1 995 kg	
Tarif indicatif :	50 000 €	
Source principale :	http://www.volvocars.com	
Constructeur :	BYD	
Nom :	Qin	
Type :	Berline hybride 4 portes	
Autonomie en tout électrique :	50 km (constructeur)	
Motorisation :	1 moteur essence + 2 électriques (110 kW) (puissance nette combinée 223 kW)	
Vitesse maximale :	185 km/h	
Nombre de places :	5 places	
Batteries :	Lithium fer phosphate 10 kWh	
Dimensions :	L 4 533mm / l 1 705mm / H 1 520mm	
Disponibilité :	En Chine pour l'été 2013	
Tarif indicatif :	29 000 \$ US	
Source principale :	http://www.insideevs.com	

5.1.5- Les véhicules électriques et hybrides rechargeables potentiellement disponibles au Québec

Tableau 5 - Date de disponibilité des véhicules électriques au Québec

VEHICULE	CONSTRUCTEUR	DATE DE DISPONIBILITE
Leaf	Nissan	Disponible
i-MiEV	Mitsubishi	Disponible
Focus électrique	Ford	Disponible
Model S	Tesla	Disponible
E6	BYD	Incertain
Leaf 2013	Nissan	Disponible
Milano	Volkswagen	Inconnu
Soul EV	Kia	2014 aux É.-U.
Infiniti LE	Nissan	2014 aux É.-U.
e-NV200 EV	Nissan	2017 à New York
Classe B electric drive	Mercedes	2014 aux É.-U.
Spark EV	Chevrolet	Été 2013 en Californie
Golf Blue e-motion	Volkswagen	Automne 2013 en Californie
i3	BMW	2013 aux É.-U et 2014 canada.
Model X (VUS)	Tesla	2015 aux É.-U.
FIT EV (VUS)	Honda	Disponible aux É.-U.
RAV4 EV (VUS)	Toyota	Disponible en Californie

Tableau 6 - Date de disponibilité des hybrides rechargeables au Québec

VEHICULE	CONSTRUCTEUR	DATE DE DISPONIBILITE
Volt	Chevrolet	Disponible
Cmax Energi	Ford	Disponible
Fusion Energi	Ford	Disponible
Prius Plug in	Toyota	Disponible
Accord PHEV	Honda	Été 2013 aux É.-U.
Outlander PHEV	Mitsubishi	2014
V60 Plug-in Hybrid	Volvo	2014 aux É.-U.
Qin	BYD	Possibilité en 2014 pour les É.-U.

5.2- Revue des systèmes de recharge

Le déploiement de taxis électriques n'est envisageable que dans la mesure où il existe une infrastructure pour les approvisionner en énergie.

Au Québec, le « Circuit électrique » d'Hydro-Québec avait déjà déployé, en juin 2013, plus de 150 bornes de recharge publique payantes (2,50 \$ par recharge), de type 2 c.a., dans 34 villes et réparties dans 10 régions du Québec⁹.

Parallèlement, le « RéseauVER » d'AddÉnergie en a installé plus d'une vingtaine (1 \$ de l'heure ou 2,50 \$ la recharge). De plus, la ville de Montréal en collaboration avec Hydro-Québec prévoit bientôt l'installation de 80 bornes de recharge supplémentaires sur l'île de Montréal. Il existe également le réseau « Éco Route Québec », filiale de l'entreprise canadienne Sun Country Highway, qui a également installé plus d'une vingtaine de bornes gratuites au Québec, la plupart dans les centres touristiques¹⁰.



Différentes technologies sont actuellement disponibles au niveau de la recharge des véhicules « branchables ». La section, qui suit, fait une brève description des technologies et présente leurs avantages et inconvénients pour une utilisation dans le contexte du taxi électrique.

En Amérique du Nord, la SAE a défini trois niveaux de recharge en courant alternatif (c.a.) et en courant continu (c.c.). Actuellement, en Amérique, seuls deux niveaux de recharge c.a. et un niveau de recharge c.c. sont déployés (Tableau 7). Pour simplifier, nous considérerons le standard CHAdeMO au niveau 3 de type c.c. car les niveaux de puissance sont similaires à ce qui est défini par la SAE, bien que les deux standards soient incompatibles autant sur le plan mécanique que sur le plan du contrôle entre le véhicule et la borne.

Brièvement, le niveau 1 est une recharge lente installée au domicile. Le niveau 2 est une recharge normale. Le niveau 3 est une recharge rapide. La durée nécessaire à une recharge complète de la batterie du véhicule est directement liée au niveau de puissance électrique injectée dans le véhicule.

⁹ www.circuitelectrique.com

¹⁰ www.ecoroutequebec.com

Tableau 7 - Comparaison des différents types de recharge

CARACTÉRISTIQUES	NIVEAU 1 type c.a.	NIVEAU 2 type c.a.	Recharge rapide c.c.
Tension	120 V	208 ou 240 V	Jusqu'à 500 V
Type de courant	Courant alternatif (c.a.)	Courant alternatif (c.a.)	Courant continu (c.c)
Puissance type	1,4 kW	3,6 ou 7,2 kW	50 kW
Puissance maximale	1,9 kW	19,2 kW	50 kW
Temps de rechargea	12 h ¹	2,5-5 h ¹	20-30 min ²
Connecteur	J1772	J1772	SAE Combo ou CHAdeMO

¹ Temps de recharge d'une batterie de 16 kWh complètement déchargée, à la puissance de charge type.

² 80 %-90 % de la pleine charge dans des conditions climatiques optimales.

Les bornes de recharge communes (niveau 2), qui commencent à être déployées un peu partout en Amérique du Nord, sont conformes à la norme SAE J1772.

Standard d'opération nord-américain : norme SAE J1772

Cette norme définit le connecteur et assure une compatibilité avec tous les véhicules offerts. Les exigences de la norme SAE J1772 sont très simples sur le plan du circuit électrique. Outre l'alimentation du véhicule électrique en c.a., la norme prévoit une protection contre les risques d'électrification sous forme d'un disjoncteur différentiel de fuite à la terre (DDFT) ainsi qu'un protocole de communication simple entre le véhicule électrique et la borne.



5.2.1- Recharge de niveau 1 (120 V c.a.)

Tous les véhicules électriques ont un chargeur électrique intégré et sont livrés avec un câble de recharge 120 V portable qui peut être utilisé dans une prise standard 120V c.a.

Le niveau 1 est une charge lente d'une puissance d'environ 1 kW, permettant de charger en 12 à 16 heures une batterie. Ce type de recharge est essentiellement utilisé pour une recharge au domicile dans le cas des hybrides rechargeables.



5.2.2- Recharge de niveau 2 (208-240 V c.a.) SAE J1772

Cette station permet de charger un véhicule plus rapidement qu'en niveau 1, généralement en 3 à 6 heures, pour une recharge complète, selon le type de batterie et la puissance du chargeur.

Une borne de ce type donne accès au réseau électrique et le chargeur du véhicule utilise cette énergie pour faire la recharge de ses batteries grâce à son chargeur embarqué. Des chargeurs embarqués de 3,3 et 6,6 kW seront typiquement utilisés pour la recharge. On peut estimer que chaque heure de temps de

charge permettra de prolonger l'autonomie de 15 à 30 km. Cette technologie de recharge est à considérer dans tous les scénarios de projet de démonstration de taxi électrique.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Infrastructure peu coûteuse Services de facturation déjà en opération	Temps de charge long pour un véhicule purement électrique (3 à 6 heures)

Il existe différentes configurations physiques pour cet équipement selon le genre d'installation souhaité. Les montages muraux ou sur piédestal sont possibles pour une utilisation commerciale. Le choix du lieu pour l'installation aura une grande influence sur le coût de cette infrastructure, car l'ampleur des travaux peut varier considérablement selon la situation. Il faut prévoir environ 10 000 \$ par borne installée.

Les modèles conformes à la norme SAE J1772 les plus populaires ont été répertoriés dans le tableau 8. Les modèles muraux pourraient plutôt être installés directement au domicile du taxi, tandis que les modèles sur piédestal seraient installés aux aires d'attente des taxis.

Globalement, pour les bornes sans lecteur de carte d'identification (RFID), qui seront installées à la maison, le prix varie entre 700 \$ et 2 000 \$. La moyenne est d'environ 1 000 \$ pour une installation murale et 1 200 \$ pour un piédestal. À cela, il faudra ajouter le raccordement électrique. Le programme *Roulez électrique* du gouvernement du Québec offre des rabais pour l'installation des bornes de recharge au domicile¹¹.

Pour les bornes avec lecteur RFID, qui seront installées dans des endroits publics, les prix varient entre 3 000 \$ et 7 000 \$, selon les options choisies comme le service de gestion d'accès, l'accès à distance à la borne, l'information d'utilisation et autres.

Tableau 8 – Principaux fournisseurs de bornes de recharge de niveau 2

Marque	Charge Point / Leviton	
Modèle	CT500	
Puissance maximale	7.2 kW	
Courant	30 A à 208/240 Vc.a.	
Conforme CSA-SAE J1772	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	5 800 \$ US (mural) 7 400 \$ US (piédestal)	
Températures opérationnelles	-30 à 50 °C	

Source : fiche technique

¹¹ <http://vehiculeselectriques.gouv.qc.ca/particuliers/recharge.asp>

Marque	Eaton
Modèle	Level 2 Charging Station
Puissance maximale	7.2 kW
Courant	30 A à 208/240 Vc.a.
Conforme CSA-SAE J1772	Oui
Disponible au Québec	Oui
Coût public approximatif	5 500 \$ CA
Températures opérationnelles	-30 à 50 °C



Source : <http://www.eatoncanada.ca>

Marque	AddEnergie
Modèle	SmartTWO™
Puissance maximale	7.2 kW
Courant	30 A à 208/240 Vc.a.
Conforme CSA-SAE J1772	Oui
Disponible au Québec	Oui (fabrication locale)
Coût public approximatif	5 950 \$ CA (piédestal) 5 550 \$ CA (mural)
Températures opérationnelles	-40 à 50 °C



Source : <http://www.addenergietechnologies.com>

Marque	Aerovironment
Modèle	EVSE-CS
Puissance maximale	7.2 kW
Courant	30 A à 208/240 Vc.a.
Conforme CSA-SAE J1772	Oui
Disponible au Québec	Oui
Coût public approximatif	1 633 \$ CA (piédestal)
Températures opérationnelles	-30 à 50 °C



Source : <http://evsolutions.avinc.com/>

Marque	Schneider Electric	
Modèle	EVlink	
Puissance maximale	7.2 kW	
Courant	30 A à 208/240 Vc.a.	
Conforme CSA-SAE J1772	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	1 700 \$ CA (mural) 2 100 \$ CA (piédestal)	
Températures opérationnelles	-30 à 55 °C	

Source : <http://www.schneider-electric.ca/>

Marque	GridBot	
Modèle	UP80J & UP160J	
Puissance maximale	7.2 kW	
Courant	30 A à 208/240 Vc.a.	
Conforme CSA-SAE J1772	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	3 400 \$ (simple) 4 600 \$ (double)	
Températures opérationnelles	-40 à 85 °C (mural) -35 à 55 °C (colonne)	

Source : <http://www.gridbot.net/>

Marque	ClipperCreek	
Modèle	evCHARGER série CS	
Puissance maximale	19,2 kW	
Courant	40 à 90 A à 208/240 Vc.a.	
Conforme CSA-SAE J1772	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	De 1 500 à 2 100 \$ CA	
Températures opérationnelles	-30 à 50 °C	

Source : <https://suncountryhighway.ca/>

5.2.3- Recharge à courant continu ou recharge rapide

Il existe principalement deux standards en Amérique du Nord : la recharge rapide de type CHAdeMO ou le combo SAE J1772. Soulignons que les temps de recharge avec ces bornes dépendent très fortement de la température. Ainsi, si la recharge se fait à l'extérieur par temps froid, la recharge se fait plus lentement pour ne pas endommager la batterie.

