



Flotte Rechargeable

Propulsée par l'Institut du véhicule innovant

Guide pour l'électrification d'une flotte de véhicules
ANNEXES



Institut du véhicule innovant

Annexes

Ce document représente un complément au [Guide pour l'électrification d'une flotte de véhicules](https://www.floreivi.ca/guide-pour-lelectrification/) disponible à l'adresse <https://www.floreivi.ca/guide-pour-lelectrification/>

A.	Complément d'information Véhicules	3
A.1	Format et options fonctionnelles	3
A.2	Autonomie	3
A.3	Caractéristiques de recharge et types de ports	5
B.	Complément d'information Recharge	6
B.1	Besoins de recharge	6
B.2	Planification et optimisation des coûts de recharge	8
B.3	Gestion de la puissance	9
B.4	Exemples de critères de sélection des équipements	13
C.	Complément d'information Coûts et économies	15
C.1	Acquisition du véhicule.....	15
C.2	Énergie.....	16
C.3	Entretien	17
C.4	Infrastructure de recharge	18
C.5	Opération et gestion.....	20
D.	Complément d'information Opérations	21
D.1	Aménagement du site	21
D.2	Impact sur l'organisation du travail.....	23
E.	Analyse L'environnement	23
E.1	GES.....	23
E.2	Polluants atmosphériques	25
E.3	Batteries	26
F.	Abréviations	27

A. Complément d'information | Véhicules

Tel que mentionné dans le [Guide pour l'électrification d'une flotte de véhicules](#), selon les fonctions attribuées à chaque véhicule, le gestionnaire tiendra compte des caractéristiques des modèles disponibles sur le marché : le format et les options fonctionnelles, l'autonomie électrique et les options de recharge.

A.1 Format et options fonctionnelles

Avant d'aborder la question de l'autonomie, il est essentiel de bien cerner les besoins en termes de format de véhicule et des options fonctionnelles recherchées.

Les caractéristiques à identifier sont minimalement les mêmes que pour les véhicules à essence :

- Nombre de places dans le véhicule;
- Amovibilité ou non des sièges arrière;
- Rabattement (partiel, complet, à plat ou angle) ou non des sièges;
- Espace coffre, incluant les compartiments dissimulés;
- Ouverture haillon ou non et nombre de portières;
- Motricité des roues : traction, propulsion ou intégrale;
- Options ou non de remorquage ou de support à bagages;
- Volume de dégagement pour le confort du conducteur et des passagers;
- Confort des sièges;
- Options de connectivité ou non (Bluetooth, Android Auto, ou autres).

En identifiant les caractéristiques prioritaires, le gestionnaire de flotte pourra établir une première liste des véhicules potentiels pouvant répondre aux besoins selon l'utilisation prévue. Ensuite, il pourra ajouter les critères reliés à la motorisation électrique.

A.2 Autonomie

L'identification de l'autonomie optimale par rapport aux besoins réels permettra de maximiser les économies liées à l'électrification de la flotte. Pour cerner de façon plus précise les besoins en termes d'autonomie, il importe de bien connaître l'utilisation des véhicules. L'historique de la flotte à essence apportera d'importantes indications quant à l'identification des véhicules de la flotte qui auraient avantage à être remplacés par des modèles électriques. L'historique sera également crucial lors du calcul de l'autonomie optimale.



HISTORIQUE DE LA FLOTTE

Avant le projet d'électrification, le gestionnaire aurait avantage à mettre en place un suivi détaillé des véhicules de la flotte¹. Les données suivantes aident énormément à préciser le choix des modèles et à définir les besoins en recharge :

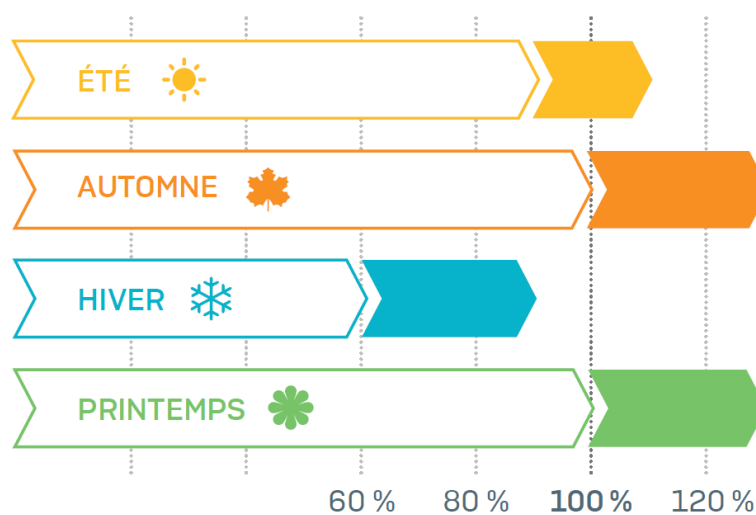
- Kilométrage quotidien total parcouru par chaque véhicule;
- Distance maximale parcourue par utilisation;
- Périodes d'attente entre les utilisations le même jour;
- Variations saisonnières dans les trajets;
- Vitesse moyenne pendant les déplacements ou types de trajets (trajets de ville, trajets d'autoroute, combinaison).

Les périodes d'attente entre les utilisations sont des opportunités de recharge. C'est ainsi qu'une voiture ayant une autonomie totale de 150 kilomètres pourrait être utilisée pour parcourir plus de 300 kilomètres par jour, selon le temps disponible et l'infrastructure de recharge.

Le plus important ici est de faire une évaluation réaliste des besoins en autonomie et de résister à la tentation de choisir systématiquement des modèles à plus grande autonomie.

L'autonomie annoncée pour un véhicule électrique est une moyenne annuelle. Des variations saisonnières sont à prévoir. L'autonomie sera supérieure au printemps et à l'automne alors qu'elle sera inférieure en hiver et en été, dans une moindre mesure. À l'instar des véhicules à essence, la consommation des véhicules électriques augmente en hiver ce qui peut réduire l'autonomie disponible de 10% à 40%. Dans l'éventualité de conditions hivernales les plus extrêmes, l'utilisation d'autres types de véhicules de la flotte peut être envisagée pour pallier l'exceptionnelle insuffisance en autonomie.

Variations saisonnières de l'autonomie électrique (100 % = autonomie annoncée par le constructeur)



¹ Il existe différents équipements ou logiciels spécialisés dans le monitoring et l'analyse d'une flotte en vue d'un passage à l'électrique. Dans le cadre du projet Flore, les outils de Fleetcarma ont été utilisés.

A.3 Caractéristiques de recharge et types de ports

Tel que décrit dans le [Guide pour l'électrification d'une flotte de véhicules](#), il existe quatre types de recharge pour les véhicules électriques. Certains types sont disponibles pour tous les véhicules alors que d'autres ne le sont que pour les véhicules équipés avec les composants nécessaires, notamment la recharge rapide ou super rapide.

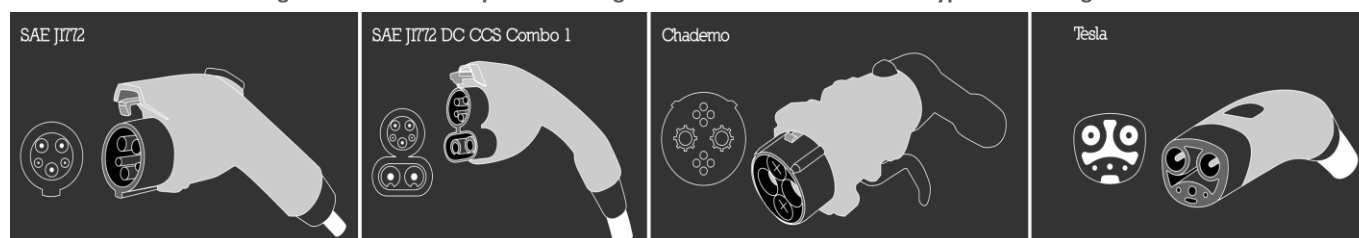
Simplifier la transition

Pour faciliter le passage aux véhicules électriques, le gestionnaire aura intérêt à privilégier une solution uniforme pour la recharge en minimisant le nombre de connecteurs. Autrement, la gestion des adaptateurs peut devenir un véritable casse-tête et une source de confusion pour les utilisateurs. L'électrification de la flotte exigera déjà des ajustements sur plusieurs fronts et l'uniformisation au niveau de la recharge permet d'éviter un niveau de complexité supplémentaire.

