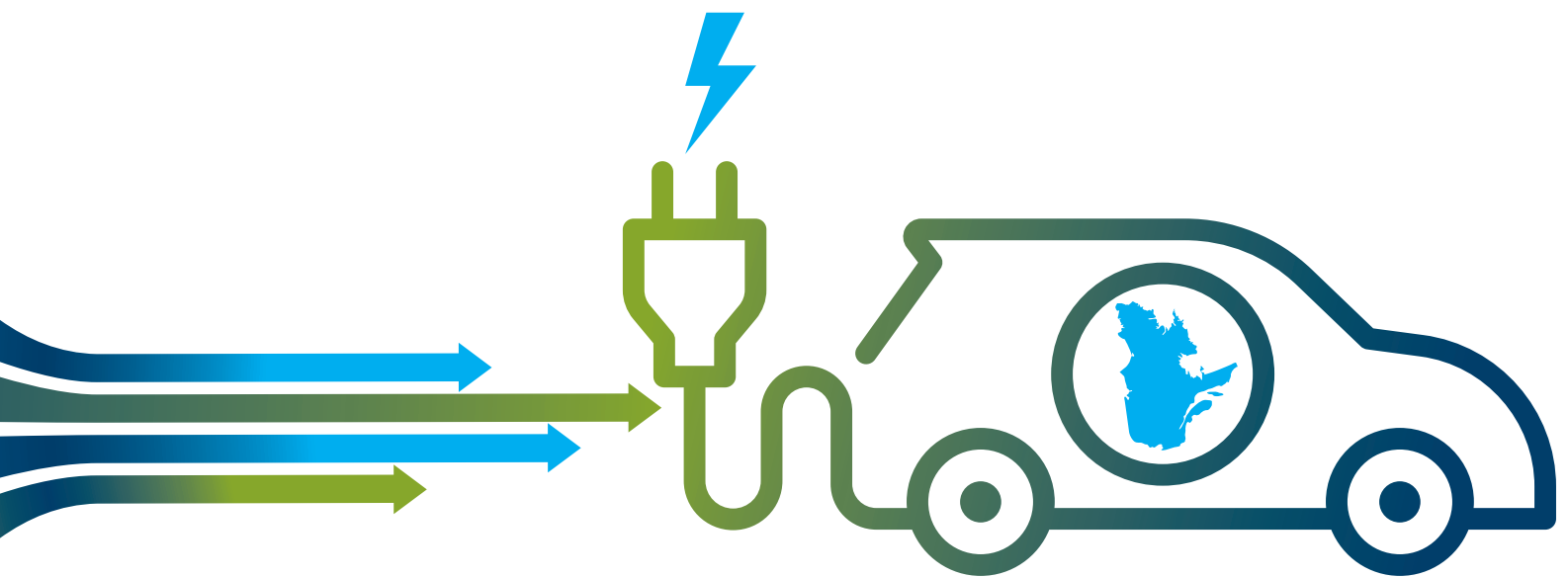


DÉPLOIEMENT DES BORNES DE RECHARGE RAPIDE AU QUÉBEC

ÉTAT DES LIEUX ET ENJEUX



AUTEURS

Pierre-Olivier Pineau et **Olutoyin Rahimy**

Chaire de gestion du secteur de l'énergie, HEC Montréal

À PROPOS DE LA CHAIRE DE GESTION DU SECTEUR DE L'ÉNERGIE, HEC MONTRÉAL

La Chaire de gestion du secteur de l'énergie de HEC Montréal a pour mission d'accroître les connaissances sur les enjeux liés à l'énergie dans une perspective de développement durable, d'optimisation et d'adéquation entre les sources d'énergie et les besoins de la société. Les activités de la Chaire sont rendues possibles grâce au soutien de ses partenaires : Boralex, Enbridge, Énergie Valero, Énergir, Evolugen, Greenfield Global, Hydro-Québec, WSP et le ministère de l'Énergie et des Ressources naturelles.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'Association des distributeurs d'énergie du Québec (ADEQ), Hydro-Québec, Daniel Breton et Sylvain Audette pour des commentaires fournis sur des versions précédentes de ce document.

Chaire de gestion du secteur de l'énergie | HEC Montréal

3000, chemin de la Côte-Sainte-Catherine

Montréal (Québec) H3T 2A7 Canada

energie.hec.ca

Twitter : @HECenergie

Infographie et mise en page : Brigitte Ayotte (Ayograph)

©2021 HEC Montréal. Tous droits réservés pour tous pays. Toute traduction et toute reproduction sous quelque forme que ce soit sont interdites. Cette étude n'engage que la responsabilité des auteurs.