RECHARGE c.c. (CHAdeMO)

La recharge rapide à c.c., selon le protocole CHAdeMO, permet de recharger un véhicule compatible avec cette technologie de 20 % à 80 % en environ 30 minutes en chargeant à une puissance allant jusqu'à 50 kW typiquement.



Les véhicules électriques de Nissan (Leaf) et Mitsubishi (i-MiEV) supportent cette norme déjà depuis quelques années. Le coût d'achat de ces bornes est généralement autour de 50 000 \$, mais Nissan a annoncé une borne à 15 500 \$ US¹² sans système de paiement et pour une installation intérieure.

Ce type de recharge permet de retrouver une centaine de kilomètres d'autonomie en 20 à 30 minutes. Il s'agit de la seule solution de recharge rapide assez mature pour être considérée dans un projet de démonstration de taxi électrique. Il y a une borne de recharge de ce type actuellement en service à Boucherville dans le cadre du projet de démonstration des Mitsubishi i-MiEV d'Hydro-Québec.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Temps de recharge court (30 minutes)	Coûts de l'infrastructure élevés
Technologie en déploiement depuis quelques années (mature)	Seulement quelques modèles de véhicules compatibles
	En hiver, si la température extérieure et celle de la voiture sont froides, la recharge se fait beaucoup plus lentement

RECHARGE c.c. (SAE J1772 COMBO)

Une nouvelle version de la norme SAE J1772 a été publiée (15 octobre 2012) et prévoit l'introduction d'un connecteur universel, qui permettra à la fois la recharge sur les bornes à c.a. régulières et sur les stations de recharge à c.c. Aucun véhicule compatible n'est disponible pour le moment. Les premiers véhicules sont espérés vers la fin 2013. Le potentiel de ce type de recharge dans les 24 prochains mois reste incertain.



¹² <http://nissanqc.com/>

Cette norme est supportée par les principaux fabricants américains et européens :



AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Un seul connecteur permettra la recharge rapide ou lente	Aucun véhicule compatible disponible

Tableau 9 - Principaux fournisseurs de bornes de recharge rapide

ABB, Aerovironment, Fuji, Nissan et Schneider ont des bornes homologuées au Canada

Marque	Schneider Electric	
Modèle	EVlink	
Puissance maximale	50 kW	
Courant	500 V à 125 A	
Norme Chademo	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	44 000 \$ CA	
Températures opérationnelles	-30 à 50 °C	

Source : <http://www.schneider-electric.ca/>

Marque	Eaton	
Modèle	DC Quick Charger	
Puissance maximale	50 kW	
Courant	400 V à 125 A	
Norme Chademo	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	74 000 \$ CA	
Températures opérationnelles	-30 à 50°C	

Source : <http://www.eatoncanada.ca/>

Marque	Aerovironment	 Prototype model shown. Final production model may vary slightly.
Modèle	EV30/50/60/125/250-FS	
Puissance maximale	De 30 kW à 250 kW	
Courant	De 50 à 700 V de 100 à 550 A	
Norme Chademo	Oui	
Disponible au Québec	Non disponible selon une récente restriction par Nissan d'après Aerovironment	
Coût public approximatif	Non disponible	
Températures opérationnelles	-30 à 50 °C	

Source : <http://evsolutions.avinc.com/>

Marque	Fuji Electric	
Modèle	FRCA25C	
Puissance maximale	25 kW	
Courant	De 50 à 500 V à 62 A max	
Norme Chademo	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	28 000 \$ US	
Températures opérationnelles	-10 à 40 °C	

Source : <http://www.americas.fujielectric.com>

Marque	Gridbot	
Modèle	GB50K-EV	
Puissance maximale	50 kW	
Courant	125 A à 500 V max	
Norme Chademo	Oui	
Disponible au Québec	Oui	
Coût public approximatif	28 500 \$ CA	
Températures opérationnelles	-10 à 40 °C	

Source : <http://www.gridbot.us>

RECHARGE rapide c.a. (SAE niveau 3 c.a.)

La charge rapide haute puissance en c.a. peut s'apparenter à une charge de niveau 2, mais à une puissance plus élevée. On parle de charge à environ 22 kW pour la « charge accélérée » et 43 kW pour la « charge rapide ». Comme pour la charge de niveau 2, la station fournit un courant alternatif (à être déterminé) au véhicule et c'est le chargeur embarqué, qui va réguler la charge des batteries. Ces recharges hautes puissances en c.a. nécessitent un chargeur embarqué de forte puissance, mais simplifient extrêmement la constitution de la station de recharge et la communication de celle-ci avec le véhicule par rapport à une charge rapide en c.c.

Pour ne pas utiliser de chargeur embarqué de forte puissance (lourd, encombrant et coûteux) dans le véhicule, certains constructeurs travaillent sur l'utilisation de l'électronique de puissance du moteur comme chargeur embarqué. Tous les véhicules électriques de grandes séries utilisent une électronique de puissance permettant de transformer le c.c. des batteries en c.a. modulé pour le moteur électrique. Cette électronique est capable de fonctionner également en sens inverse lors des freinages régénératifs (le moteur électrique fonctionne en générateur, il freine le véhicule et recharge les batteries). Ainsi, à l'aide de légères modifications, l'électronique de puissance peut être utilisée comme chargeur embarqué haute puissance (environ équivalente à la puissance du moteur). La limite de la vitesse de charge n'est donc plus la puissance du chargeur, mais uniquement la capacité des batteries.

Cette solution se développe rapidement, car elle ne nécessite que de « légères » modifications et donc des économies intéressantes. La Renault Zoé électrique, qui vient d'être commercialisée en France, utilise d'ores et déjà cette manière de procéder et accepte une charge c.a. à 43 kW. Nous pensons que cette solution va envahir le marché dans les années à venir, mais il n'est pas encore prévu de commercialisation en Amérique du Nord.

5.2.4- Recharge inductive sans fil

Il s'agit d'une technologie actuellement au stade expérimental, qui permet la recharge du véhicule simplement en la stationnant au-dessus d'une zone prévue à cette fin. Une norme SAE est présentement en cours de développement pour guider les efforts de démonstration.

Un standard complet est attendu seulement en 2016-17. Certaines solutions sont disponibles commercialement, telle celle d'Evatran (PlugPower) et sont conçues pour s'adapter aux véhicules Nissan Leaf et Chevrolet Volt.



Cette technologie n'est pas bien adaptée aux conditions hivernales du Québec, mais pourrait convenir si la borne et le lieu de recharge sont protégés.

Il y a actuellement de nombreuses initiatives en cours pour mettre au point cette nouvelle technologie.

Les fournisseurs de solution de recharge sans fil sont :

- ConductixWampfler,
- DELPHI,
- Evatran,
- HaloIPT,
- Momentum Dynamics,

- LG,
- Qualcomm,
- SEW,
- WiTricity,
- Bombardier Primove.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Aucun branchement de connecteur	Technologie en expérimentation Précision du positionnement lors du stationnement critique Présence de glace ou neige affectera la distance au sol, donc l'efficacité du transfert d'énergie Risque d'endommager le système sur le véhicule, s'il y a des inégalités de la chaussée (nid de poule, glace, etc.) Faible puissance (3.3kW pour le moment)

5.2.5- Échange de batteries

Le concept d'échange de batteries était proposé par l'entreprise Better Place, qui a fait faillite il y a quelques mois. Selon ce modèle, le client ne paie pas pour le pack batteries, il le loue et peut l'échanger à tout moment pour un pack complètement chargé dans une station automatisée en cinq minutes, afin d'augmenter son autonomie quotidienne. Cependant, il existait peu de véhicules disponibles compatibles avec le système de Better Place. La Renault Fluence ZE est un des rares modèles compatibles. Un réseau d'environ 40 de ces stations était en construction en Israël.



Tesla Motors vient également d'annoncer la mise en service d'un réseau d'échange de batteries.

La viabilité d'une telle solution est questionnable, car elle repose sur une standardisation des dimensions du pack batteries par plusieurs manufacturiers, ce qui est peu réaliste. Ce concept ne représente pas une option sérieuse à considérer pour un projet pilote de taxi électrique au Québec.

AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Temps de recharge très rapide	Infrastructure coûteuse et imposante
Réseau déployé par Better Place	Better place a déclaré faillite en 2013

5.2.6- TESLA MOTORS Supercharger

Ce système recharge un véhicule électrique à une puissance d'environ 120 kW et redonne environ 300 km d'autonomie en 30 minutes. Ce système développé par Tesla Motors est seulement compatible avec leurs produits.

Une station coûte environ 250 000 \$ et peut recharger 4 à 6 véhicules en même temps.

Tesla Motors a commencé à déployer un réseau de ses stations en Californie où six stations ont été installées pour relier les villes de San Francisco à Los Angeles et de Las Vegas à Lake Tahoe¹³.

Tesla Motors a également annoncé qu'il souhaite implanter en Amérique du Nord un imposant réseau de stations à recharge rapide d'ici 2015.