Tableau A1 : Types de recharge et de ports qui leur sont associés

Type de recharge	Niveau 1	Niveau 2	Recharge rapide	Superchargeur
Port de charge	Universel (SAE J1772)	Universel (SAE J1772)	CCS Combo ou CHAdeMO	Telsa

Figure A2 : Forme des ports de charge et des connecteurs selon les types de recharge



Source des images : ev-institute.com

Combo et CHAdeMO (pour recharge rapide)

Pour la recharge rapide, les véhicules compatibles sont dotés d'un port de charge Combo ou CHAdeMO. **La majorité (75%) des modèles actuellement sur le marché sont équipés d'un port de charge de type Combo.** Sauf exception, les véhicules des constructeurs asiatiques sont équipés d'un port de charge CHAdeMO alors que les constructeurs américains et européens optent pour le port de charge Combo. Si vous ne comptez pas installer de borne de recharge rapide au sein de votre entreprise, cette différence aura peu d'impact sur votre flotte. Les bornes rapides des réseaux publics proposent généralement les deux types de connecteurs. Toutefois, si vous planifiez installer une borne rapide en entreprise, il sera plus économique de s'en tenir à un seul type. Il faudra donc choisir l'un ou l'autre en tenant compte de la compatibilité des véhicules choisis.

Particularités de Tesla

La compagnie Tesla possède son propre standard de recharge. Toutefois, des adaptateurs sont fournis pour l'utilisation de bornes de recharge autres que celles de Tesla. Pour la recharge rapide, un adaptateur spécifique est vendu séparément et ce dernier n'est compatible qu'avec le connecteur CHAdeMO. Il est à noter qu'il n'existe pas d'adaptateur officiel qui permettrait de recharger un véhicule d'une autre marque avec les équipements de recharge Tesla.

B. Complément d'information | Recharge

NOTIONS IMPORTANTES

Puissance en CV et en kilowatts (kW) : La puissance de sortie des véhicules à combustion est exprimée en chevaux-vapeur (CV ou HP pour *Horsepower*). La puissance de sortie des véhicules électriques est exprimée en kilowatts (kW). 1 kW équivaut à environ 1,34 CV. La notion de puissance est également utilisée pour la recharge.

Kilowattheure (kWh) et Kilowatt (kW) : Le kilowattheure (kWh) est une mesure de la quantité d'énergie nécessaire à un appareil pour fournir une puissance donnée (kW) pendant une période donnée (h). Par exemple, 1 kWh représente 1 kilowatt utilisé pendant 1 h, ou encore 10 kilowatts pendant 6 minutes (0,1 h).

Kilowattheures (kWh) et litres (L) d'essence : L'énergie consommée par le véhicule électrique s'exprime en kWh alors que l'énergie consommée par le véhicule à combustion s'exprime en litres d'essence.

Consommation en kWh/100 km et L/100 km : Les véhicules rechargeables sont propulsés à l'électricité et leur consommation est exprimée en kilowattheures par 100 km (kWh/100 km). Les véhicules à combustion tirent leur énergie de l'essence et leur consommation est exprimée en litres par 100 km (L/100 km). Il arrive parfois que la consommation des véhicules rechargeables soit exprimée en litres équivalents par 100 km (Le/100 km). La conversion est alors basée sur le fait qu'un litre d'essence contient l'énergie équivalant à 8,9 kWh d'électricité.

B.1 Besoins de recharge

Les deux principaux paramètres de l'analyse des besoins de recharge sont l'énergie consommée (kWh) et le temps (h) disponible pour la ou les sessions de recharge. De ces données, le gestionnaire pourra déterminer la puissance (kW) minimale requise pour recharger la flotte.

Les besoins de recharge ne sont donc pas déterminés par l'autonomie des véhicules, mais plutôt par la durée des périodes de stationnement et par l'énergie consommée pour les déplacements quotidiens. Les données de l'historique de la flotte, tel que recommandé à l'annexe A.2, serviront à l'analyse des besoins de recharge. Par exemple, sur un cycle de 24 h, un véhicule qui est stationné pendant un total de 16 heures à l'entreprise ou à domicile et qui a consommé 25 kWh pendant son utilisation pourra être rechargé à une puissance d'environ 1,5 kW, ce qui correspond à la puissance fournie par une borne de recharge de niveau 1 (120V) à 12 ampères. Il n'est pas forcément nécessaire de recharger à 100% lors de chaque session. Dans cet exemple, les 25 kWh requis peuvent être cumulés en multiples sessions de durées variables tout au long de la journée.

Comme pour l'autonomie des véhicules, les gestionnaires peuvent être tentés de surestimer les besoins de recharge et de la durée nécessaire pour la recharge. L'utilisation maximale du temps disponible pour la recharge (chaque fois que le véhicule est stationné sur un des sites de l'entreprise) par cycle de 24 heures contribuera à minimiser les coûts en évitant les appels de puissance (voir l'annexe B.3) et en utilisant des équipements plus abordables.

Tel que décrit dans le [Guide pour l'électrification d'une flotte de véhicules](#), il faut trouver l'équilibre entre les coûts de l'infrastructure de recharge et ceux des véhicules. Le tableau suivant montre 2 scénarios :

Tableau B1 : Scénarios de véhicules et recharge selon l'optimisation de différents aspects

	SCÉNARIO A	SCÉNARIO B
Entreprise ABC Flotte de livraison Défi: Utilisation intense à certaines périodes de la journée, suivies de longues périodes d'inactivité.	Optimiser le coût de recharge Bassin de véhicules à autonomie supérieure pour répondre aux périodes intenses sans recharger. 275 km / jour / véhicule 51 kWh consommés / jour 14 heures d'arrêt par 24 h 3.5 kW puissance requise 380 km d'autonomie / véhicule Bornes 120V ou 240V pour recharger entre les utilisations.	Optimiser la durée de recharge Bassin de véhicules à petite ou moyenne autonomie et recharge rapide pour répondre aux périodes de pointe. 275 km / jour / véhicule 51 kWh consommés / jour 4 heures d'arrêt par 24 h durant les périodes intenses 12,5 kW puissance requise 130 km d'autonomie / véhicule Borne de recharge à courant continu (BRCC) pour recharge rapide en période intense. + Bornes 120V ou 240V pour les autres recharges.
Autonomie des véhicules	+++	+
Coût des véhicules	\$\$\$	\$
Coût de la recharge	\$	\$\$\$

Utilisation des bornes publiques en cas de débordement

Même en l'absence de bornes de recharge rapide en entreprise, les réseaux de recharge publique peuvent combler les besoins dans les cas occasionnels où une recharge plus rapide est requise. Par exemple, dans le cas de déplacements plus longs ou encore d'une utilisation plus intense ayant exceptionnellement réduit les opportunités de recharge entre les trajets. Selon les réseaux, l'accès aux bornes publiques nécessite une carte de membre ou un compte auprès d'une application mobile pour activer la recharge. Pour simplifier l'administration, le gestionnaire de flotte peut opter pour un compte d'entreprise.



RECHARGE ET PRODUCTIVITÉ

On associe trop souvent le temps de recharge à une perte de productivité ou de disponibilité du véhicule. Toutefois, un parc de véhicules ne roule jamais 100% du temps. Le temps de recharge correspond d'abord aux moments où le véhicule est déjà immobilisé, entre deux utilisations ou deux étapes de trajet. Le gestionnaire planifiera donc la recharge en se basant sur ces périodes de ces périodes déjà existantes.