Images de base pour la couverture : DepositPhotos / Shutterstock

Sommaire exécutif

Si l'importance des bornes de recharge rapide fait l'unanimité pour la diffusion des véhicules électriques (VÉ), le modèle à suivre pour leur déploiement viable à long-terme reste à identifier. Au Québec, le Circuit électrique est l'initiative la plus importante dans la recharge rapide avec plus de 300 bornes en opération, grâce à un modèle d'affaire reposant sur les ventes résidentielles d'électricité. C'est le désir d'avoir un service public de recharge rapide qui a mené à cette approche. À l'horizon 2030, on estime cependant qu'il faudra autour de 7 500 bornes rapides au Québec, soit beaucoup plus que ce qui existe et même prévu. Il est donc essentiel de bien réfléchir au modèle de déploiement de ces bornes pour la décennie à venir.

Ce rapport présente l'état des lieux et les principaux enjeux du déploiement de bornes rapides au Québec. Les bornes rapides sont ainsi principalement situées dans des stationnements (de commerce ou d'institutions) et seulement 22 % dans des stations-service. Ces dernières sont cependant reconnues dans les études sur l'emplacement des bornes rapides comme étant les lieux les plus importants et présentent plusieurs atouts. Elles ont des **emplacements stratégiques**, leurs **services connexes** aident à occuper le temps de recharge et elles pourraient être une excellente **vitrine de l'électrification**. De plus, si le **service essentiel** qu'elles offrent (soit l'approvisionnement en énergie pour la mobilité) disparaissait trop soudainement, cela créerait des enjeux autour d'une transition énergétique harmonieuse et équitable.

La rentabilisation des bornes rapides est un enjeu pour tous les opérateurs. Il doit être résolu pour assurer le développement accéléré, mais optimal, d'un réseau de bornes rapides qui permettra de soutenir les ambitions d'électrification de la province d'ici 2030. Pour s'assurer que ce déploiement soit le plus efficace possible, nous mettons de l'avant trois recommandations.

- **Recommandation 1 : Concertation.** Établir une table de concertation sur le déploiement des bornes de recharge réunissant les principaux acteurs du secteur (distributeurs de produits pétroliers, associations d'automobilistes, acteurs du secteur de la vente au détail/immobilier et Circuit électrique/Hydro-Québec).
- **Recommandation 2 : Soutien à l'investissement dans les bornes rapides.** Élaborer une forme de soutien au déploiement des bornes rapides qui permette de réduire le risque d'achalandage pour ceux qui font le choix de les offrir à leurs clients.
- **Recommandation 3 : Explorer davantage les modèles de rentabilité.** Pour ceux qui accueillent les bornes rapides, la vente d'énergie électrique (kilowattheures) ne pourra pas être la source de revenu pour rentabiliser les bornes rapides. Davantage d'analyses et de recherche doivent être faites pour trouver un modèle d'affaire à la fois attrayant pour les usagers, rentable pour les opérateurs et compatible avec les objectifs du Circuit électrique.

Table des matières

Sommaire exécutif	I
Table des matières	II
Introduction	1
1 État des lieux de la recharge rapide au Québec	2
Nombre de bornes de recharge rapide	2
L'emplacement des bornes rapides du Circuit électrique	3
L'utilisation des bornes du Circuit électrique	5
2 Enjeux du déploiement	8
Nombre de bornes rapides : un grand défi à venir	8
Lieux de recharge : déclin de la domination du domicile ?	8
Emplacement des bornes	9
Coûts et rentabilité des bornes de recharge rapide	10
3 Conclusion et recommandations	18
Références	20
Annexe 1 Types de bornes de recharge	22

Introduction

L'angoisse de la panne (range anxiety en anglais) est reconnue comme une barrière à l'adoption des véhicules électriques (VÉ)¹. L'autonomie des VÉ, tout comme celle des voitures conventionnelles, est en effet limitée. Ce sont cependant les contraintes sur la recharge des batteries qui posent problèmes, par rapport aux véhicules à essence : l'accès aux bornes de recharge est encore problématique dans certains endroits et le temps de recharge est plus long.