À la fin de l'année 2013, le manufacturier prévoit installer, entre Montréal et Toronto, 2 stations de recharge rapide permettant aux propriétaires de ses modèles actuels et futurs de recharger rapidement leurs voitures électriques. Ces derniers pourront ainsi faire le voyage de 542 km entre les 2 villes, sur l'autoroute 401 avec 2 possibilités de recharger leur voiture¹⁴. Deux autres stations sont prévues d'ici 2015 entre Montréal et Ottawa et entre Montréal et Québec.

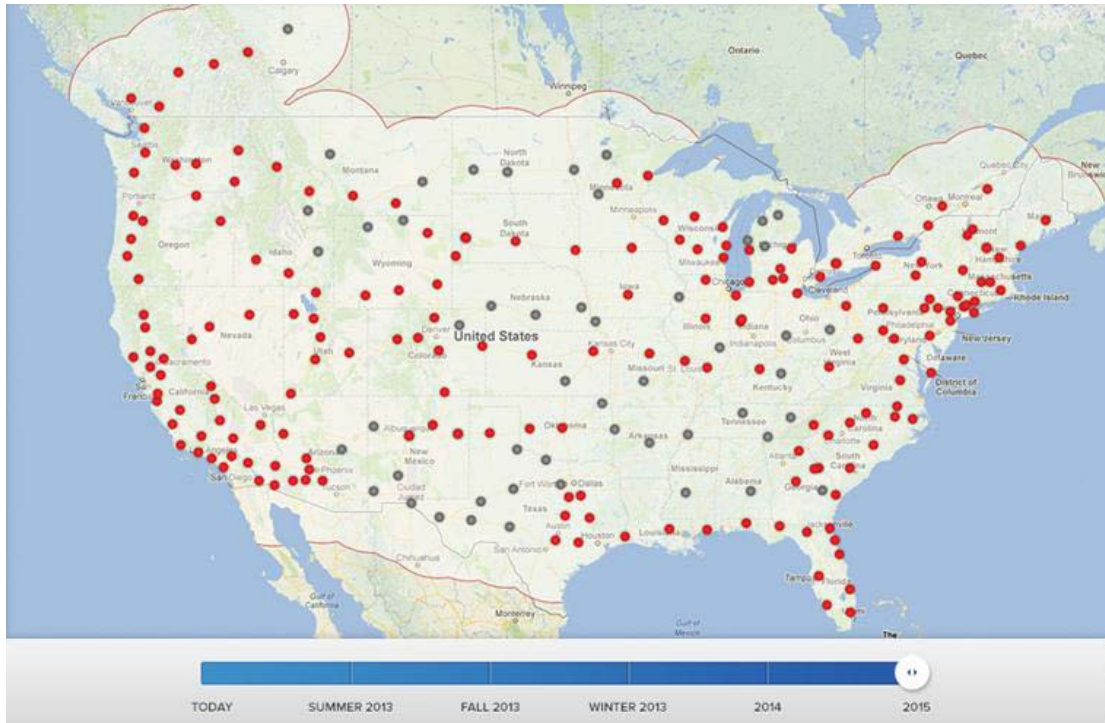


AVANTAGES	INCONVÉNIENTS
Temps de charge rapide Tesla investit lui-même dans son infrastructure	Compatibilité avec les véhicules de la compagnie Tesla Motors seulement

¹³ <http://www.gizmodo.fr/2012/10/31/tesla-ouvre-six-superchargeurs-californie.html>

¹⁴ <http://auto.lapresse.ca/actualites/tesla/201305/31/01-4656418-des-bornes-tesla-montreal-toronto-avant-noel-montreal-quebec-en-2014.php>

Figure 9 – Déploiement des Tesla Motors Superchargers d'ici 2015



5.2.7- La recharge et le froid

Les fabricants indiquent dans leurs spécifications techniques les températures opérationnelles de leurs bornes. Il faut comprendre qu'à des températures extrêmes, bien qu'encore opérationnelles, la capacité de recharge de la borne est altérée pour plusieurs raisons.

La première cause provient de la chimie du pack batteries qui, à une température sous les -10°C , « ralentit » oblige d'augmenter la température du pack pour pouvoir recharger le véhicule. En d'autres termes, à basse température, le courant de charge admissible dans les batteries est fortement réduit pour la protéger d'un phénomène de « plaquage » destructif. Notons cependant, que si un véhicule vient se recharger après avoir roulé, son pack batteries sera encore chaud.

La seconde raison provient des bornes elles-mêmes qui, à une température de -30°C , ont démontré des limites d'opération. Nous avons été informés de cas de bris du connecteur de recharge, ainsi que de l'augmentation de la rigidité du câble à basse température, qui sont des éléments à prendre en considération. Mais ce sont surtout les batteries du véhicule, qui auront de la difficulté à atteindre une température suffisante (environ 0°C) pour une charge rapide à ces températures extrêmement basses. Le temps d'apporter les batteries à une température suffisante pour augmenter la puissance de charge est très long et peut amener à effectuer une « charge rapide » en trois heures.

Par ailleurs, il faut savoir que, dans de bonnes conditions, la recharge rapide s'accomplit habituellement en 30 minutes pour atteindre 80 % à 90% de la charge. Le dernier 20 % se fait très lentement pour rééquilibrer les cellules des batteries. Si on omet de compléter ce dernier 20 %, la capacité des batteries sera, à la longue, altérée, et une partie de la capacité réelle du pack deviendra inutilisable jusqu'à ce qu'une charge lente, permettant l'équilibrage des cellules, soit effectuée. Dans le cas du projet de démonstration, il sera donc important que les chauffeurs de taxi fassent une recharge chez eux, chaque nuit, sur une borne de niveau 2 pour rééquilibrer les batteries.

Notons également que des charges rapides répétées diminuent la durée de vie des batteries. Il est donc important de garder des limites quant au nombre de charges rapides imposées par jour, sous peine de réduire sensiblement la durée de vie des batteries du véhicule.

6 CONFRONTATION DE L'OFFRE TECHNOLOGIQUE AVEC L'ANALYSE DES BESOINS ET DES MODES D'OPÉRATION

Suite à l'analyse des données recueillies et à la revue des véhicules électriques et des systèmes de recharge, une rencontre de travail du comité de direction a eu pour objectif de déterminer quelles options représentaient le plus d'intérêt pour faire partie d'un éventuel projet de démonstration de taxis électriques au Québec.

6.1- Pré-sélection des véhicules électriques et hybrides rechargeables

Les deux tableaux, ci-dessous, qui répertorient l'empattement, le volume du coffre et l'autonomie des véhicules électriques et hybrides rechargeables sélectionnés au chapitre 5, permettent de faire ressortir les véhicules, qui concordent avec les normes légales en vigueur au Québec et les normes particulières de l'aéroport Montréal-Trudeau.

Rappelons qu'au Québec, les véhicules de taxis doivent se prévaloir d'un empattement de 261 cm minimum. Spécialement à l'aéroport Montréal-Trudeau, l'empattement exigé doit être de 271 cm (donc 10 cm de plus qu'ailleurs) et le volume de coffre de 410 litres. Comme il apparaît dans le tableau ci-dessous, la plupart des véhicules électriques répondent à l'empattement réglementaire de 261 cm. Par contre, seule la Tesla se qualifie pour l'aéroport Montréal-Trudeau bénéficiant d'un empattement de 296 cm et d'une capacité de coffre de 500 litres.

Tableau 10 - Correspondance entre les exigences légales et les véhicules électriques sélectionnés

GROUPES TERRITOIRES	Normes légales	Nissan Leaf	Nissan Infiniti LE	Mitsubishi I-Miev	Ford Focus	TESLA Model S	BYD e6	Volkswagen Milano	NISSAN e-NV200
Groupe 1 : Aéroport Trudeau									
Empattement	271 cm	270 cm	270 cm	255 cm	265 cm	296 cm	283 cm	NC	273 cm
Volume coffre	410 L	330 L	NC	168 L	674 L	500 L	385 L	NC	NC
Autonomie (EPA)		121 km	160 km	100 km	122 km	335-426 km	196 km	300 km	160 km
Tous les autres groupes									
Empattement	261 cm	270 cm	270 cm	255 cm	265 cm	296 cm	283 cm	NC	273 cm

Note : les données en italique sont avancées par le constructeur mais n'ont pas été validées en conditions réelles

Légendes : respecte la norme ne respecte pas la norme

GROUPES TERRITOIRES	Normes légales	Mercedes Classe B electric	Chevrolet Spark EV	Volkswagen Golf Blue e-motion	BMW i3	Kia Soul EV	Toyota RAV4 EV	Honda FIT EV	TESLA Model X
Groupe 1 : Aéroport Trudeau									
Empattement	271 cm	270 cm	238 cm	230 cm	257 cm	NC	266 cm	245 cm	306 cm
Volume coffre	410 L	NC	170 L	NC	200 L	NC	1030 L	340 L	500 L
Autonomie (EPA)		200 km	132 km	150 km	130-160 km	200 km	165 km	140 km	322-418 km
Tous les autres groupes									
Empattement	261 cm	270 cm	238 cm	230 cm	257 cm	NC	266 cm	245 cm	306 cm

Note : les données en italique sont avancées par le constructeur mais n'ont pas été validées en conditions réelles

Légendes : respecte la norme ne respecte pas la norme

Tableau 11 - Correspondance entre les normes légales et les véhicules hybrides rechargeables sélectionnés

GROUPES TERRITOIRES	Normes légales	Chevrolet Volt	Ford C-max energi	Ford Fusion Energi	Toyota Prius Plug-in	Honda Accord PHEV	Mitsubishi Outlander PHEV	Volvo V60 Plug-in	BYD Qin
Groupe 1 : Aéroport Trudeau									
Empattement	271 cm	268 cm	265 cm	285 cm	270 cm	270 cm	267 cm	266 cm	NC
Volume coffre	410 l	300 L	544 L	340 L	442 L	442 L	NC	350 L	NC
Autonomie (EPA)		61 km	34 km	34 km	17 km	21 km	60 km	50 km	50 km
Tous les autres groupes									
Empattement	261 cm	268 cm	265 cm	285 cm	270 cm	270 cm	267 cm	266 cm	NC

Note : les données en italique sont avancées par le constructeur mais n'ont pas été validées en conditions réelles

Légendes : respecte la norme ne respecte pas la norme

Avant de procéder aux choix finaux des véhicules, nous avons préalablement écarté certains modèles de véhicules électriques pour les raisons suivantes :

- le véhicule BYDe6 utilise une chimie de batterie brevetée par l'IREQ sans en payer la licence. D'autre part, ce véhicule de fabrication chinoise n'est actuellement pas conforme aux normes nord-américaines;
- la Mitsubishi i-MiEV, la Chevrolet Spark EV et la Honda FIT ont un empattement ainsi qu'un espace arrière insuffisant pour convenir aux besoins d'un taxi;
- la Nissan e-NV200 ainsi que la Volkswagen Milano n'étant qu'à l'étape de concept, nous ne pouvons envisager leur acquisition dans des délais raisonnables;
- la Nissan Infiniti LE, la Mercedes Classe B electric, la BMW i3 et la Tesla Model X sont de futurs véhicules haut de gamme. Ne connaissant ni leur futur prix de vente, ni la date réelle de disponibilité sur le marché canadien, nous ne pouvons les considérer dans le projet pilote;
- le Toyota RAV4 EV aurait été un véhicule particulièrement intéressant pour une application taxi, hélas ce véhicule s'adresse exclusivement au marché californien;
- la Kia Soul EV et la Volkswagen Golf Blue e-motion sont des véhicules annoncés par les manufacturiers. Nous ne disposons d'aucune information précise sur leur date de mise en marché et leurs performances réelles.