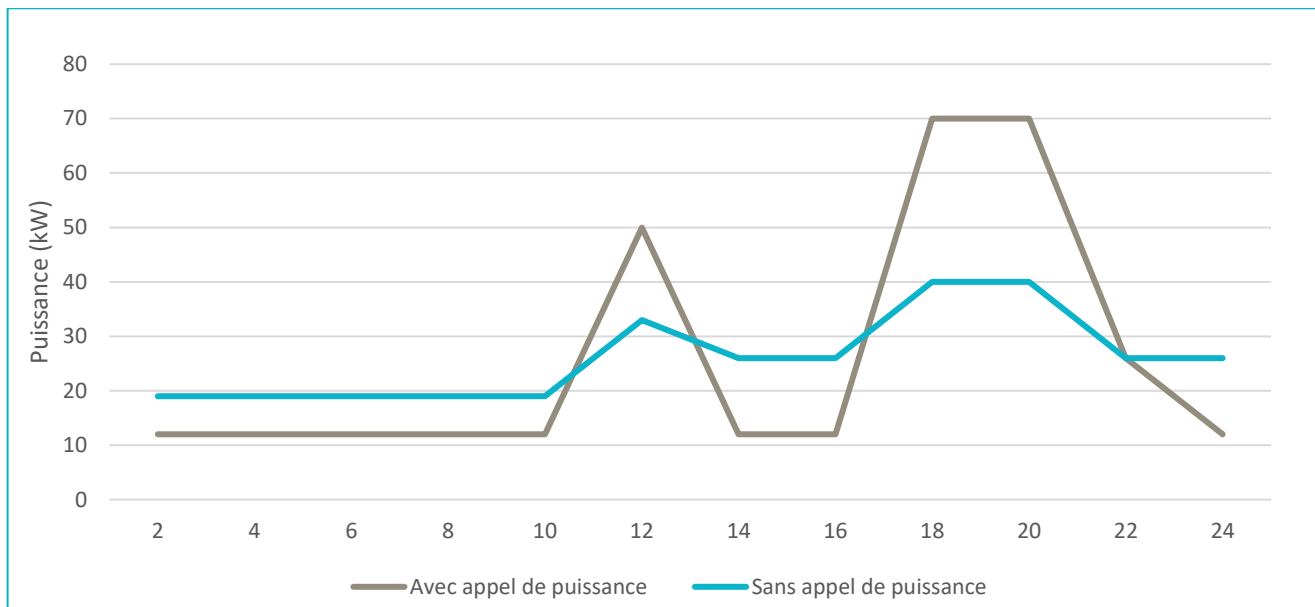
Parfois, lorsque l'utilisateur doit dépasser l'autonomie nominale du véhicule, une pause de recharge est nécessaire. Sur la route, un arrêt de 15 minutes au Superchargeur Tesla ou de 30 minutes à une BRCC devient alors une occasion de lire et de répondre à quelques courriels, surtout si l'arrêt a été planifié d'avance.

B.2 Planification et optimisation des coûts de recharge

Pour optimiser les coûts, la recharge sera intégrée au cycle des opérations de façon à que les véhicules soient le plus souvent possible en recharge lorsqu'ils sont en attente et stationnés, tant pendant les heures d'opération que pendant la nuit.

L'utilisation maximale du temps disponible pour la recharge vise à minimiser la puissance nécessaire de façon à éviter ou à réduire les appels de puissance, qui sont une composante coûteuse de la tarification de l'électricité. Pour un compte d'entreprise, le coût de l'électricité comprend en effet une combinaison de l'énergie consommée et de l'appel de puissance. Un appel de puissance survient lorsque la demande totale dépasse le niveau de 50kW de façon continue pendant 15 minutes ou plus.

Figure B3 : Illustration d'une recharge de 312 kWh avec ou sans appel de puissance, sur une période de 24 heures²



La répartition optimale de la demande énergétique influencera le choix des équipements de recharge qui pourront y répondre. Les options plus « rapides », sont plus dispendieuses en raison de l'infrastructure BRCC et du coût de la puissance (plus grand risque d'appels de puissance). Pour minimiser la puissance nécessaire, il importe donc de maximiser l'utilisation des temps d'arrêt (véhicules arrêtés au stationnement). Pour ce faire, il faudra parfois ajuster le choix des véhicules ou encore modifier le mode de fonctionnement de la flotte de véhicules.

² Pour mieux comprendre les notions liées à l'appel de puissance : <http://www.hydroquebec.com/affaires/espace-clients/tarifs/mieux-comprendre-puissance.html>



STRATÉGIES D'OPÉRATION

Les stratégies d'opération abordées à l'annexe D.2 auront une influence sur la planification et l'optimisation de la recharge.

PISTE #1 : Additionner les capacités de plusieurs véhicules pour répondre aux besoins : utilisez un bassin de 3 véhicules pour 2 utilisateurs, plutôt qu'un véhicule dédié à chacun. Ainsi, il y a toujours 1 ou 2 véhicules en utilisation et 1 ou 2 véhicules en recharge. Les besoins auront été satisfaits sans investissements majeurs pour la recharge. Bien que contre-intuitif, l'ajout d'un véhicule supplémentaire peut parfois être la solution la plus économique.

PISTE #2 : Comparer les coûts d'un bassin de véhicules à grande autonomie sans BRCC et d'un bassin de véhicules à petite autonomie avec BRCC. Dans le premier scénario, les véhicules seront plus dispendieux, mais les coûts de recharge seront mieux contrôlés. Dans l'autre, l'infrastructure de recharge exigera un plus grand investissement et des appels de puissance sont probables. Toutefois, le coût des véhicules sera moindre.



SOLUTIONS CRÉATIVES

La flexibilité est un facteur important menant à une bonne optimisation des coûts de la recharge. Le gestionnaire aura avantage à explorer des approches créatives permettant de minimiser les coûts. Au-delà du remplacement de quelques véhicules à essence par des véhicules électriques, le gestionnaire peut profiter du projet d'électrification pour revoir le mode d'opération de la flotte ou d'une partie de la flotte. Par exemple, un fonctionnement en bassin de véhicules où les utilisateurs choisissent un véhicule selon les besoins et l'état de la recharge offrira plus de liberté pour les installations de recharge qu'un mode d'opération où chaque véhicule est dédié à un utilisateur.

B.3 Gestion de la puissance

Le but principal d'un mécanisme de gestion de la puissance est d'éviter l'appel de puissance, qui fait augmenter les coûts de l'électricité. Un appel de puissance est enregistré lorsque la demande des installations excède 50 kW pendant 15 minutes ou plus³. Des frais supplémentaires significatifs sont alors appliqués, pour le reste de la période de facturation. De plus, comme mentionné dans les pages précédentes, le coût des immobilisations pour la recharge rapide (à plus grande puissance) sera plus élevé. Dans la plupart des cas, l'ajout d'un véhicule à la flotte sera moins dispendieux que les coûts des et des appels de puissance liés à la recharge rapide.

Grâce à l'historique de la flotte, le gestionnaire estimera l'énergie qui sera consommée (kWh) chaque jour par chaque véhicule, ainsi que le nombre d'heures disponibles la recharge. Cet exercice lui permettra de connaître l'exigence maximale en termes de puissance et de prévoir la répartition des besoins de recharge. Une révision du choix des modèles de véhicules pourrait alors être envisagée.

³ Le seuil maximal peut être plus élevé selon le type de tarification de l'entreprise.

La puissance (kW) requise pour la recharge d'un véhicule ou de la flotte électrique est déterminée par l'énergie consommée (kWh) par le ou les véhicules et par le temps disponible pour cumuler à nouveau cette énergie dans les batteries.



CALCUL DE LA PUISSANCE REQUISE

Consommation quotidienne : Distance (km) x Consommation (kWh/km) = Besoins quotidiens (kWh).

Puissance requise : Besoin quotidien (kWh) / Temps de stationnement (h) = Puissance requise (kW)

L'exemple ci-dessous d'une flotte de quatre véhicules consommant 250 kWh par cycle de 24 heures permet d'exprimer en termes pratiques les principes de l'analyse à réaliser.

Tableau B2: Puissance requise pour la recharge en fonction de la consommation quotidienne et du temps disponible.

Véhicule	Consommation / jour	Temps de stationnement	Puissance requise
A	80 kWh	30 minutes	40 kW
B	90 kWh	6 heures	15 kW
C	60 kWh	10 heures	6 kW
D	20 kWh	20 heures	1 kW

VÉHICULE A : Pour recharger ce véhicule en 30 minutes, il faut une borne de recharge rapide capable de fournir une puissance de 40 kW. L'utilisation de deux véhicules en rotation réduirait la puissance nécessaire à 20 kW et permettrait d'envisager une borne de recharge rapide moins dispendieuse. Cette option laisse également plus de marge de manœuvre pour la recharge simultanée d'autres véhicules sans générer d'appel de puissance.

VÉHICULE B : Le temps disponible pour la recharge de ce véhicule exige une puissance de 30 kW, ce qui implique l'acquisition et l'installation d'une borne de recharge rapide capable de fournir cette puissance. Selon les trajets et horaires, il pourrait être envisageable d'utiliser 2 véhicules (consommant chacun 45 kWh) et de répartir ainsi leur recharge sur 6 heures à une puissance de 7,5 kW.