Le Québec mise beaucoup sur le Circuit électrique d'Hydro-Québec pour offrir des opportunités de recharge aux électromobilistes et ainsi soutenir l'adoption des VÉ. Le Circuit électrique offre un réseau de plus de 2 500 bornes de recharge, dont plus de 300 bornes rapides². Seulement 22 % des bornes rapides sont cependant localisées dans les stations-service du Québec, là où les québécois ont l'habitude de faire le plein d'énergie pour assurer l'autonomie souhaitée à leur véhicule. Les bornes rapides sont en majorité dans des stationnements publics, des restaurants ou des institutions financières. Uniquement 39 stations-service du Québec (sur environ 2 800³) ont des bornes de recharge rapide.

Ce rapport explore la problématique de la localisation des bornes de recharge rapide et discute différents enjeux liés à leur déploiement au Québec. L'objectif du rapport est de présenter des informations sur ces questions, pour amorcer une réflexion sur les bonnes approches soutenant le déploiement accéléré de bornes rapides. En effet, d'ici 2030, il faudra passer de 300 à autour de 7 500 bornes rapides pour répondre aux ambitions d'électrification des transports du gouvernement : 1,5 millions de véhicules électriques (MELCC, 2020).

Pour atteindre l'objectif qu'il se donne, le rapport procède en deux étapes. D'abord nous présentons un état des lieux des bornes de recharge rapide au Québec, en détaillant leur emplacement et leur utilisation. Ensuite, nous analysons les principaux enjeux du déploiement des bornes rapides : notamment le nombre requis et leur rentabilité.

Nous concluons avec une série de recommandations, visant à soutenir le déploiement des bornes rapides au Québec dans un optique d'une plus grande viabilité financière et d'une transition énergétique plus harmonieuse.

¹ Voir Noel et al. (2019), par exemple, qui passe en revue les barrières à l'adoption des VÉ et propose une étude de la nature de l'angoisse de la panne et comment elle est utilisée pour freiner l'adoption des VÉ.

² Voir Circuit électrique (2020b).

³ Voir Régie de l'énergie (2020).

1 | État des lieux de la recharge rapide au Québec

Même s'il existe plusieurs acteurs dans la recharge rapide au Québec, le Circuit électrique est le joueur dominant du secteur. Le Circuit électrique, géré par Hydro-Québec, a été inauguré le 30 mars 2012. Il est le « premier réseau de bornes de recharge publiques pour véhicules électriques du Canada. Il offre la recharge à 240 volts et à 400 volts. Les bornes sont installées dans les stationnements de ses nombreux partenaires partout au Québec et dans l'Est de l'Ontario » (Circuit électrique, 2020a).

Le Circuit électrique est au cœur du déploiement des infrastructures de recharge au Québec. À la suite de la création de ce réseau, le gouvernement provincial a formalisé le rôle d'Hydro-Québec dans cette voie à travers un décret gouvernemental de juin 2015 demandant à Hydro-Québec d'explicitier dans son plan stratégique sa contribution à « l'électrification des transports, notamment en ce qui concerne le déploiement des infrastructures permettant l'alimentation des véhicules électriques »⁴. Dans la politique énergétique 2030 publiée en 2016, le gouvernement indique qu'il faut « des bornes de recharge en nombre suffisant dans les lieux publics et le long des grands axes routiers partout sur le territoire » (Gouvernement du Québec, 2016). Cette volonté jette les bases d'un service public pour la recharge, dont le financement – en ce qui concerne les bornes rapides – est rendu possible grâce à la *Loi favorisant l'établissement d'un service public de recharge rapide pour véhicules électriques*, adoptée en 2018. Cette loi attribue directement à Hydro-Québec une responsabilité à cet égard et permet à la Régie de l'énergie de tenir compte, dans la fixation des tarifs de distribution d'électricité, des revenus requis par Hydro-Québec pour assurer l'exploitation d'un tel service.

Le déploiement des bornes de recharge rapide du Circuit électrique n'est ainsi pas une décision d'affaire basée sur la rentabilité directe des infrastructures de recharge, mais une direction de développement choisie par Hydro-Québec et demandée par son actionnaire. Cet engagement peut sembler naturel étant donné la position dominante d'Hydro-Québec comme producteur d'électricité renouvelable et de distributeur d'électricité provincial. Ce choix n'a cependant pas été justifié par des analyses rendues publiques qui expliqueraient comment développer le réseau de bornes de recharge rapide pour que le secteur soit ouvert et durable, notamment sur le plan financier.

Dans cette première partie, nous passons en revue l'état des lieux des bornes de recharge rapide, en détaillant leur nombre, leur emplacement et leur utilisation.