Par conséquent, après analyse, nous avons retenu trois modèles de voitures électriques pour assurer le service de transport par taxi :

- la Nissan Leaf, seul véhicule disponible, qui accepte la recharge rapide c.c.;
- la Ford Focus électrique, véhicule comparable à la Nissan Leaf, mais qui n'offre pas l'option de recharge rapide;
- la Tesla Model S, véhicule de luxe, est le seul véhicule électrique, qui répond aux normes de l'aéroport Montréal-Trudeau. Il offre la plus grande autonomie du marché et une recharge rapide particulière.

Sur les neuf véhicules hybrides rechargeables répertoriés, nous avons priorisé les véhicules commercialement disponibles, qui disposaient d'une meilleure autonomie vérifiée (Chevrolet Volt, Ford Cmax Energy, Ford Fusion Energy).

6.2- Matrice de comparaison

Le Tableau 12, ci-dessous, définit par groupe témoin, les avantages et les inconvénients à l'introduction d'un véhicule électrique dans ces environnements et propose la meilleure option de véhicule électrique ou hybride rechargeable, le cas échéant.

Tableau 12 - Catégorisation des options de taxis électriques selon les groupes territoriaux

	GROUPE 1	GROUPE 2	GROUPE 3		GROUPE 4		GROUPE 5	
	Aéroport Trudeau	Île de Montréal	Banlieue de Montréal		Ville de Québec et sa banlieue		Régions du Québec	
			LONGUEUIL		QUÉBEC	LÉVIS	MAGOG	SHERBROOKE
Nombre de quart	2	1	2	1	2	2	1	1
Nombre de km moyen/jour	335 km*	199 km	154 km	173 km	290 km*	342 km*	161 km	171 km
Nombre de km moyen/quart	218 km				173 km	205 km		
Nombre de période d'attente ≥ 20 min.	6	3	7	3	5	5	7	4
Distance moyenne/course	30 km estimé	13 km	14 km estimé	29 km	10 km	28 km	13 km	7 km
Avantages	Haute visibilité Poste d'attente fixe	Visibilité	Beaucoup d'arrêts Peu de distance Poste d'attente fixe Beaucoup de ralenti		Visibilité		Poste fixe Beaucoup d'arrêts Petites courses	
Inconvénients	2 quarts Longues distances	pas de poste fixe Peu de temps d'attente Acceptabilité difficile	2 quarts	Peu de temps d'attente Taxi collectif	2 quarts pas viable Pentes prononcées		Aucun	Pentes prononcées Peu de temps d'attente
Proposition VÉ	Tesla Model S	Nissan Leaf	Nissan Leaf Chevrolet Volt Ford C-max		Nissan Leaf		Ford Focus	Nissan Leaf
Proposition borne	Borne de recharge Tesla	Recharge rapide	Recharge rapide Recharge niveau 2		Recharge rapide		Recharge niveau 2	Recharge rapide
* 2 quarts de travail (2 conducteurs)								

Groupe 1 : l'aéroport de Montréal

Le véhicule témoin était utilisé pendant deux quarts de travail et roulait en moyenne 335 km par jour dont 220 km pour le quart principal. Le taxi effectuait en moyenne 6 périodes d'attente quotidienne de plus de 20 minutes à l'aire de débarquement de l'aéroport, ce qui offre la possibilité d'effectuer une recharge rapide. Il serait cependant nécessaire de considérer un nouveau système pour que le véhicule puisse se brancher pendant l'attente sans perdre son tour. Des discussions devront être entreprises avec l'aéroport afin de trouver une solution.

Dans ce cas étudié, la distance journalière parcourue est trop significative pour l'utilisation d'un véhicule électrique tel que la Nissan Leaf. En effet, avec 120 km d'autonomie, il faudrait de deux à trois recharges rapides par jour, ce qui réduirait sensiblement la durée de vie du véhicule. La seule solution envisageable est donc de choisir un véhicule avec une grande autonomie.

La Tesla Model S est le véhicule électrique commercialement disponible disposant de la plus grande autonomie soit de 335 à 448 km selon la capacité de batteries choisies. Disposant de plusieurs possibilités de recharge lors des temps d'attente, la Tesla model S pourrait être rechargée à l'aéroport au moyen de la borne double chargeur à 20 kW pour s'assurer de ne pas manquer d'énergie, notamment en période hivernale.

La Tesla Model S est également le seul véhicule électrique, qui répond aux critères réglementaires avec son empattement de 295 cm et son volume de coffre à 500 litres.

L'aéroport Montréal-Trudeau étant la porte d'entrée au Québec, ce véhicule haut de gamme offrirait une très belle visibilité. Son prix élevé pourrait se justifier par sa classification en taxi limousine. L'avantage du service de limousine est qu'une grande partie des trajets de la flotte de limousine est connue à l'avance et il serait donc possible d'affecter aux taxis électriques des trajets, qui correspondent à son autonomie.

Groupe 2 : l'île de Montréal

Le véhicule témoin était utilisé sur un quart de travail et roulait en moyenne 200 km par jour. Le taxi effectuait en moyenne 3 périodes d'attente de plus de 20 minutes par jour, incluant la nuit, ce qui est trop peu pour effectuer des recharges de niveau 2 efficaces sur le quart de travail, d'autant plus que les taxis, qui circulent sur l'île de Montréal reviennent rarement au même poste d'attente.

En raison du peu de temps d'attente et de l'importante distance journalière parcourue, le groupe 2 démontre une plus grande difficulté d'introduction de véhicules électriques. Cependant, il est difficilement pensable d'exclure Montréal d'un futur projet pilote puisqu'on y retrouve le plus grand nombre de véhicules de taxi au Québec. Il y aurait plutôt lieu d'élaborer des « conditions gagnantes » en choisissant avec soin des profils de chauffeurs, qui seraient en meilleure adéquation avec les contraintes d'autonomie imposées par le véhicule électrique.

Ainsi, nous proposons d'introduire deux Nissan Leaf accompagnées d'un poste de charge rapide pour maximiser le potentiel de réussite de la démonstration. Nous veillerons à choisir un emplacement stratégique pour l'installation des bornes de recharges.

Groupe 3 : banlieue de Montréal

Deux véhicules témoins ont été instrumentés, l'un étant une berline, l'autre une mini-fourgonnette, qui offrait du transport collectif. On constate dans les deux cas, que la distance moyenne parcourue quotidiennement est d'environ 160 km. Le premier véhicule témoin effectuant des courses classiques effectuait en moyenne 7 périodes d'arrêt de plus de 20 minutes par jour.

Le profil étudié permet d'envisager l'implantation de voitures électriques, d'autant que les taxis ont un poste fixe au métro de Longueuil qui serait une place idéale pour installer une borne de recharge rapide. La Nissan Leaf est le véhicule proposé, étant le seul adéquat pour offrir la recharge rapide.

De plus, la banlieue sud semble être un bon secteur pour expérimenter les véhicules hybrides rechargeables du fait que nos données ont mis en évidence un temps au ralenti significatif au poste d'attente où les véhicules fonctionnent seulement pour réchauffer ou refroidir l'habitacle. Dans ce cas, nous prévoyons que des recharges partielles sur des bornes de niveau 2 puissent se faire pendant ces périodes d'arrêt pour augmenter le plus possible l'autonomie du véhicule en mode électrique.

Deux véhicules hybrides rechargeables sont proposés pour être mis à l'essai : la Chevrolet Volt et la Ford C-max energi, afin de les comparer et d'évaluer leur rendement. Sur les trois véhicules hybrides rechargeables présélectionnés, nous avons préféré la Ford C-max energi à la Ford Fusion, puisqu'elle est moins chère et dispose d'un plus grand coffre.

Groupe 4 : ville de Québec et sa banlieue

Les deux véhicules témoins effectuaient chacun deux quarts de travail et leur distance moyenne était respectivement de 290 et 342 km, ce qui est relativement élevé. Cinq périodes d'attente quotidiennes de plus de 20 minutes ont été relevées pendant la période d'instrumentation.

Nous constatons que les données recueillies ressemblent à celles de Montréal, avec en moyenne deux périodes d'attente supplémentaires par jour, ce qui est favorable à la recharge rapide. Par contre, la topographie particulière de la ville de Québec avec ses côtes abruptes sera une difficulté supplémentaire pour les véhicules électriques.

La ville de Québec étant un endroit stratégique, nous veillerons donc à cibler un chauffeur de taxi dont le parcours habituel conviendrait à l'usage d'un véhicule électrique. Le comité a donc choisi d'introduire deux Nissan Leaf avec recharge rapide pour la ville de Québec.

Groupe 5 : régions du Québec

Deux véhicules témoins ont été instrumentés pour représenter les régions du Québec avec une configuration topographique différente, soit une région au profil généralement plat et une région plus vallonnée. Les deux véhicules circulaient en moyenne 165 km par jour. Le véhicule de Magog a effectué en moyenne 7 arrêts prolongés et 4 arrêts pour celui de Sherbrooke.

La ville de Magog représente un profil idéal, puisque le taxi parcourt peu de distance journalière, s'arrête souvent à un poste d'attente fixe et effectue de petites courses. La recharge de niveau 2 étant jugée suffisante, le comité a suggéré d'intégrer la Ford Focus électrique afin de diversifier la gamme de véhicules. Par contre, pour la ville de Sherbrooke, ayant moins de temps d'attente et au relief plus vallonné, le choix d'une Nissan Leaf avec recharge rapide serait plus conseillé.

7 CONCLUSIONS

La revue des projets de taxis électriques dans le monde a fait ressortir une croissance exponentielle de ce type d'initiatives depuis 2009, projets principalement financé,s par des fonds gouvernementaux, mais dont la plupart n'ont pas été documentés sur une base scientifique.