VÉHICULE C : La recharge de ce véhicule peut se faire avec une borne de niveau 2 (240V).

VÉHICULE D : La recharge de ce véhicule peut se faire avec une borne de niveau 1 (120V). Ce véhicule peut également servir comme 2^e véhicule pour les besoins occasionnels, car sa durée d'inactivité laisse place à plus d'utilisation. Dans ce cas, il faudrait possiblement avoir recours à une borne de niveau 2 (240V).

Il existe de nombreuses options pour gérer la puissance :

- Choix des installations : types de bornes
- Choix des véhicules : modèles et nombre
- Limitation de la puissance des bornes de niveau 2 (240V)
- Technologies de partage de puissance entre plusieurs bornes de niveau 2
- Programmation de périodes de recharge avec nombre maximal de véhicules en recharge
- Utilisation d'une borne de recharge rapide à moindre puissance (24 kW plutôt que 50 kW)
- Recharge à l'extérieur de l'entreprise : réseaux publics ou borne résidentielle

La planification de la gestion de la puissance implique l'analyse des impacts de chaque option ou combinaison d'options. Le gestionnaire de flotte aura à se questionner sur les différents modes de gestion de la puissance pour choisir la ou les meilleures options pour ses besoins et son contexte d'entreprise. Il abordera les différentes solutions de gestion de la puissance présentées ci-dessous en évaluant les implications de chacune sur les autres sphères du projet : véhicules, équipement de recharge, fonctionnement de la flotte, coûts, etc.

Recharge à puissance modérée OU recharge à puissance maximale ?

- Les infrastructures à puissance supérieure sont plus coûteuses et l'augmentation du prix n'est pas proportionnelle à l'augmentation de la puissance. Par exemple, trois fois plus de puissance exigera beaucoup plus que trois fois les investissements.
- Un véhicule supplémentaire pour répondre aux besoins des utilisateurs coûtera parfois moins cher que l'acquisition d'une borne de recharge rapide.
- Lorsque plusieurs véhicules rechargent à pleine puissance sur plusieurs bornes de niveau 2 (240V), le partage de puissance peut être nécessaire pour éviter l'appel de puissance.

Limitation systématique de la puissance de recharge OU équipements de gestion de la puissance ?

- La puissance individuelle des bornes de recharge peut être ajustée de façon à limiter la puissance collective maximale sous un certain seuil.
- Les bornes peuvent être maintenues à leur puissance nominale, mais un système logiciel répartit la puissance entre elles de façon que la puissance cumulée ne dépasse pas le seuil visé.

Variations en fonction des autres activités de l'entreprise OU pleine puissance en tout temps ?

- Il peut être souhaitable de limiter la puissance disponible pour la recharge aux périodes où la demande énergétique pour les autres activités de l'entreprise est supérieure, l'heure de pointe en restauration par exemple.
- Si aucune stratégie de limitation n'est implantée, la puissance maximale requise pour la recharge s'additionnera à la pointe de puissance liée aux opérations de l'entreprise.

Limite minimale de puissance OU sans limites minimales de puissance ?

- Lorsque plusieurs bornes partagent un même circuit, la puissance est répartie entre les véhicules en recharge. Lorsque tous les véhicules sont mis en recharge en même temps, la puissance fournie à chacun peut être de moins de 3 kWh. Par exemple, quatre bornes de 7,2 kW partageant un circuit de 40 ampères fourniront environ 1,8 kW de puissance à quatre véhicules en recharge active simultanée. Cela peut engendrer des incompréhensions chez les utilisateurs voyant au tableau de bord une estimation anormalement élevée de la durée de recharge. Dès qu'un des quatre véhicules quittera, la puissance sera alors divisée en trois et la durée de recharge diminuera.
- Il est possible de fixer un seuil minimum de 3 kWh de puissance. À mesure que la recharge des premiers véhicules se complète, la recharge des véhicules suivants démarre, jusqu'à la recharge complète de l'ensemble des véhicules branchés dans la zone partagée. Ceci peut assurer qu'un temps maximal pour la recharge complète ne soit pas dépassé.

Recharger tous les véhicules en même temps OU rotation de la recharge ?

- La puissance nécessaire pour recharger de façon simultanée 10 véhicules sur une période de 12 heures est plus élevée que celle requise pour recharger de façon séquentielle 2 lots de 5 véhicules pendant 6 heures chacun.
- Pour la recharge en lots, le gestionnaire peut utiliser un logiciel permettant de programmer la recharge de chaque véhicule selon un horaire défini.

Recharge uniquement en entreprise OU recharge résidentielle ?

- La recharge en dehors des heures d'opération de l'entreprise peut être effectuée chez les utilisateurs avec une borne résidentielle, fournie par l'entreprise. Cette approche peut être utilisée pour éviter ou pour réduire l'appel de puissance sur les installations de l'entreprise.



EN BREF : ÉVITEZ OU RÉDUISEZ L'APPEL DE PUISSANCE

- Si une puissance maximale élevée est requise pour répondre à un besoin exceptionnel, envisagez l'utilisation de la recharge publique lorsque nécessaire plutôt que d'installer une borne de recharge rapide en entreprise.
- Si une puissance maximale élevée est requise pour la recharge d'un seul des véhicules de la flotte, envisagez l'utilisation de deux véhicules pour ce besoin ou optez pour l'utilisation de bornes publiques.
- Si l'appel de puissance en entreprise est inévitable, recherchez les solutions qui réduiront la puissance maximale atteinte chaque jour.

B.4 Exemples de critères de sélection des équipements

En plus du choix des véhicules et de l'analyse des besoins de recharge, le ou les types d'équipements de recharge seront déterminés par plusieurs autres facteurs. Le tableau suivant présente les critères de sélection à considérer.

Tableau B3: Critères de sélection des équipements de recharge.

Critère de sélection	Considérations
Véhicules sélectionnés	Connecteur SAE j1772 ou Tesla Option recharge rapide ou non Connecteur recharge rapide Combo, CHAdeMO ou Tesla
Puissance requise	Niveau 1 (120V) = Moins de 3 kW Niveau 2 (240V) = 3 kW à 20 kW Recharge accélérée = 24 kW Recharge rapide = 50 kW ou plus Supercharger Tesla = 120 kW
Emplacement des bornes	Intérieur ou extérieur Sous un abri (type « car port ») Accès au terrain contrôlé ou non Emplacement unique ou sites multiples Bornes regroupées ou plusieurs zones Sur un bâtiment ou plus loin, dans la cour
Contrôle d'accès à la recharge	Accès libre Contrôle d'accès via application Contrôle d'accès via carte Contrôle à distance
Partage de puissance	Sans partage de puissance Partage de puissance variable (contrôle électronique) Partage de puissance de facto (borne limitée de façon permanente) Système du fabricant de borne ou non
Panneau électrique	Capacité du panneau Type d'alimentation électrique disponible Distance du panneau par rapport à l'emplacement des bornes
Connectivité	Présence d'un réseau Internet ou non Accès Internet Wi-Fi ou câblé
Recharge hors entreprise	Réseaux publics Recharge à domicile
Conditions climatiques	Produit normé pour les conditions hivernales locales ou non
Sécurité	Produit certifié, conforme aux normes
Subvention	Admissible (certifiée) ou non
Installation et utilisation	Facilité d'installation Facilité d'utilisation et de rangement
Service après-vente	Services offerts par le fabricant, le distributeur ou l'installateur
Coûts	Coûts d'acquisition et d'installation Coûts des services connexes (par exemple : connectivité sans fil des bornes)

Certification : pour la sécurité et la subvention

Le Code de construction du Québec (chapitre V, Électricité) stipule que tout accessoire électrique vendu sur le territoire québécois doit être approuvé ou certifié par un organisme d'approbation accrédité. Les programmes de subvention pour les bornes de recharge exigent d'ailleurs l'installation de bornes certifiées par un personnel qualifié.

Service après-vente pour un dépannage rapide

Le Québec compte plusieurs fabricants de bornes de recharge. Leurs produits sont disponibles en vente directe ou chez les distributeurs-installateurs. Les distributeurs et installateurs de bornes proposent généralement plusieurs marques, dont les bornes québécoises, ainsi que d'autres produits de l'Amérique du Nord et d'ailleurs. L'évaluation des différentes offres devrait tenir compte non seulement de la qualité des bornes et du prix, mais aussi de la garantie offerte ainsi que les mesures proposées par l'entreprise pour assurer service après-vente diligent en cas de problème. Un mauvais fonctionnement d'une ou plusieurs bornes peut handicaper significativement l'opération de la flotte. Tout problème signalé doit donc être réglé le plus rapidement possible.