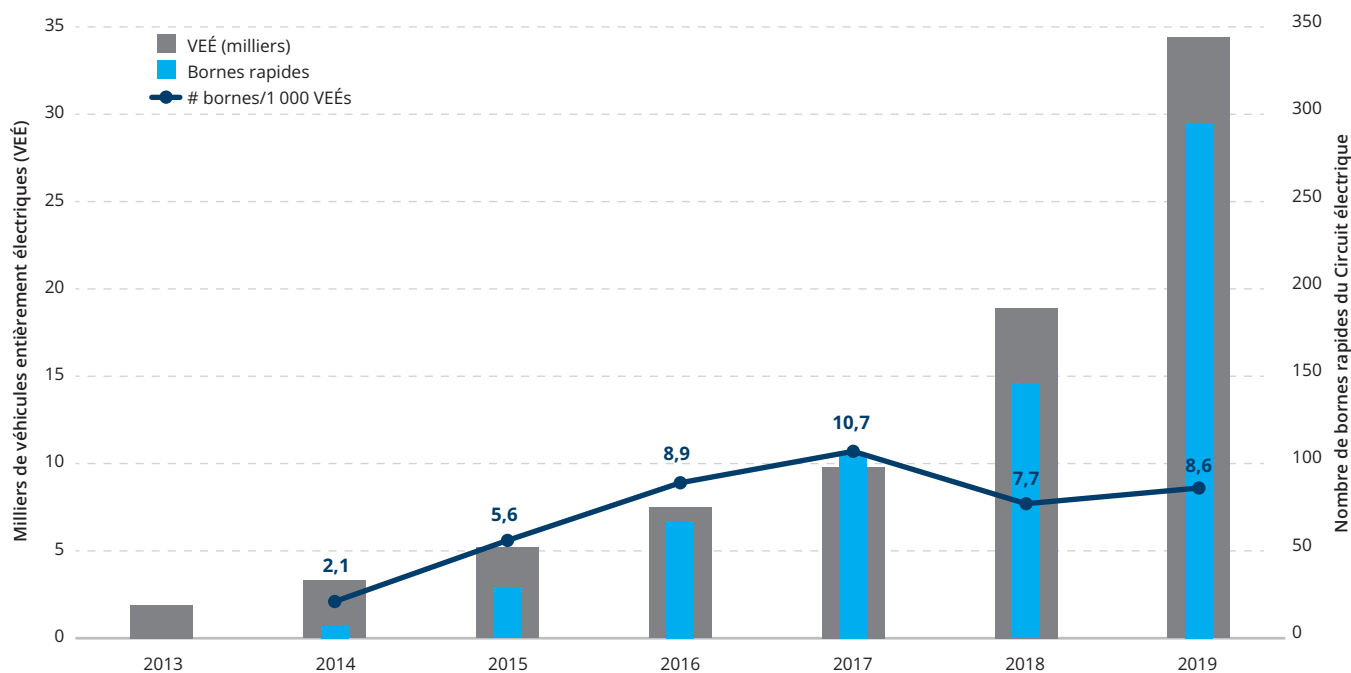
Nombre de bornes de recharge rapide

La croissance des ventes de véhicules électriques (VÉ), notamment celle des véhicules entièrement électriques (VEÉ)⁵, implique l'installation d'infrastructures de recharge. Celles-ci peuvent être dans les résidences des propriétaires de VÉ, au travail ou dans des lieux publics. Comme le montre le graphique 1, l'augmentation du nombre de VEÉ depuis 2013 s'est accompagnée ces dernières années d'une augmentation du nombre de bornes de recharge rapide.

⁴ Voir le décret 579-2015 du 30 juin 2015 concernant la forme, la teneur et la périodicité du plan stratégique d'Hydro-Québec (Gouvernement du Québec, 2015).

⁵ Les VEÉ n'ont pas de moteur à essence comme les véhicules hybrides, branchables ou non-branchables.

GRAPHIQUE 1 | VEÉ IMMATRICULÉS AU QUÉBEC AU 31 DÉCEMBRE, BORNES RAPIDES DU CIRCUIT ÉLECTRIQUE ET NOMBRE DE BORNES RAPIDES PAR 1 000 VEÉ, 2013-2019 (SAAQ, 2013-2019; HYDRO-QUÉBEC, 2020A)