Par ailleurs, une étude récente de la firme anglaise IDTechEx relate que le marché du taxi électrique est bel et bien en pleine expansion et anticipe un déploiement de 345 000 taxis électriques (incluant des petits véhicules à 2 et 3 roues) dans le monde pour 2017, avec la Chine en chef de file¹⁵. Cet engouement s'explique par le fait que l'électrification des taxis représente un fort potentiel de réduction des GES, compte tenu du nombre considérable de kilomètres parcourus annuellement par cette industrie. Il est donc aussi intéressant pour le Québec d'envisager l'implantation de taxis électriques d'autant que l'énergie hydroélectrique est une énergie renouvelable.

La mise en place d'un projet de démonstration s'inscrit bien dans le Plan d'action 2011-2020 sur les véhicules électriques, qui vise notamment à améliorer l'efficacité énergétique du parc de véhicules de taxis en soutenant l'électrification de ce mode de transport. L'industrie du taxi, de part sa visibilité remarquable est de toute évidence un bon vecteur et une bonne promotion pour sensibiliser la population à l'acquisition de véhicules électriques.

En faisant une adéquation entre les besoins exigés par les différents groupes de chauffeurs de taxi et les options technologiques envisageables, l'étude a révélé des différences notables entre les cinq groupes territoires reflétant le fait que ces groupes (aéroport Montréal – Montréal – Banlieue de Montréal – Québec et banlieue – Autres régions) avaient été composés judicieusement pour être représentatifs de la variété des milieux du Québec.

Il faudra envisager le déploiement de multiples solutions aussi bien dans le choix des véhicules que dans les systèmes de recharge pour permettre un déploiement efficace sur le plan logistique et économique. Dix véhicules de cinq marques différentes, soit trois véhicules électriques, la Tesla model S, la Nissan Leaf, la Ford Focus et deux hybrides rechargeables, la Chevrolet Volt et la Ford C-max energi ont été retenus. La Nissan Leaf se retrouve dans plusieurs groupes territoires, étant le seul véhicule à pouvoir utiliser la recharge rapide tout en répondant aux requis techniques adéquats pour un taxi. La Tesla model S est le seul véhicule électrique disponible commercialement qui répond aux exigences de l'aéroport international de Montréal-Trudeau. Le prix élevé de ce véhicule pourrait se justifier par sa classification en taxi limousine.

Le déploiement de taxis électriques n'est envisageable que dans la mesure où il existe une infrastructure de recharge explicitement dédiée aux taxis. Des bornes de recharge devront être installées à des endroits stratégiques et en continuité de l'offre de transport en commun, notamment aux gares de train, de stations de métro et d'autobus. L'étude a également démontré le besoin en recharge rapide à plusieurs

¹⁵ 345,000 e-taxis to be made in 2017, by Dr Peter Harrop, Chairman, IDTechEx

endroits. Cependant, la fiabilité de cette technologie, peu testée au Québec en conditions réelles, sera un aspect critique d'un futur projet de démonstration de taxis électriques opérant en conditions hivernales extrêmes.

Au-delà du fait que l'étude sur le terrain a laissé entrevoir une industrie conservatrice, le projet a suscité un réel intérêt auprès des participants et des représentants de l'industrie du taxi. L'intégration de véhicules électriques dans le cadre d'un éventuel projet de démonstration nécessitera des efforts coordonnés, notamment à Montréal et à Québec, où des « conditions gagnantes » devront être élaborées pour faciliter la tenue d'un projet de démonstration. Le profil des régions est apparu favorable à l'implantation de taxis électriques.

8 RECOMMANDATIONS

Sur la base des résultats obtenus dans l'étude de faisabilité, le comité recommande de mettre sur pied un projet de démonstration de taxis électriques afin de profiter de la conjoncture favorable et de l'engouement que l'étude a suscité auprès de l'industrie du taxi.

Il est conseillé de conserver une diversité, tant au niveau régional qu'au niveau de l'offre de véhicules ou des infrastructures de recharge, afin de garantir l'implantation d'une offre de taxis électriques à grande échelle.

Il est important que le projet de démonstration se réalise avec la même approche et rigueur scientifique que l'étude de faisabilité, tout en offrant une large visibilité au projet.

9 MISE EN ŒUVRE D'UN PROJET DE DÉMONSTRATION DE TAXIS ÉLECTRIQUES AU QUÉBEC

Tout au long de l'étude de faisabilité, l'équipe de projet a été en étroite relation avec différents intervenants de l'industrie du taxi au Québec. Néanmoins, un travail préparatoire pour la mise en œuvre du projet de démonstration de taxis électriques sera nécessaire.

Le projet consiste à mettre sur pied un projet de démonstration de taxis électriques dans plusieurs villes du Québec pendant une période d'un an. La proposition serait d'acheter ou de louer dix véhicules électriques de cinq marques différentes, chacun dédié à des chauffeurs uniques scrupuleusement sélectionnés en fonction de critères mis en évidence dans l'étude de faisabilité. Ces véhicules seront opérés dans les mêmes cinq groupes territoriaux que l'étude de faisabilité. Montréal et Québec seront des territoires incontournables puisqu'ils représentent la plus grande offre de service par taxi au Québec. En ce qui concerne les régions, il sera possible que les lieux varient selon l'intérêt des municipalités à participer au projet. Une infrastructure de recharge combinant une recharge de niveau 2 et une recharge rapide de différentes marques devra être installée à des endroits stratégiques.

Ce projet sera géré par trois comités : un comité de direction, un comité technique et un comité de communication, composés du promoteur, des différents partenaires financiers et du gestionnaire de projet.

Le programme scientifique constituant la pièce maîtresse du projet combinera un volet technique où les véhicules instrumentés permettront une analyse quantitative tout au long du projet, ainsi qu'un volet comportemental afin de considérer les aspects qualitatifs humains nécessaires pour offrir un service de transport par taxi.

Un important programme de communication visera à sensibiliser la clientèle, l'industrie du taxi et la population en général aux avantages et aux particularités des véhicules électriques. Le comité communication veillera à faire la promotion du projet notamment à se doter d'une signature visuelle et mettre en place différents outils de communication et activités de sensibilisation.

9.1- Objectifs du projet

Ce projet aura pour objectif d'évaluer la viabilité d'utiliser des véhicules électriques comme taxi au Québec, considérant la rigueur du climat et les spécificités intrinsèques à l'industrie du taxi au Québec. Le projet vise également des objectifs environnementaux, techniques et économiques :

- évaluer les impacts environnementaux des véhicules électriques utilisés;
- évaluer les coûts d'opération d'un taxi électrique en comparaison à un taxi conventionnel;
- tester les performances des voitures électriques en regard des besoins de l'industrie du taxi et ce, dans les conditions climatiques du Québec;
- comparer les performances et la durée de vie des batteries des différentes marques de voitures électriques en utilisation « commerciale »;

- comparer et évaluer les systèmes de recharge de différentes marques ainsi que leurs performances, notamment en conditions hivernales;
- évaluer la rentabilité d'opérer des taxis électriques dans diverses régions et conditions d'opérations disparates;
- connaître l'intérêt des compagnies de taxis à utiliser un tel véhicule et à quelles conditions;
- familiariser et encourager les compagnies de taxis à l'utilisation de la voiture électrique;
- sensibiliser la population à utiliser des véhicules électriques.

9.2- Partenaires et commanditaires

Le CPCDIT, à titre de promoteur principal du projet s'engagerait à présenter une demande pour la réalisation d'une phase de démonstration de taxis électriques en conditions réelles d'utilisation. Son rôle serait de faire le lien avec les compagnies membres du CPCDIT, de les sensibiliser à participer à cette expérience avec constance et d'être en contact avec elles tout au long du projet afin de s'assurer de leur bonne coopération.

Le ministère des Transports du Québec, le ministère des Ressources naturelles et Hydro-Québec, déjà engagés dans la phase préliminaire du projet seront approchés pour participer au financement de la phase de démonstration. Par ailleurs, nous pensons solliciter les municipalités à participer à l'implantation de l'infrastructure de recharge sur leur territoire respectif.

Les manufacturiers de véhicules, les fournisseurs de bornes de recharge et de logiciels d'acquisition de données pourront également participer au projet à titre de commanditaires.

9.3- Structure organisationnelle

La coordination du projet sera confiée à l'ITAQ, qui veillera à la réalisation d'un travail d'équipe entre le CPCDIT, les partenaires financiers, et les commanditaires. Fort de son expertise dans le domaine des véhicules électriques, l'ITAQ sera en charge du volet technique et de la formation auprès des chauffeurs.

9.3.1- Comité de direction

Le comité de direction sera constitué d'un représentant des partenaires promoteurs et financiers. Le comité veillera aux grandes orientations, prendra les décisions stratégiques et supervisera la gestion administrative et financière du projet de façon à atteindre les objectifs fixés par le projet.

9.3.2- Comité technique

Le comité technique sera constitué d'un représentant technique des partenaires, d'un ingénieur de l'ITAQ responsable de l'étude technique, d'un consultant en transport par taxi. Le comité fournira les outils nécessaires pour atteindre les objectifs techniques de l'étude.

9.3.3- Comité communication

Le comité communication sera constitué des responsables des communications de chacun des partenaires participants et se rencontrera ponctuellement selon les besoins afin d'assurer la visibilité du projet et de ses partenaires.

9.4- Programme d'études scientifiques

Le programme d'études scientifiques, comprenant un volet technique et un volet comportemental, a pour but :

- d'évaluer la fiabilité, l'efficacité et la rentabilité des véhicules électriques et de l'infrastructure de recharge en place selon les conditions normales d'utilisation des chauffeurs de taxi en milieu nordique;
- de considérer les besoins de l'industrie du taxi et de proposer des solutions opérationnelles pour assurer un service de transport par taxi électrique;
- d'évaluer les impacts environnementaux des véhicules électriques;
- d'évaluer les réactions et la satisfaction des utilisateurs (chauffeurs et clients).

9.4.1- Le volet technique

Les véhicules électriques seront instrumentés et les données recueillies mensuellement pendant toute la durée du projet à l'aide d'un logiciel, qui analyse et compare l'utilisation d'un véhicule électrique par rapport à un véhicule conventionnel du même type

À partir des données, il est envisagé de documenter la rentabilité des véhicules électriques pour une flotte de taxis, en considérant les coûts d'exploitation et en les comparant à des véhicules utilisés habituellement.