Rapport qualité-prix pour l'équilibre des investissements

En visant le plus bas prix dans un marché de nouvelles technologies, le gestionnaire de flotte risquerait de se retrouver avec un produit mal adapté aux conditions climatiques du Québec ou encore avec un service après-vente déficient ou absent. De l'autre côté, il peut être plus judicieux d'investir dans l'aménagement du site, par exemple pour la construction d'un abri de type « carport », que de payer un prix supérieur pour l'acquisition de produits de recharge comportant des caractéristiques plus dispendieuses telle que l'extrême résistance aux intempéries.



AUTRES CONSIDÉRATIONS PARTICULIÈRES

- Le gestionnaire de flotte doit s'assurer d'introduire un produit facile à utiliser afin de favoriser la collaboration des utilisateurs. Le même principe s'applique au choix de l'emplacement des bornes de recharge.
- Les systèmes de gestion de la puissance diffèrent d'une marque à l'autre. Il importe donc de bien comprendre les options et les limites des produits proposés et de penser non seulement aux besoins immédiats, mais aussi aux besoins futurs.

C. Complément d'information | Coûts et économies

L'analyse des coûts comprend le coût total de possession des véhicules ainsi que le coût de l'infrastructure de recharge. Les économies potentielles sont calculées en comparant les coûts totaux à ceux d'un véhicule à essence. Il est également recommandé de comparer les coûts du modèle de véhicule électrique envisagé avec ceux d'autres modèles électriques.

Pour le calcul du coût total de propriété, le gestionnaire tiendra compte de l'ensemble des investissements et dépenses. Cela comprend l'acquisition des véhicules et leur utilisation (énergie et entretien) ainsi que l'achat et l'installation de l'infrastructure de recharge. De plus, la flotte électrique peut également avoir un impact positif sur d'autres frais liés à la gestion, notamment en ce qui concerne les rapports de dépenses des utilisateurs.

Tableau C1 : Principaux éléments de l'analyse des coûts et des économies

Coût total de propriété		
Véhicules	Énergie et entretien	Infrastructure de recharge
Achat Subvention Valeur résiduelle	Énergie consommée Appels de puissance Entretien	Achat et installation Aménagement du site Subvention
Coûts de gestion et d'opération		

C.1 Acquisition du véhicule

Le prix d'achat d'un véhicule électrique est supérieur à celui d'un véhicule à essence comparable, surtout pour les modèles à plus grande autonomie. Les programmes incitatifs des gouvernements du Canada et du Québec éliminent en partie ou en totalité le surcoût d'acquisition.

Pour chaque véhicule sélectionné, le gestionnaire de flotte fera la collecte des données permettant de calculer le coût de propriété, sans les coûts d'opération, sur la période de possession visée.

Tableau C2: Exemple de calcul du coût de propriété, sans les coûts liés à l'opération

Véhicule	Électrique	À essence
Prix du véhicule	44 000 \$	30 000 \$
Taxes	6 600 \$	4 500 \$
SOUS-TOTAL	50 600 \$	34 500 \$
Subvention provinciale	(8 000) \$	- \$
Subvention fédérale	(5 000) \$	- \$
SOUS-TOTAL	37 600 \$	34 500 \$
Revente (prix X 25%) ⁴	(11 000) \$	(7 500) \$
COÛT DE PROPRIÉTÉ (Avant opérations)	26 600 \$	27 000 \$

⁴ Les indicateurs actuels du marché démontrent que les véhicules électriques subissent une dépréciation moins prononcée que les véhicules à essence. Toutefois, dans cet exemple, une valeur résiduelle de 25% est appliquée de façon uniforme aux deux types de véhicules.



PROGRAMMES INCITATIFS

Des programmes d'incitatifs financiers sont en vigueur au Québec et au Canada :

- Québec : vehiculeselectriques.gouv.qc.ca/
- Canada : tc.gc.ca/fr/services/routier/technologies-novatrices/vehicules-zero-emission.html

C.2 Énergie

Après le coût d'acquisition du véhicule, la dépense la plus importante dans le coût total de propriété est celle de l'énergie consommée pour opérer le véhicule. L'estimation du coût de l'énergie sera calculée à partir de la consommation du véhicule, du kilométrage et du prix de la source d'énergie.

Tableau C3 : Exemple de calcul du coût annuel de l'énergie

Véhicule	Électrique	À essence
kWh/100 km	19,0	-
L/100 km	-	5,5
Kilométrage / an	35 000	35 000
kWh / an	6 650	-
Litres / an	-	1 925
Coût de l'énergie (\$/kWh)	0,10 \$	-
Coût de la puissance (si applicable).	n.d.	-
Coût de l'essence (\$/L)	-	1,25 \$
Coût annuel de l'énergie	665,00 \$	2 406,25 \$

Volatilité du prix de l'essence et stabilité du prix de l'électricité

Le prix de l'essence est très volatile et cela rend difficile la planification des dépenses en carburant même si la consommation peut être estimée de façon précise. Selon les données de la Régie de l'énergie du Québec⁵, de Janvier à mai 2019, le prix de l'essence est passé de 1,09\$/L à 1,34\$/L (moyenne pondérée des régions du Québec). Un écart de presque 24%!

Le prix de l'électricité est toutefois très stable et les ajustements sont annoncés à l'avance. En évitant ou en contrôlant les appels de puissance, le gestionnaire pourra mieux planifier les dépenses énergétiques, tout en réalisant d'importantes économies. Le gestionnaire de flotte doit d'abord savoir quel tarif d'Hydro-Québec⁶ est appliqué au compte de l'entreprise, avant de valider si un autre tarif est plus avantageux en vue de l'intégration d'une infrastructure de recharge. Une planification précise devra également comprendre une estimation des coûts de recharge publique, si applicable.

⁵ http://www.regie-energie.qc.ca/energie/petrole_tarifs.php

⁶ Les tarifs d'affaires d'Hydro-Québec sont présentés ici : <http://www.hydroquebec.com/affaires/espace-clients/tarifs/>

L'appel de puissance

Comme il a déjà été mentionné, le gestionnaire doit planifier attentivement cette portion du coût de l'énergie à défaut de quoi les économies d'une année pourraient être annulées à cause d'une facturation supplémentaire liée à l'appel de puissance. Il faut retenir que dès qu'un appel de puissance est enregistré pour une période de 15 minutes, la tarification de l'appel de puissance s'applique pour le reste de la période de facturation. (référer à la section B de ce document pour savoir comment l'éviter)



ÉCONOMIES LIÉES À L'ÉNERGIE

En général, avec le prix de l'essence actuel, les économies liées à l'énergie sont de l'ordre de 75% pour un véhicule entièrement électrique. Le bilan peut varier en fonction du prix de l'essence ainsi que de la consommation des modèles de comparaison.

Plus le kilométrage d'un véhicule de flotte est élevé, plus il sera avantageux de le remplacer par un véhicule électrique.

D'autres économies indirectes s'ajoutent au bilan en tenant compte de la simplification des mesures de suivi et de contrôle des dépenses énergétiques.

C.3 Entretien

Avec un véhicule entièrement électrique, il n'y a pas de changement d'huile. De plus, le freinage par récupération d'énergie de la voiture électrique ne sollicite pas les disques et les plaquettes. La durée de vie des freins est ainsi prolongée. Enfin, pour l'entretien d'une voiture à essence, il y aura remplacement de plusieurs pièces et liquides : courroies, filtres, bougies, pot d'échappement, liquide de refroidissement et autres, tous absents dans le véhicule électrique.

L'intervalle d'entretien recommandé par le manufacturier est généralement de 12 000 kilomètres, soit un plus grand intervalle que pour les véhicules à essence. Outre différents points d'inspection, les opérations recommandées se limitent à la permutation des pneus et le remplacement des filtres à air de l'habitacle (aux 24 000 km).

Tableau C4 - Planification des dépenses d'entretien d'un véhicule électrique

Entretien	Fréquence
Changements d'huile	Jamais
Freins	Nettoyage 1 fois par année Remplacement à 100 000 km ou plus
Autres : courroies, filtres, bougies, pot d'échappement, liquide de refroidissement, etc.	Jamais (pièces absentes).
Intervalle d'inspection et d'entretien recommandé par le constructeur	12 000 km





ÉCONOMIES LIÉES À L'ENTRETIEN

Les dépenses les plus fréquentes liées à l'entretien (changement d'huile et remplacement des freins) peuvent être réduites d'au moins 50%.