Le Circuit électrique comptait 295 bornes rapides à la fin 2019. Cela correspond à un ratio de 8,6 bornes rapides par 1 000 VEÉ. En constante croissance, le nombre de bornes rapides en septembre 2020 était de 332 dans le Circuit électrique (Circuit électrique, 2020b). D'autres bornes rapides sont aussi disponibles au public, mais elles sont cependant moins bien répertoriées et sont en nombre inférieur à celles du Circuit électrique. L'Association des Véhicules Électriques du Québec (AVÉQ) recense 423 bornes de recharge à courant continu au Québec en septembre 2020, incluant les 332 bornes rapides du Circuit électrique (représentant 78 % du total). En ajoutant les 163 superchargeurs de Tesla (AVÉQ, 2020), qui sont réservés aux propriétaires de véhicules Tesla, il y avait 586 bornes rapides publiques ou semi-publiques (pour les superchargeurs Tesla) au Québec en septembre 2020. Notons que le nombre relativement important de superchargeurs de Tesla est réparti entre seulement 14 sites à travers le Québec, offrant une couverture limitée (Tesla, 2020a). En comparaison, les bornes rapides du Circuit électrique sont présentes sur 216 sites (tableau 1).

Étant donné l'importance du réseau de bornes du Circuit électrique, son rôle de leader dans le déploiement de ces bornes et l'absence d'information détaillée sur les autres bornes rapides, l'analyse qui suit se concentre sur le réseau de bornes rapides du Circuit électrique.

L'emplacement des bornes rapides du Circuit électrique

Les 332 bornes rapides du Circuit électrique sont réparties sur le territoire québécois de manière à viser à offrir un service accessible partout au Québec. Ces bornes se retrouvent dans 216 sites différents, avec en moyenne 1,54 bornes rapides par site.

Le tableau 1 et le graphique 2 illustrent les types d'emplacement où les bornes du Circuit électrique sont installées. Les emplacements précis de toutes les bornes de recharge du Circuit électriques sont disponibles dans une base de données (Circuit électrique, 2020b). Leur classification par type d'emplacement a été réalisée par

les auteurs⁶. Ce sont d'abord les stationnements (municipaux ou institutionnels) qui accueillent le plus grand nombre de sites de recharge (61) et de bornes de recharge (79 ou près de 24 % des bornes). Viennent ensuite les stations-service (presque 22 % des bornes) et les restaurants (18 % des bornes, surtout dans les restaurants St-Hubert). Les institutions financières (Desjardins uniquement) accueillent 13 % des bornes. Ces quatre types d'emplacement représentent plus du trois-quarts des bornes (76 %).

TABLEAU 1 | NOMBRE DE BORNES ET SITES DU CIRCUIT ÉLECTRIQUE PAR TYPE D'EMPLACEMENT (CIRCUIT ÉLECTRIQUE, 2020B; CLASSIFICATION PAR SITE DES AUTEURS)

	Nombre de BRCC	Nombre de sites	Bornes par site	Proportion des bornes
Stationnement	79	61	1,30	23,8 %
Station-Service	72	39	1,85	21,7 %
Restaurant	60	33	1,82	18,1 %
Institution financière	43	25	1,72	13,0 %
Centre d'achat	30	20	1,50	9,0 %
Bureau touristique	24	22	1,09	7,2 %
Aréna-bibliothèque	22	14	1,57	6,6 %
Hôtel	2	2	1,00	0,6 %
Total général	332	216	1,54	