Une attention particulière sera apportée à l'infrastructure de recharge, notamment à la recharge rapide, qui a peu été documentée jusqu'à aujourd'hui. Nous opterons pour les bornes offrant de la télémétrie, qui enregistrent toutes les données de recharge en temps réel. Pour les bornes installées à domicile, on pourra se fier à l'instrumentation du véhicule pour connaître les temps et les heures de recharge afin de connaître les cycles d'utilisation des taxis en conditions réelles.

9.4.2- Le volet comportemental

Ce volet vise à étudier les comportements des utilisateurs face à une nouvelle technologie et à évaluer leur besoin et leur capacité d'adaptation.

Pour réaliser cette partie plus qualitative, nous développerons une méthodologie, qui consistera à prendre le pouls des utilisateurs (chauffeurs et clients) à des moments précis du projet. L'évaluation se fera au moyen de rencontres avec les utilisateurs et par le biais des médias sociaux. Nous croyons que cette portion relationnelle est capitale pour assurer le succès futur d'une intégration à grande échelle. Afin d'avoir l'attention optimale des chauffeurs de taxi, dont les courses sont sources de revenus, il sera nécessaire de les dédommager de pertes de profit si cela se produit.

9.5 Programme de communication

Une stratégie de communication sera déployée avec les conseillers en communication des différents organismes partenaires qui formeront le comité de communication.

L'objectif étant de faire connaître ce projet, non seulement au Québec, mais également sur la scène internationale, le site Web, les lettres d'information, ainsi que la version publique du rapport final seront traduits en anglais.

9.5.1- Outils de promotion et de sensibilisation

Signature visuelle

IL est proposé que le projet se dote d'une signature visuelle, qui sera utilisée sur les véhicules et les bornes afin d'offrir une plus grande visibilité. Pour ce faire, des discussions avec le BTRVM devront être entreprises afin de permettre des logos/identifications visuelles sur les véhicules circulant sur l'île de Montréal puisque présentement, la réglementation en vigueur l'interdit.

Site Internet

La production d'un site Internet visera à informer la première clientèle ciblée soit l'industrie du taxi du Québec, mais également la population, qui pourront s'exprimer sur le projet par le biais des médias sociaux.

Lettre d'information

Des lettres d'information seront mises en ligne régulièrement et envoyées à un lectorat sélectionné.

9.5.2- Activités de sensibilisation et de relations publiques

Conférences de presse

Une conférence de presse se tiendra dans chacune des villes participantes. Des journalistes pourront, par exemple, être invités à essayer les taxis électriques et à faire part de leur expérience.

Activités de sensibilisation

Plusieurs activités pourront être déployées tant auprès des chauffeurs de taxi que des clients et du grand public, notamment en réunissant les chauffeurs de taxi électriques et les autres chauffeurs. On pourrait également envisager d'offrir des courses gratuites en taxis électriques à des périodes précises.

9.6 Conditions gagnantes

Afin d'assurer la participation des chauffeurs de taxis, nous recommandons d'offrir une formation spécifique et une compensation financière, ou autre alternative de dédommagement, aux chauffeurs de taxi, qui se prêteront aux aléas du projet pilote et aux risques de pertes de profits, surtout pendant la période hivernale.

Dans le même ordre d'idée, nous préconisons dans le projet de démonstration une période de rodage pour que les véhicules et les bornes de recharge soient testés en conditions réelles avant d'être mis entre les mains des compagnies de taxis, afin d'éviter toute frustration et de bien démarrer le projet.

Par ailleurs pendant la période préparatoire, une attention particulière sera apportée au choix des taxis participants en définissant des critères de sélection à savoir leur motivation, leur rayon de déplacement, effectuant un seul quart de travail et ayant des arrêts à un poste fixe pour effectuer une ou plusieurs recharges partielles.

Advenant où un assouplissement des exigences de l'aéroport Montréal-Trudeau pourrait être envisagé, cela permettrait éventuellement l'ajout ou le remplacement de certains véhicules électriques.

Étant donné que les véhicules seront mis à rude épreuve par rapport à l'utilisation d'un particulier, il sera important de prévoir une assistance technique sans faille pour répondre rapidement à toute panne.

9.7- Calendrier de réalisation prévisionnel

La durée du projet pilote envisagée sera d'un an soit du mois d'avril 2014 à mars 2015, ce qui permettrait de tester les véhicules et la recharge en période hivernale ainsi que l'impact de la climatisation en été. Une phase préparatoire de mise sur pied du projet évaluée à 6 mois, pourra commencer d'octobre 2013 à mars 2014. Une période de minimum trois mois sera nécessaire pour la rédaction et la diffusion du rapport final.

Tableau 13 - Calendrier de réalisation prévisionnel

	2013			2014												2015					
Activités	Oct	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Nov	Déc	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	
Phase préparatoire																					
Programme d'étude scientifique																					
Programme de communication																					
Rédaction et diffision du rapport																					

9.8- Budget prévisionnel

Un budget prévisionnel préliminaire d'une valeur de 1,6 million a été estimé pour la réalisation de ce projet pilote d'envergure nationale.

Tableau 14 - Budget total prévisionnel

DÉPENSES	\$
1- Phase préparatoire	1 180 000 \$
2- Le programme d'études scientifiques	140 000 \$
3- Le programme de communication	145 000 \$
4- Gestion et coordination	135 000 \$
TOTAL	1 600 000 \$

- 1- La phase préparatoire comprend l'acquisition de 10 véhicules, 9 bornes de recharge publiques et 10 bornes à domicile, de la formation, de l'instrumentation et les honoraires professionnels.
- 2- Le programme d'études scientifiques comprend l'analyse des données et de l'évaluation comportementale pendant un an et les honoraires professionnels.
- 3- Le programme de communication comprend les outils de communication, incluant le site Internet, les activités de promotion et les honoraires professionnels.
- 4- La gestion et coordination comprend un fonds de réserve pour les chauffeurs de taxi, la rédaction du rapport final, l'imprimerie et honoraires professionnels.

Le tableau 15 ci-dessous présente les coûts pour l'achat des véhicules et des bornes de recharge uniquement, estimés à un montant de 1 050 650 \$. Ils ne comprennent pas les rabais gouvernementaux. Dans ce calcul, un coût estimatif de 40 000 \$ pour l'installation de chacune des bornes publiques a été prévu. Or, il est envisagé d'impliquer les municipalités dans l'installation des bornes sur leur territoire et qu'elles absorbent une partie ou la totalité des frais inhérents. Les bornes pourraient éventuellement être fournies gratuitement par les fournisseurs qui deviendraient partenaires du projet. Toutes ces éventualités seront négociées dans le cas où le projet pilote suscite un intérêt.

Tableau 15 - Budget prévisionnel pour l'achat des VÉ et des bornes

Groupes	Lieu	Marque	Nombre véhicules	Prix estimatif	Nombre de bornes publiques	Marque	Prix estimatif borne publique installée	Nombre de bornes domicile (niveau 2)	Marque	Prix estimatif installée
1	Aéroport	Tesla model S	1	80 000 \$	1	Tesla borne 20 kW	40 000 \$	1	Tesla borne niveau 2	5 000 \$
2	Montréal	Nissan Leaf	2	80 000 \$	1	Schneider recharge rapide	84 000 \$	1	Schneider	2 700 \$
					1	Eaton recharge rapide	114 000 \$	1	Eaton	6 550 \$
3	Banlieue de Montréal	Nissan Leaf	1	40 000 \$	1	Fuji Electric recharge rapide	68 000 \$	1	Aerovironment	2 500 \$
		Chevrolet Volt	1	42 000 \$	1	Gridbot niveau 2 double	14 600 \$	1	Gridbot	4 400 \$
		Ford C-Max	1	30 000 \$				1	Gridbot	4 400 \$
4	Québec et proche banlieue	Nissan Leaf	2	80 000 \$	2	Gridbot recharge rapide	116 000 \$	2	Add Energy	13 900 \$
5	Régions	Ford Focus	1	43 000 \$	1	Chargepoint niveau 2	15 800 \$	1	Chargepoint	6 800 \$
		Nissan Leaf	1	40 000 \$	1	Schneider recharge rapide	114 000 \$	1	Sun country highway	3 000 \$
		Sous-total	10	435 000 \$	9		566 400 \$	10		49 250 \$
		TOTAL	1 050 650 \$							

ANNEXE 1

Projets de taxis électriques dans le monde

1- EN ASIE

Tout d'abord, précisons que la Chine compte le plus grand nombre de taxis électriques au monde, dont la seule ville de Shenzhen en dénombre 800 à ce jour. À la fin 2012, 443 stations de recharge publiques dénombrent plus de 18 000 bornes étaient répertoriées. Et de nouvelles stations ne cessent d'être annoncées dans les plus grandes villes du pays¹⁶.

Shenzhen, Chine

Shenzhen est la première ville ayant mis en place une flotte de taxis électriques. Tous les taxis électriques sont la propriété de Pengsheng Electric Taxi Co, appartenant à Shenzhen Bus Group et BYD Automobile Co, qui détiennent respectivement 55 % et 45 % des parts.

Au printemps 2013, 800 taxis électriques sont en opération à Shenzhen, ce qui est trois fois plus qu'en 2011. Pour 2014, il est prévu d'augmenter le nombre à 2 200 taxis électriques.

Les voitures électriques utilisées dans cette expérience sont des BYD e6 à 5 places, leur vitesse de pointe est de 140 km/h.

Un an après le lancement de ce projet, BYD avait annoncé les premiers résultats. D'après BYD, les taxis électriques de la ville chinoise de Shenzhen avaient parcouru en tout 2,77 millions de kilomètres, ce qui représente plus de 50 000 kilomètres par véhicule et permet d'économiser plus d'un million de kilogrammes de dioxyde de carbone pour un an de service. BYD a ajouté que les BYD e6 ont résisté aux intempéries hiver comme été et que ce projet prouve que leurs voitures électriques peuvent s'intégrer à la circulation dense des centres-villes des grandes métropoles.

Pour le client, utiliser des taxis électriques revient moins cher puisqu'il est exempté de la surtaxe d'essence de 3 RMB (0,50 \$ CA). Les chauffeurs économisent également puisqu'un véhicule électrique coûte 0,2 RMB (0,03 \$ CA) par km comparé à 0,8 RMB (0,013 \$ CA) pour un véhicule taxi conventionnel, soit 4 fois moins cher.