Dans le contexte d'une flotte de véhicules, il y a également des économies indirectes non négligeables. Il y a moins de visites à l'atelier mécanique, par conséquent, moins de temps passé par le personnel à déplacer le véhicule pour l'entretien et moins de pertes de temps dues à l'immobilisation pendant l'entretien.

C.4 Infrastructure de recharge

De nombreuses entreprises offrent les services de vente ou d'installation d'équipement de recharge pour véhicules électriques. Certaines entreprises offrent les deux : vente et installation. Il est fortement recommandé d'obtenir plusieurs soumissions pour comparer non seulement les prix, mais aussi les services après-vente proposés. Le gestionnaire pourra aussi profiter de l'occasion pour valider certains choix en comparant les prix de différentes options, notamment les fonctions intelligentes, car le coût réel des contrôles électroniques peut se montrer largement supérieur à celui d'autres solutions.

À prévoir dans les coûts d'acquisition et d'installation :

- Bornes de recharge.
- Accessoires (si non inclus) comme le support à pistolet, une structure autoportante ou un boîtier.
- Pièces de l'installation électrique comme les prises ou boîtes de jonction, le câblage et les disjoncteurs.
- Frais de main-d'œuvre d'installation.

Les paramètres du projet influenceront évidemment le coût des pièces et de l'installation. Par exemple, le coût du câblage est directement proportionnel à la distance du site de recharge par rapport à la source de courant (panneau électrique). Également, l'aménagement de bornes sur un mur de bâtiment sera nettement moins dispendieux qu'un projet où des bornes sur structures autoportantes sont installées dans le stationnement, à distance du bâtiment.



SUBVENTION

L'acquisition ou la location, ainsi que l'installation de l'infrastructure de recharge en entreprise peuvent être admissibles à une subvention du gouvernement du Québec. L'aide accordée se concrétise par un montant allant jusqu'à 5000\$ par connecteur. Consultez le site vehiculeselectriques.gouv.qc.ca pour connaître les conditions d'admissibilité du programme.

Également, le programme Transportez vert du gouvernement du Québec offre de l'accompagnement pour la gestion de l'énergie, l'acquisition de technologies et de la formation à l'écoconduite. Consultez le site transitionenergetique.gouv.qc.ca/transport/programmes/transportez-vert pour lire de quelles façons ces programmes peuvent vous être bénéfiques.

Outre l'équipement de recharge, le projet d'installation devrait également comprendre l'aménagement du site et la signalisation. Les bornes doivent notamment être protégées contre les risques de bris causés par les voitures ou les déneigeuses. Sans protections délimitant la zone, les câbles enfouis sous la neige pourraient être arrachés par les opérations de déneigement et causer de graves dommages aux bornes et aux véhicules. D'autres enjeux de l'aménagement sont présentés à l'annexe D.1

À prévoir dans l'aménagement du site

- Équipement de protection tel que des bollards, surtout pour des bornes loin de l'édifice.
- Signalisation indiquant que la zone est réservée aux véhicules en recharge : peinture au sol et affiches.
- Si retenu dans la planification : abri auto (carport) pour la zone de recharge.

Le contrôle d'accès à la recharge

Des technologies de contrôle d'accès aux bornes sont disponibles sous différentes formes, dont les cartes d'accès ou les applications mobiles. L'intégration de ces options peut toutefois faire augmenter significativement les coûts d'acquisition et d'administration de l'infrastructure de recharge. Le gestionnaire devrait comparer cet investissement aux pertes potentielles liées aux situations qu'il souhaite éviter en optant pour un tel contrôle technologique. Une recharge par un utilisateur non autorisé pourrait certes occasionner quelques dollars en frais d'électricité, mais, est-ce que l'éventualité d'un tel abus justifie les coûteux moyens qui doivent être mis en place pour l'éviter ? L'expérience du projet Flore démontre que les mécanismes de contrôle d'accès comportent généralement plus d'inconvénients que d'avantages.

Par exemple, un gestionnaire de commerce vise à dissuader un inconnu de recharger son véhicule sur la borne du commerce en dehors des heures d'opération de ce dernier. L'ajout d'une caméra de sécurité additionnelle et d'une enseigne peut représenter une solution moins coûteuse que l'achat d'une borne à contrôle d'accès.

C.5 Opération et gestion

Selon les trajets des véhicules de la flotte, le gestionnaire pourra possiblement profiter d'économies considérables grâce aux avantages de la plaque verte :

- Accès aux voies réservées.
- Exemptions de péage aux ponts de l'A25 et de l'A30⁷.
- Exemption de péage aux traversiers (pour le véhicule)⁸.
- Stationnement gratuit dans certaines municipalités.

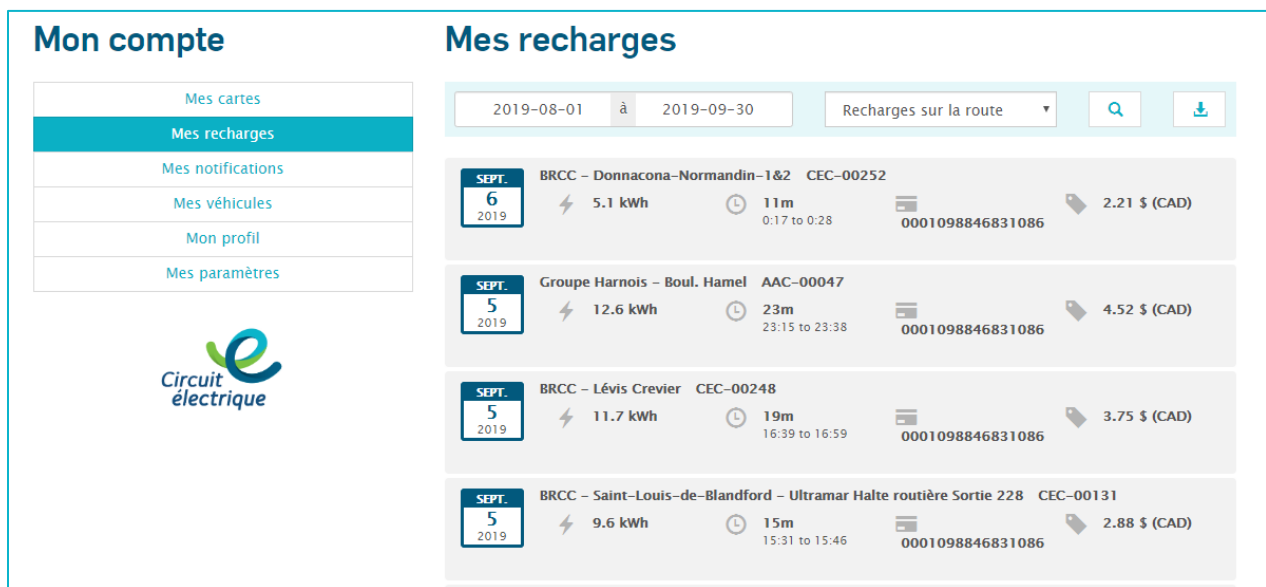
Le gestionnaire voudra aussi évaluer et chiffrer les économies indirectes non négligeables liées la gestion de la flotte et la productivité des utilisateurs :

- Réduction des coûts liés à la gestion : rapport de dépense simplifiée (recharges publiques à l'aide d'un seul compte).
- Approvisionnement simplifié : brancher le véhicule et retourner au travail est une opération plus simple et rapide que de faire le plein du réservoir à essence.
- Réduction du potentiel d'abus de la part des employés : pas de vol d'essence ou de transactions frauduleuses.

Pas de gestion des pleins d'essence

Les véhicules d'une flotte électrique sont rechargés en entreprise et, pour les recharges à l'extérieur, les applications permettent de consulter et de télécharger l'historique des sessions. Ainsi, avec un compte d'entreprise, le gestionnaire a directement accès à l'information complète sur toutes les transactions : date, heure, durée énergie consommée, et coût. Les utilisateurs n'ont plus à cumuler les reçus à la pompe et compléter périodiquement un compte de dépense.