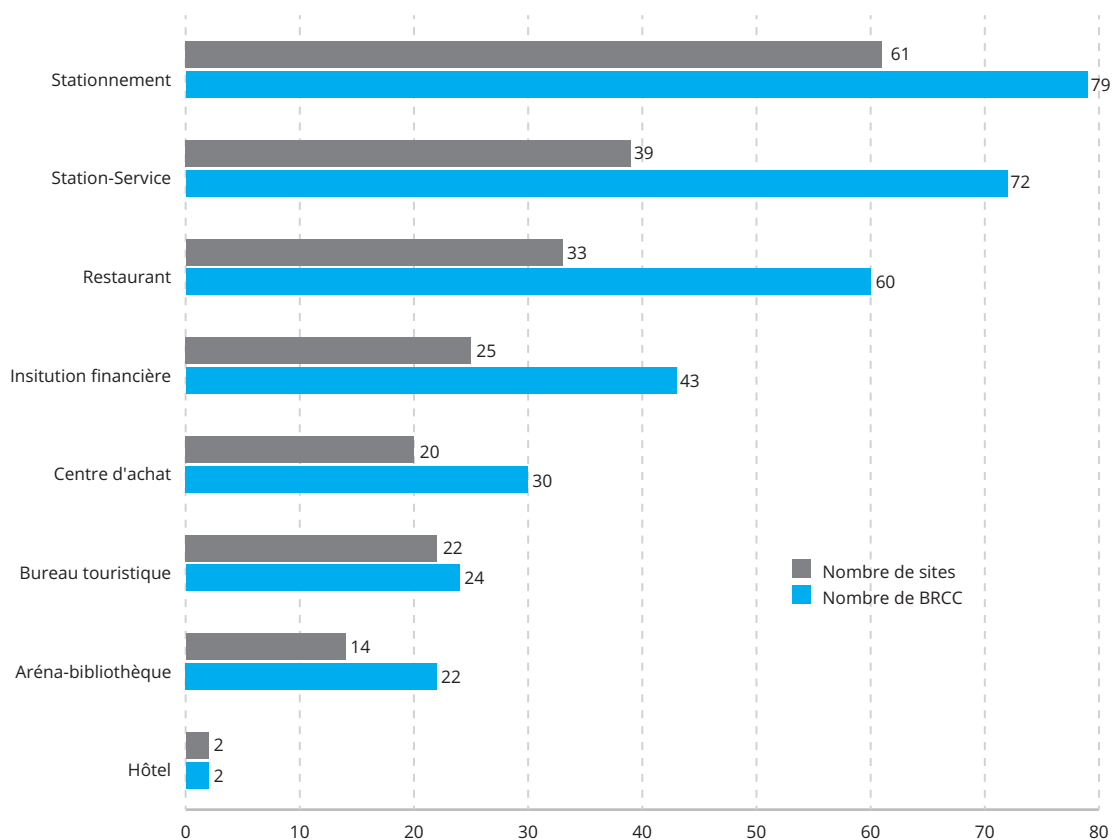
Les sites de recharge offrent en moyenne 1,54 bornes rapides pour la recharge des VÉ. Le nombre de bornes varie de 1 à 5 bornes par site. Près du deux tiers des sites n'ont qu'une seule borne rapide (voir tableau 2).

TABLEAU 2 | RÉPARTITION DES SITES DE RECHARGE ET DES BORNES RAPIDES DU CIRCUIT ÉLECTRIQUE PAR NOMBRE DE BORNES RAPIDES DES SITES (CIRCUIT ÉLECTRIQUE, 2020B)

Nombre de bornes sur le site	Nombre de sites		Nombre de bornes	
1	133	62 %	133	40 %
2	67	31 %	134	40 %
3	1	0 %	3	1 %
4	13	6 %	52	16 %
5	2	1 %	10	3 %
	216	100 %	332	100 %

⁶ Dans la plupart des cas, les noms des sites indiquent clairement le type d'emplacement. Par exemple les partenaires « Desjardins » et « St-Hubert » permettent de savoir que la borne est localisée dans une institution financière et un restaurant, respectivement. Lorsque le nom du site était ambigu, une recherche de l'adresse du site sur Google Map (en mode « Street view ») a permis de faire une analyse visuelle du site et d'attribuer un type d'emplacement. Il est à noter qu'une certaine subjectivité est présente dans cette attribution : par exemple certains sites de la catégorie « stationnement » sont à proximité de commerces et pourraient être associés à des « centres d'achat », bien qu'à proprement parler ces commerces ne constituent pas un tel centre.

GRAPHIQUE 2 | TYPE D'EMPLACEMENT DES BORNES RAPIDES DU CIRCUIT ÉLECTRIQUE : NOMBRE DE SITES ET NOMBRE DE BORNES (CIRCUIT ÉLECTRIQUE, 2020B; CLASSIFICATION PAR SITE DES AUTEURS)



L'utilisation des bornes du Circuit électrique

Dans la stratégie actuelle de déploiement des bornes de recharge au Québec du Circuit électrique, beaucoup de bornes « lentes » ont été installées (bornes de niveau 2, voir l'annexe 1 pour plus de détails sur les types de bornes) et un nombre croissant de bornes rapides. Le tableau 3 présente le nombre de bornes de niveau 2 et de bornes rapides du Circuit électrique, avec des informations sur les recharges moyennes. Les bornes de niveau 2 restent beaucoup moins fréquentées que les bornes rapides, bien que leur utilisation soit en progression importante : il y a ainsi cinq fois plus de recharges par borne lente en 2019 qu'en 2013 (voir graphique 3). Le graphique 3 illustre ainsi qu'en 2019 chaque borne de niveau 2 du Circuit électriques a été utilisée en moyenne moins de 24 fois par mois, alors que ce n'était que près de cinq fois par mois en 2013. Ce niveau d'utilisation représente toutefois moins d'une recharge par jour. Les bornes rapides sont beaucoup plus populaires avec près de 108 recharges par mois, par borne, en moyenne. Cela représente entre trois et quatre recharges par jour.