L'infrastructure de recharge se compose de 216 bornes de recharge ce qui correspond à un ratio d'une borne pour 4 taxis. Puisqu'un taxi parcourt une distance journalière comprise entre 360 et 500 km, et que la voiture BYD e6 dispose, en conditions réelles, d'une autonomie d'environ 200 km, il faut prévoir des recharges au cours de la journée. Ainsi, 2 à 3 arrêts par jour sont donc nécessaires pour recharger le véhicule, qui se fait en 40 minutes par recharge rapide. Ainsi, les chauffeurs doivent attendre entre une et deux heures par jour selon le rapport de projet¹⁷. De plus, les



Station de recharge pour VÉ



Les taxis électriques BYD e6 à Shenzhen

¹⁷ China EV Charging Station Market Report, 2012-2013, June 2013 : <http://www.reportsnreports.com/reports/256519-china-ev-charging-station-market-report-2012-2013.htm>

localisations de recharge étant en majorité situées en dehors de la ville, cela occasionne une contrainte supplémentaire pour les chauffeurs.

Hangzhou, Chine

Après la ville de Shenzhen, Hangzhou fût la deuxième ville à tester des taxis 100 % électriques. En janvier 2011, la ville a reçu 30 taxis électriques, 15 Langyue EV du constructeur chinois Zotye et 15 Freema EV du constructeur chinois Haima. La ville prévoit ajouter 300 taxis électriques à l'été 2013¹⁸.



Les deux marques de voitures électriques possèdent 5 places et elles peuvent atteindre une vitesse maximale de 90 km/h.

Les batteries utilisées sur ses voitures sont des batteries Lithium-Fer-Phosphate (LiFePO₄) du même type que celles utilisées sur la BYD e6.

La ville compte 10 stations de recharge et d'échange de batteries en service.

Pékin, Chine

En mars 2011, Pékin rejoint les 2 villes chinoises Shenzhen, Hangzhou et lance sa première flotte de 50 taxis électriques.

La voiture électrique utilisée lors de cet essai est le Midi EV du constructeur chinois Foton Auto. Ces voitures ont une vitesse de pointe de 160 km/h. Elles utilisent des batteries LiFePO₄ d'une autonomie combinée entre 150 et 200 km et peuvent être rechargées à 70 % dans 30 minutes.

Pour attirer plus de passagers, les prix commencent à 5 yuans (0.78 CAD), soit la moitié du prix habituel.

À l'heure actuelle, il existe un centre de station de recharges équipées de recharge rapide pour les 50 taxis et ces taxis servent un seul arrondissement de la ville.



¹⁸Hangzhou to add another 300 e-taxis, China automotive Review, mars 2013 : <http://chinaautoreview.com/pub/CARArticle.aspx?ID=8593>

Hong-Kong, Chine

En mai 2013, Hong Kong fait le lancement de son projet de taxis électriques dans le but de réduire l'importante pollution de cette mégapole du sud de la Chine de 7 millions d'habitants¹⁹.

Les 45 voitures rouges du constructeur chinois de voitures électriques BYD seront testées pendant 6 mois. Selon l'Association des taxis, outre ses bénéfices écologiques, le taxi électrique devrait coûter moins cher à faire fonctionner, revenant quatre fois moins cher qu'un taxi à essence.

L'association a appelé les autorités à mettre en place plus de bornes de recharge. BYD a annoncé l'installation de 47 bornes situées en 9 endroits. Le gouvernement local a annoncé l'an dernier, pour la première fois depuis 25 ans, vouloir diminuer la pollution, responsable selon une étude de l'université de Hong Kong, de plus de 3 000 morts par an.



Le taxi BYD e6 à Hong Kong

Tokyo, Japon

Tokyo compte le plus grand nombre de taxis au monde avec ses 60 000 véhicules²⁰.

En mars 2010, la société japonaise Hinomaru Limousine a introduit les 2 premiers taxis électriques de Tokyo. La voiture utilisée par la société des taxis est la Mitsubishi i-MiEV qui a une vitesse de pointe de 130 km/h et une autonomie d'environ 120 km.

Puis, en avril 2010, Nihon Kotsu la principale compagnie de taxis, en partenariat avec le ministère de l'Économie, du Commerce et de l'Industrie (MECI) et Better Place ont lancé un projet de taxis électriques dans la capitale. Trois Nissan Dualis (Quashqai) avec batteries interchangeables ont été converties en taxis électriques par une équipe de Nissan et la compagnie Better Place.

La Nissan Dualis électrique a une vitesse de pointe de 130 km/h. Les batteries utilisées sont des batteries lithium-ion fournies par « A123 Systems » et ont une autonomie d'environ 250 km. Ces batteries peuvent être rechargées comme toutes les autres voitures électriques mais l'innovation réside dans le fait que ces batteries sont aussi interchangeables. Le remplacement des batteries se fait en moins de cinq minutes par un système robotisé (Better Place) qui peut procéder à l'échange de batteries de manière quasi continue.



Le taxi électrique Mitsubishi iMiEV à Tokyo



Le taxi électrique Nissan Dualis à Tokyo

¹⁹ Hong Kong lance ses premiers taxis électriques, Caroline Albert, 21 mai 2013 : <http://www.7sur7.be/7s7/fr/2666/Ma-Vie-En-Vert/article/detail/1635460/2013/05/21/Hong-Kong-lance-ses-premiers-taxis-electriques.dhtml>

²⁰ Better Place Lance les Taxis Électriques à Batterie Échangeable à Tokyo, mars 2010 : <http://www.taxisverts.be/blog/vert/better-place-lance-les-taxis-electriques-a-batterie-echangeable-a-tokyo/>

2- EN EUROPE

Zurich, Suisse

Une flotte de 10 taxis Nissan LEAF circulera dans les rues de Zurich à l'été 2013, tandis qu'une dizaine d'autres seront ajoutés plus tard. D'ici 2015, l'objectif est d'avoir 15 % de la flotte qui roule électrique. À cette fin, un réseau de stations de recharge rapide sera développé de sorte que les batteries du taxi électrique puissent être rechargées de 30 à 80 % de leur capacité rapidement.

Helsinki, Finlande

Le premier taxi électrique au pays a été mis en opération à l'aéroport d'Helsinki-Vantaa le 5 mai 2009, en collaboration avec Fortum, compagnie d'électricité et la compagnie de taxis Seppo Rosvall.

Londres, Grande-Bretagne

La société de taxis anglaise Greentomatocars dispose d'une flotte de 300 taxis écoénergétiques, dont une cinquantaine sont entièrement électriques. En octobre 2012, Greentomatocars a signé un accord avec le constructeur chinois BYD²¹ pour acheter 50 BYD e6 qui devaient être en opération en juin 2013, mais selon les dernières annonces, leur arrivée a été repoussée pour manque d'infrastructures en place²².

Par ailleurs, développé par le consortium ZyteK, Valence Technology, Penso et Mercedes Benz, le premier prototype du taxi Vito électrique serait prêt à débiter ses tests à Londres. Capable d'embarquer jusqu'à 6 passagers, le taxi Mercedes Benz E-Vito utilise un moteur électrique 70 kW, signé ZyteK, capable de propulser le véhicule jusqu'à 120 km/h. Le pack batteries li-ion de 35 kWh, fournit par Valence offre une autonomie maximale de 190 km.



BYD e6 prévu à Londres

Paris, France

La société du taxi électrique parisien (STEP), fondée en décembre 2009, se prépare pour lancer un projet de taxis 100 % électriques²³.

La STEP propose 200 Citroën C-Zéro 100 % électrique. La Citroën C-Zéro peut atteindre une vitesse maximale de 130 km/h, elle utilise des batteries Lithium-ion d'une autonomie combinée de 150 km et peut être rechargées à 80 % en 30 minutes.

La STEP déploie ses propres moyens pour mettre en place des points de recharge de batteries pour ses taxis. Ils ont choisi d'utiliser des chargeurs rapides CC CHAdeMO.



Le taxi électrique Citroën C-Zéro prévu pour Paris

²¹ <http://www.greentomatocars.com/on-the-vine/greentomatocars-and-byd-to-debut-50-pure-electric-vehicles-in-2013/>

²² <http://insideevs.com/heard-this-one-before-byd-e6-taxi-fleet-in-london-delayed-due-to-lack-of-charging-infrastructure/>

²³ Des Taxis Verts à Paris, avril 2010 : <http://www.taxisverts.be/blog/vert/des-taxis-verts-a-paris/>

Après un appel, en février 2013, auprès de monsieur Mathieu Gardies, fondateur de la STEP, nous avons obtenu les informations suivantes, qui sont encore confidentielles à cette étape. Le projet est en développement depuis 2009.

Contrairement à la plupart des expériences mondiales, il n'est pas question ici de mettre sur pied un projet pilote, mais bien de suivre un plan d'affaires commercial en innovant vers un nouveau concept de compagnie de taxis purement électrique. Le principe consiste à diminuer le risque encourus par les compagnies indépendantes d'opérer un taxi électrique et de minimiser les coûts d'opération.

La démarche de la STEP est d'opérer une compagnie de taxis qui emploie des salariés. Dans cette optique, le chauffeur de taxi ne paierait pas la recharge, ni les coûts d'opération qui seraient complètement assumés par la STEP. Les licences seraient mutualisées, ainsi trois chauffeurs pourront opérer sur la même licence. Le milieu du taxi à Paris étant un milieu fortement réglementé, il est ardu de changer les règles, et les démarches sont donc longues et difficiles. Il a fallu, par exemple, 15 mois pour obtenir une dérogation temporaire auprès de la préfecture de Police pour faire accepter une réduction de l'empattement du véhicule et de la capacité du coffre.

Dans un court terme, la STEP vise à louer un minimum de 200 véhicules pour 2014, puisque la centrale sera plus efficace avec un nombre notable de véhicules en opération. Elle vise commencer avec la Citroën C-Zéro (qui est une version française de la Mitsubishi i-MiEV), puisque c'est pour le moment le seul fabricant à honorer les garanties pour une opération de 130 000 km/an avec un profil de recharge rapide.

À moyen terme, la STEP souhaiterait ajouter des véhicules plus volumineux comme la BYD e6 qui pourraient être un bon véhicule, à condition que BYD assume le service après-vente. Ce véhicule est présentement en cours d'homologation pour petite série en Europe. Le véhicule Nissan NV-200 conçu expressément pour les taxis fait également partie de leurs démarches auprès de l'alliance Renault-Nissan.

À plus long terme, la STEP vise à inclure les compagnies de taxis indépendantes, qui pourront alors défrayer un forfait pour bénéficier de l'infrastructure.