Figure C1 : Capture d'écran de l'historique d'un compte du Circuit électrique



⁷ Voir les sites www.a25.com et www.a30express.com

⁸ Voir le site www.traversiers.com

D. Complément d'information | Opérations

L'électrification d'une flotte change la façon d'utiliser les véhicules et nécessite de repenser l'aménagement, notamment pour faciliter la recharge. Le choix des équipements ainsi que de leur emplacement devrait rendre le branchement des véhicules le plus convivial et le plus confortable possible. De plus, il pourrait être intéressant de revoir certains aspects du fonctionnement de la flotte pour assurer la plus grande flexibilité possible. Par exemple, le gestionnaire peut profiter du projet pour passer d'un mode de gestion où chaque véhicule est dédié à un utilisateur spécifique à une gestion en bassin de véhicules où les utilisateurs choisissent un véhicule en fonction des besoins du jour (voir le [Guide pour l'électrification d'une flotte de véhicules](#)).

D.1 Aménagement du site

Avant de décider de l'aménagement du site (stationnement et recharge), le gestionnaire aura à visualiser le flot des véhicules selon l'utilisation et la recharge. Il doit incorporer les utilisateurs dans cette visualisation afin d'identifier les obstacles potentiels. Les utilisateurs devront développer le réflexe de brancher le véhicule après chaque utilisation. Pour ce faire, le gestionnaire aménagera le site de façon à minimiser la résistance et favoriser la discipline de recharge, tout en assurant l'efficacité du fonctionnement global de la flotte.

Exemples de questions pertinentes :

Est-ce que les véhicules partent et reviennent plusieurs fois par jour ?

Exemples : Service de livraison de produits sur commande (restaurant, pièces d'auto, etc.).

- Si oui, cela implique une zone facile d'accès et un aménagement favorisant des manœuvres plus simples pour les arrivées et départs (en ligne ou à angle).

Le port de charge des véhicules est-il à l'avant ou à l'arrière ?

Exemples : La Chevrolet Bolt EV se charge à l'avant, côté conducteur; une Tesla se charge à l'arrière, côté conducteur, la Kia Soul EV se charge à l'avant, au centre.

- Cela détermine si les véhicules seront stationnés par l'avant ou à reculons.
- Cela peut impliquer de choisir des bornes ayant un câble plus long.

Y a-t-il suffisamment de place pour prévoir une case supplémentaire à chaque borne ou à plusieurs bornes ?

- Cela permet d'éviter à un utilisateur d'avoir à déplacer un véhicule dont la recharge est terminée pour pouvoir brancher le sien.
- Cela permet également la recharge en rotation, si le contexte d'utilisation s'y prête : l'utilisateur qui part débranche sa voiture et branche celle qui est placée en attente dans la case à côté.

Est-il possible de prévoir un abri pour la zone de recharge ?

- Un tel aménagement favorise la discipline à la recharge en fournissant les meilleures conditions possibles pour le confort des utilisateurs.
- Un abri réduit également les risques de bris par les équipements de déneigement.

Comment les bornes seront-elles déneigées?

- Ce service additionnel devra être inclus dans votre planification de déneigement, qu'il soit assuré par un service interne ou par un entrepreneur
- Les responsables du déneigement devront être vigilants pour ne pas endommager un câble, en utilisation ou mal rangé, qui se trouverait sous la neige. Il faudra les sensibiliser au fait que les dommages aux bornes et aux véhicules peuvent être onéreux tant en réparations qu'en perte de productivité.
- Il faudra enlever la neige autour des bornes et s'assurer que les câbles et les pistolets soient correctement rangés pour éviter qu'ils se trouvent enfouis.
- Il faut éviter aux utilisateurs d'avoir à marcher dans la neige épaisse pour accéder à la borne.

Quelle signalisation sera prévue pour indiquer que la zone est réservée aux véhicules électriques autorisés seulement ?

On souhaite éviter qu'un véhicule à essence ou qu'un véhicule électrique non autorisé occupe l'espace de stationnement dédié à la recharge.

- La signalisation doit être claire et tout écart de conduite devrait être adressé rapidement.
- Prévoir un affichage près de chaque borne et autour de la zone de recharge.
- Le marquage au sol peut également être envisagé, mais l'expérience montre le manque de durabilité de cette solution.

L'espace disponible permet-il une manœuvre souple pour l'arrivée et le départ des véhicules ?

- Suivant l'angle de giration et le braquage du véhicule, un dégagement doit être planifié pour faciliter les manœuvres.

L'électrification de la flotte peut être l'occasion d'améliorer les procédures en place. Les utilisateurs apprécieront les gains en efficacité ou en flexibilité. La résistance à la transition électrique sera moins grande si certains avantages s'ajoutent à l'équation.

D.2 Impact sur l'organisation du travail

Un projet d'électrification réussi ne se limitera pas au remplacement de véhicules à essence par des véhicules électriques. Il peut être intéressant d'aborder le projet sous un autre angle en visant plutôt comme but premier le remplacement de l'essence utilisée pour les déplacements des utilisateurs par l'énergie électrique. De façon plus concrète, les 20 000 litres d'essence brûlés par les véhicules thermiques pour rouler un total de 250 000 km seront remplacés par 50 000 kWh utilisés par des voitures électriques pour déplacer les utilisateurs sur ces mêmes 250 000 km. Pour répartir efficacement l'énergie en fonction des besoins des utilisateurs, le nombre total de véhicules ne sera pas nécessairement le même et le mode de fonctionnement pourrait être modifié. Le flot du travail sera planifié en fonction de l'énergie consommée pour les trajets des utilisateurs, de l'énergie nécessaire aux prochains trajets et des périodes de recharge disponibles. Les utilisateurs ne doivent pas avoir à attendre la recharge d'un véhicule, mais toujours avoir accès à un véhicule disposant de suffisamment d'énergie pour les besoins du jour.

Comme décrit dans le [Guide pour l'électrification d'une flotte de véhicules](#) à la section concernant les opérations, changer de mode de fonctionnement peut se montrer bénéfique.

E. Analyse | L'environnement

Le secteur des transports est indéniablement l'un des plus grands émetteurs de gaz à effet de serre (GES) et autres polluants atmosphériques. L'électrification des flottes commerciales et institutionnelles peut contribuer de façon significative à l'atteinte des objectifs de réduction de GES du Québec et à l'amélioration de la qualité de l'air. L'entreprise qui s'engage dans un processus d'électrification de sa flotte pose donc un geste positif pour la société et pour l'environnement.

E.1 GES

Selon les plus récentes données disponibles (2015), le secteur des transports est le plus grand émetteur de GES au Québec avec 41,7 % des émissions québécoises⁹. Près des deux tiers des émissions de ce secteur proviennent des automobiles et des camions légers. Au Canada, le secteur des transports émet 28% des émissions totales de GES (statistique de 2017)¹⁰.

Le Québec utilise de plus en plus de pétrole en provenance du Canada, incluant le pétrole issu des sables bitumineux de l'Alberta. Les émissions de GES de cette industrie ont augmenté de 125% entre 2015 et 2017. La production de pétrole bitumineux en Alberta pollue davantage que le Québec au complet¹¹. Le Québec importe également du pétrole de schiste des États-Unis¹². Ces sources non conventionnelles de pétrole sont beaucoup plus polluantes que les sources conventionnelles.

⁹ Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre en 2015 et leur évolution depuis de 1990.