La grande différence entre les bornes de niveau 2 et les bornes rapides est le temps de recharge. Les utilisateurs semblent en effet recharger une quantité d'énergie équivalente dans toutes les bornes publiques, soit environ 10 kilowattheures (kWh), comme le tableau 3 le présente. Pour les bornes de niveau 2, c'est un peu moins d'énergie (9,4 kWh en 2019) alors qu'aux bornes rapides les VÉ vont en chercher davantage (13,8 kWh en 2019). Cette énergie permet de parcourir environ 50 kilomètres (sur la base d'une consommation d'environ 20 kWh pour parcourir 100 km⁷). Par contre, le temps passé par les VÉ aux bornes est très différent : plus de

⁷ Voir RNCan (2020) pour davantage de détails sur la consommation de tous les modèles de VÉ.

2h (121 minutes en 2019) pour les bornes de niveau 2, tandis que c'est uniquement une vingtaine de minutes (25,8 minutes en 2019) pour bornes rapides. Cette rapidité de recharge est évidemment très pratique pour les électromobilistes et permet aussi un plus grand nombre de recharge par borne pour les bornes rapides, comme l'illustre le graphique 3.

GRAPHIQUE 3 | UTILISATION DES BORNES DU CIRCUIT ÉLECTRIQUE : NOMBRE MOYEN DE RECHARGES PAR MOIS PAR BORNE⁸, AVEC MAXIMUM ET MINIMUM POUR LES BORNES RAPIDES, 2013-2019 (HYDRO-QUÉBEC, 2020A)