Concernant la recharge, l'objectif est de mettre en place 100 bornes de recharge rapide pour systèmes CHAdeMO sur 40 sites avec environ 1 et 10 bornes par site. Les sites visés sont ceux où le flux de client est important comme les aéroports, les gares et les hôpitaux. À Paris, la question de la recharge ne semble pas être vue comme un problème, puisque les taxis attendent quotidiennement en moyenne 40 % de leur temps.

Amsterdam, Pays-Bas

Une toute nouvelle compagnie de taxis baptisée Taxi-E²⁴ a acquis 20 Nissan Leaf pour opérer entre le centre-ville et l'aéroport de Schiphol.

Par ailleurs, un autre projet de taxis électriques et la construction d'une station d'échange de batteries « Better Place » au montant de 1,5 million d'euros (2,1 M\$ CA) financé par le programme européen RTE-T et l'aéroport de Schiphol a été dévoilé en septembre 2012. Une dizaine de voitures Renault Fluence ZE, qui appartiennent aux trois principales compagnies de taxis de l'aéroport, pourront dès lors échanger leurs batteries en moins de cinq minutes.

²⁴ <http://www.taxi-e.nl/>



Service de taxi électrique à l'aéroport de Schiphol à Amsterdam

Rotterdam, Pays-Bas

La ville de Rotterdam et BYD ont signé un accord à l'été 2011 pour mettre en place le programme « 75-EV-RO », où sur 75 voitures électriques de diverses marques, une dizaine sera réservée pour les taxis. Notons que la branche européenne BYD IT est située à Rotterdam.



Le taxi électrique BYD e6 à Rotterdam

Utrecht, Pays-Bas

Le 19 janvier 2011, le Prince annonce le lancement d'un projet pilote de taxis électriques dans la ville d'Utrecht visant la mise en opération de 40 Mitsubishi i-MiEV électriques.

En février 2013, nous avons réussi à communiquer avec George Jansen, le fondateur et directeur général de Prestige GreenCab appartenant à la compagnie Seatznetwork.

GreenCab est un concept de franchise ayant pour objectif d'opérer des taxis purement électriques, où les chauffeurs de taxi sont à 80 % des salariés. Entre les aides gouvernementales et municipales, il est possible d'obtenir une réduction de 12 000 \$ pour un véhicule électrique.

Au total, vingt taxis électriques Mitsubishi i-MiEV sont présentement en circulation à Utrecht et sillonnent la ville dans un rayon de 30 à 50 km. L'expérience a permis de constater que la capacité de la batterie avait chuté de minimum 30 % en hiver et l'autonomie ne dépassait guère les 100 km. L'expérience a démontrée que les véhicules ont besoin d'une meilleure autonomie pour que le projet soit rentable. Malgré cela, les chauffeurs sont en général très satisfaits de leur expérience et sont très fiers de conduire électrique. Il ajoute que le réseau social des conducteurs de véhicule électrique est très actif dans le pays.



Le taxi électrique GreenCab à Utrecht

George Jansen mise sur les bornes de recharge rapide, qui est, selon lui, une des solutions pour qu'un projet de taxis électrique soit une réussite. Plusieurs bornes de recharge rapide CHAdeMO sont déjà installées dans la ville et coûte 8 euros (11 \$ CA) la recharge. Une entente vient récemment d'être signée avec BP Petroleum, qui investit dans 20 bornes de recharge rapide pour ses stations. Il y a également environ 250 bornes de recharge standard dans Utrecht, qui étaient gratuites jusqu'à l'an dernier pour accélérer le marché du véhicule électrique.

Le fondateur de GreenCab est très impliqué dans le développement du véhicule électrique et souhaite notamment la mise en place d'un réseau interurbain de bornes de recharge rapide sur les grandes voies de circulation, qui relient les grandes villes.

Munich, Allemagne

La société de taxi IsaFunk a lancé à l'été 2011, un projet pilote baptisé « Elektrotaxi » qui consiste à proposer la location de taxis à propulsion électrique Mitsubishi i-MiEV au même prix que des taxis conventionnels²⁵.



Le taxi électrique i-MiEV à Munich

Stockholm, Suède

La compagnie de taxis suédoise Taxi020 s'est récemment alliée avec la chaîne Scandic Hotels et le distributeur Mitsubishi local du nom de SC Auto Sweden AB dans le but de démontrer la viabilité d'un projet pilote de démonstration de taxis électriques (« recharge rapide taxi »).

DBT, leader en solutions de recharge, partenaire du consortium a installé une borne 240 V (charge normale) ainsi qu'une borne pour recharge rapide CC (CHAdeMO) à l'aéroport international d'Arlanda, afin de pouvoir recharger un véhicule électrique Mitsubishi i-MiEV™ à chaque retour de course à l'aéroport.

Moscou, Russie

Annoncée au Salon de l'auto de Moscou à la fin de l'été 2012, la Lada-EL devrait être utilisée pour les taxis sur le territoire de Stavropol très prochainement²⁶.

Reposant sur la version familiale de la berline Kalina, la Lada-EL est équipée d'une motorisation de 60 kW capable d'atteindre 130 km/h. D'une capacité de 13 kWh, la batterie lithium est fabriquée en Chine et le constructeur annonce 50 km d'autonomie.



La voiture électrique de Lada EL présenté au salon de Moscou

²⁵ Le taxi électrique entre en scène à Munich, Juillet 2011 : <http://www.automania.be/fr/auto/mitsubishi-japon>

²⁶ Russia's First Electric Car Debuts in Moscow, 30 août 2012 : <http://ens-newswire.com/2012/08/30/russias-first-electric-car-debuts-in-moscow/>

3- EN AMÉRIQUE

New York, États-Unis

Le 27 avril 2013, pour la journée de la Terre, Nissan et le maire de New York, Michael Bloomberg, ont lancé un programme pilote d'essai de taxis électriques avec des Nissan Leaf, qui serviront ainsi d'expérience à l'introduction du NV200 électrique, prévue pour 2017²⁷.

Pour l'instant, ce sont six taxis électriques qui circuleront dans la ville avec pour objectif de prouver que la technologie « full-electric » est adaptée à un usage au quotidien. Il est prévu que ces nouveaux véhicules n'auront aucun impact de coût pour les propriétaires²⁸.

Dans le cadre du projet, Nissan et ses partenaires prévoient également l'installation de plusieurs bornes de charge rapide CHAdeMO qui seront accessibles par les taxis pour effectuer une recharge entre deux courses.

Pour le maire de New York, Michael Bloomberg, cette expérimentation s'inscrit dans un plan ambitieux visant qu'un tiers des taxis de la ville soient électriques d'ici 2020.



San Francisco, États-Unis

Alors qu'en 2010, la San Francisco Transportation Agency annonçait une subvention de 7 M\$ pour financer une flotte de 61 taxis électriques de marque Coda et 4 stations de recharge Better Place, le projet a été abandonné avec la mise en faillite de Better place²⁹.

²⁷ « Nissan Taxi Of Tomorrow debuting on eve of New York International Auto Show, 3 avril 2012 : http://www.nissan-global.com/EN/NEWS/2012/_STORY/120403-01-e.html

²⁸ Nissan va fournir les prochains « taxis jaunes » de New York : <http://www.taxisverts.be/blog/vert/nissan-va-fournir-les-prochains-taxis-jaunes-de-new-york/>

²⁹ CODA, Better Place Reported Collaborating on San Francisco Taxi Project» : <http://evworld.com/news.cfm?newsid=28940>

Bogota, Colombie

La ville de Bogota a lancé au début 2012 un projet pilote afin d'évaluer l'utilisation de véhicules électriques dans la flotte de taxis du centre-ville. Le projet a été développé en collaboration avec le Clinton Climate Initiative Cities program (CCI) et le C40 Cities Climate leadership Group (C40). Le « Réseau C40-CCI Electric Vehicle » réunit 15 des plus grandes villes du monde (Bogota, Buenos Aires, Chicago, Copenhague, Delhi, Hong Kong, Houston, Londres, Los Angeles, Madrid, Mexico, Toronto, São Paulo, Séoul et Sydney) et quatre des principaux fabricants de véhicules électriques, pour favoriser l'introduction des véhicules électriques³⁰.

En janvier 2013, 49 véhicules électriques BYD e6 ont été reçus pour être introduits dans les services de taxi de la ville de Bogota, constituant la première flotte de taxis entièrement électriques sur le continent sud-américain. Ce projet pilote entre dans le cadre de la volonté du gouvernement colombien d'améliorer la qualité de l'air dans les villes très denses du pays. En 2009, une mesure avait été ainsi adoptée par le ministère de l'Environnement pour que les véhicules électriques puissent être importés sans taxes.

Sao Paulo, Brésil

La municipalité de Sao Paulo, Nissan, AES Eletropaulo et l'association des taxis lancent, en juin 2012, un projet pilote de 10 Nissan Leaf afin d'évaluer la viabilité d'utiliser des véhicules électriques comme taxis dans la ville de Sao Paulo³¹.

Quinze points de recharge, dont cinq stations de recharge rapide ont été installées à travers Sao Paulo.



Taxi Nissan Leaf à Sao Paulo

Mexico city et la région d'Aguascalientes, Mexique

Le 24 mai 2012, la ville de Mexico annonçait le lancement d'un projet de taxis électriques avec la volonté de mettre une centaine de Nissan Leaf en circulation. Vingt unités ont été mises en opération à ce jour. Il faut ajouter à cela, 50 autres Nissan Leaf qui opèrent comme taxis dans la région d'Aguascalientes. Les Mexicains réagissent très bien à ce nouveau tournant et sont fiers d'avoir des véhicules non polluants³².

Mexico est également la première ville à s'équiper d'une station de recharge rapide. En partenariat avec le secteur public et privé, Mexico installera ainsi trois stations de recharge publique et huit dans la région d'Aguascalientes³³.



Les taxis Nissan Leaf à Mexico

³⁰ City of Bogota, Columbia launches electric taxi pilot; part of C40-CCI EV Network, 25 janvier 2012 : <http://www.greencarcongress.com/2012/01/bogota-20120125.html>

³¹ Nissan Leaf : testé comme taxi à Sao Paulo, Alexandre Primard, 7 juin 2012 : <http://www.caradisiac.com/Nissan-Leaf-testee-comme-taxi-a-Sao-Paulo-78991.htm>

³² Nissan Leaf Taxis in Mexico, Hans Cheong,, 13 février 2013 : <http://www.cbt.com.my/2013/02/13/nissan-leaf-taxis-in-mexico/>

³³ Mexico City using electric taxis to spark cleaner downtown, Global Post, 16 juillet 2012 : http://www.tucsonsentinel.com/nationworld/report/071612_mexico_taxis/video-mexico-city-using-electric-taxis-spark-cleaner-downtown/