<http://www.environnement.gouv.qc.ca/changements/ges/2015/inventaire1990-2015.pdf>

¹⁰ Rapport d'inventaire national 1990-2017 : Sources et puits de gaz à effet de serre au Canada : <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/services/changements-climatiques/emissions-gaz-effet-serre/inventaire.html>

¹¹ <https://www.lapresse.ca/actualites/environnement/201904/17/01-5222501-le-petrole-albertain-plus-polluant-que-tout-le-quebec.php>

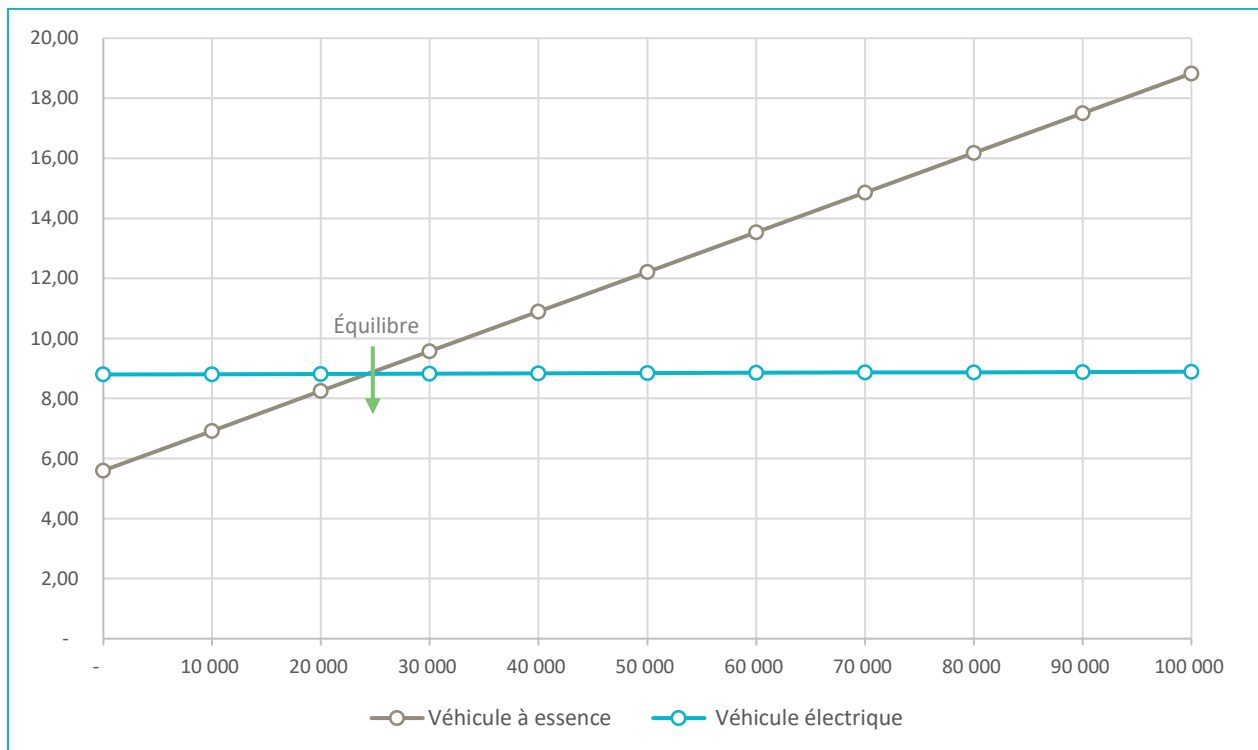
¹² <https://lactualite.com/lactualite-affaires/le-nouveau-visage-du-petrole-au-quebec/>

Toutefois, partout sur la planète la production d'électricité issue de sources renouvelables est à la hausse et l'électricité produite au Québec est une des énergies les plus propres au monde, issue à 98% de sources renouvelables. Également, le gouvernement du Québec s'est engagé à réduire les émissions de GES de 37,5% sous le niveau de 1990 d'ici 2030.¹³

L'analyse du cycle de vie de la voiture électrique au Québec, incluant la fabrication du véhicule, démontre que les émissions de GES sont réduites de 65% par rapport au bilan associé à une voiture à essence après 150 000 kilomètres d'opération. Après 300 000km, cette réduction grimpe à 80%.¹⁴

En termes d'émissions de GES, bien que la production d'un véhicule électrique soit plus polluante que celle d'un véhicule à essence, la réduction des émissions liées à l'utilisation du véhicule est telle que le bilan GES de la voiture électrique devient plus petit que celui de la voiture à essence après moins de 25 000 kilomètres dans certains cas.

Figure E1 Bilan des GES, en tonnes de CO2 équivalent, en fonction de la distance parcourue au Québec et selon de type de véhicule.¹⁵



¹³ <http://www.environnement.gouv.qc.ca/changementsclimatiques/engagement-quebec.asp>

¹⁴ <https://www.hydroquebec.com/data/developpement-durable/pdf/analyse-comparaison-vehicule-electrique-vehicule-conventionnel.pdf>

¹⁵ Données utilisées pour ce graphique : Bilan des émissions liées à la fabrication 5,6t pour le véhicule à essence et 8,8t pour le véhicule électrique. Consommation des véhicules : 5,8L/100km et 21kWh/100km. <https://www.hydroquebec.com/data/developpement-durable/pdf/analyse-comparaison-vehicule-electrique-vehicule-conventionnel.pdf>

E.2 Polluants atmosphériques

Outre les GES, les moteurs à combustion émettent d'autres polluants atmosphériques nuisibles à la santé humaine dont les oxydes d'azote (NOx), les matières particulaires (PM), le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils (COV). La pollution de l'air liée à la circulation a des effets sur la santé, notamment l'aggravation des symptômes de l'asthme, l'apparition de l'asthme chez les enfants, le cancer du poumon, la réduction de la fonction pulmonaire, les maladies du cœur et le risque accru de mort par cardiopathie.¹⁶

« Les gaz d'échappement des moteurs à essence (GEE) sont une source importante de principaux contaminants atmosphériques considérés comme ayant des effets nocifs sur la santé humaine et qui comprennent la matière particulaire fine (PM_{2,5}), l'ozone troposphérique (O₃), le dioxyde d'azote (NO₂), les composés organiques volatils (COV) et le monoxyde de carbone (CO). Les GEE se composent en outre d'aérocontaminants toxiques considérés comme cancérogènes à l'échelle internationale, dont le benzène et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). »¹⁷

« Les émissions des moteurs à essence sur route et hors route, par leur contribution aux concentrations des principaux contaminants atmosphériques dans l'air ambiant, entraînent des impacts notables sur la santé de la population de même que des coûts sociétaux importants au Canada. [...] En 2015, le coût total pour la société associé aux émissions des moteurs à essence sur route et hors route est estimé à 7,3 milliards de dollars. »¹⁸

Tableau E1 : Principaux polluants émis par les véhicules à essence comparés aux émissions des véhicules électriques.

Véhicules à essence	Véhicules électriques
Matière particulaire fine (PM _{2,5}) Ozone troposphérique (O ₃) Oxydes d'azote (NOx) Composés organiques volatils (COV) Monoxyde de carbone (CO) Benzène Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)	Aucune émission de polluants pendant l'utilisation

¹⁶ <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/qualite-air/trafic-routier-et-pollution-atmospherique.html#a2>

¹⁷ Et ¹⁸ Évaluation des risques pour la santé humaine des gaz d'échappement des moteurs à essence
http://publications.gc.ca/collections/collection_2017/sc-hc/H144-52-2017-fra.pdf

E.3 Batteries

D'une certaine façon, la batterie d'un véhicule électrique aura trois vies. La première est son utilisation dans le véhicule électrique. Bien que généralement couverte par une garantie de 8 ans/160 000 km, la durée de vie de la batterie peut s'étendre bien au-delà de la période de cette période. La plupart des batteries pourront être utilisées pour la durée de vie complète du véhicule et pourront ensuite servir de batterie stationnaire (2^e vie).

Applications pour batteries stationnaires :

- Alimenter des maisons, des hôpitaux, des entreprises, etc. lors de pannes d'électricité.
- Emmagasinier l'énergie pour pallier les demandes liées aux pointes d'utilisation.
- Emmagasinier l'énergie produite par les éoliennes ou les panneaux solaires.

La disponibilité de batteries stationnaires réutilisées en 2^e vie facilitera et accélèrera la transition vers les énergies renouvelables. Ces batteries continueront ainsi à contribuer à la réduction globale des émissions de GES.

Enfin, après avoir servi de batterie de traction dans un véhicule, puis de batterie stationnaire, la batterie sera recyclée. La plupart des composantes des batteries sont recyclables. Cet enjeu ne se posera pas de problème de taille avant de nombreuses années, mais déjà les technologies actuelles permettent de recycler 75 % de la masse des cellules de batterie. Les métaux contenus dans les électrodes et leurs revêtements ont une grande valeur et leur recyclage consomme moins d'énergie que de les extraire du sol.¹⁹. D'ailleurs, ce créneau d'activité industrielle est présentement en développement au Québec.

¹⁹ <https://ici.radio-canada.ca/nouvelle/1096993/defi-recyclage-batterie-voiture-electrique>

F. Abréviations

BRCC : Borne de recharge rapide à courant continu

GES : Gaz à effet de serre

kW : Kilowatt

kWh : Kilowattheure

kWh/100 km : Kilowattheure par 100 kilomètres

VÉ : Véhicule électrique