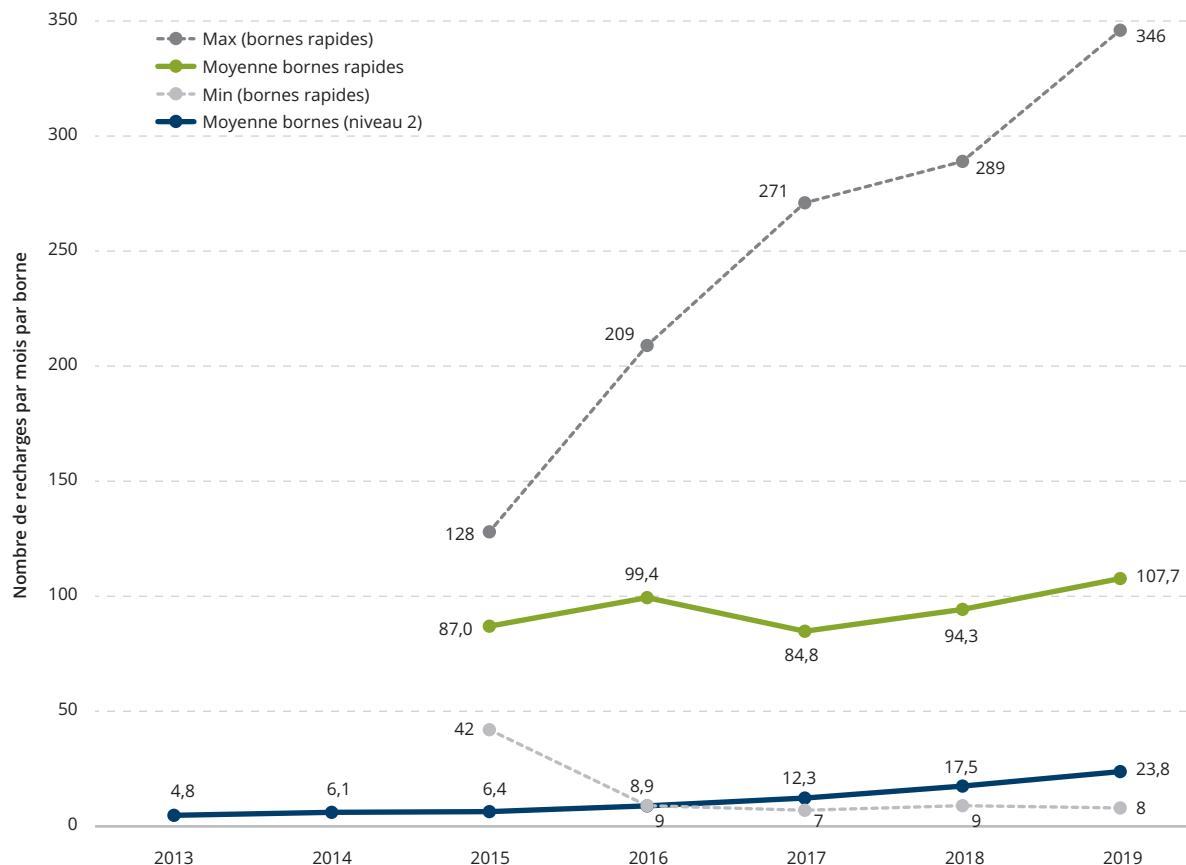


TABLEAU 3 | NOMBRE DE BORNES DU CIRCUIT ÉLECTRIQUE, ÉNERGIE MOYENNE CHARGÉE DANS LE VÉ (EN KWH) ET DURÉE MOYENNE DE LA RECHARGE (EN MINUTES), 2013-2019 (HYDRO-QUÉBEC, 2020A)

	Bornes de niveau 2			Bornes rapides		
	# de bornes	kWh	Durée (min.)	# de bornes	kWh	Durée (min.)
2013	98	9,0	126,0			
2014	217	9,5	121,8	7		
2015	418	9,8	123,6	29	10,7	21,6
2016	571	8,5	114,0	67	11,1	21,6
2017	1 011	8,5	121,2	105	11,2	22,2
2018	1 387	8,4	117,6	146	12,5	24,0
2019	1 983	9,4	121,2	295	13,8	25,8

⁸ Le nombre moyen de recharge est calculé sur le nombre de bornes en activité tout au long de l'année. Les bornes ayant été installées en cours d'une année ne sont pas considérées dans cette moyenne.

L'emphase du développement du Circuit électrique est maintenant surtout sur les bornes rapides, avec certaines annonces qui portent exclusivement sur ces bornes (Hydro-Québec, 2019b). On vise ainsi des efforts publics pour ajouter au moins 1 600 bornes rapides supplémentaires. Les bornes rapides, même si elles sont plus utilisées que les bornes de niveau 2, sont inégalement utilisées. Le graphique 3 indique que si la borne la plus utilisée a rechargé 346 VÉ par mois en 2019, celle la moins utilisée n'a fait que huit recharges en 2019. Avec une moyenne de près de 108 recharges par mois par borne, cela signifie qu'un bon nombre de bornes rapides ne sont pas très utilisées. Ces statistiques sont tout à fait compréhensibles, étant donné le mandat de service public du Circuit électrique, qui le mène à couvrir tout le territoire. Certaines bornes sont ainsi installées dans des régions peu peuplées avec moins de VÉ, où peu de clients viendront recharger leur voiture. Le Circuit électrique se doit néanmoins d'installer des bornes dans ces endroits, pour s'assurer de couvrir toutes les régions du Québec, comme son mandat l'exige.

2 | Enjeux du déploiement

Nombre de bornes rapides : un grand défi à venir

D'ici 2029, Hydro-Québec prévoit 635 000 VÉ sur les routes de la province (Hydro-Québec, 2019a), dont au moins la moitié devraient être des VEÉ. La politique énergétique 2030 du Québec vise quant à elle 1 million de VÉ, et le plus récent Plan pour une économie verte 2030 (PEV) vise 1,5 million de VÉ (MELCC, 2020). Avec un ratio de 10 bornes par 1 000 VEÉ⁹, ce sont donc environ 3 175 bornes rapides qui devraient être présentes au Québec en 2029, 5 000 en 2030 selon l'objectif de la politique énergétique 2030 et 7 500 selon le PEV. Les 1 600 bornes rapides supplémentaires annoncées par Hydro-Québec ne seront donc pas suffisantes. Ces ordres de grandeur pour un tel ratio sont aussi envisagés dans les études américaines sur les besoins d'infrastructure de recharge rapide – voir notamment Nicholas et al. (2019).

En partant des presque 600 bornes rapides déjà présentes au Québec évoquées dans la section précédente (bornes du Circuit électrique et des autres réseaux), ce sont donc entre 2 500 et près de 7 000 nouvelles bornes rapides qui sont à déployer dans les 10 années à venir, soit entre 250 et 700 bornes par année.

Il va donc falloir augmenter grandement le rythme d'installation, qui n'était que d'environ 150 bornes en 2019. Étant donné les coûts d'installation de ces infrastructures et leur importance dans l'électrification des transports, il est plus que souhaitable de déployer le plus efficacement possible ces bornes. Une réflexion approfondie et ouverte est nécessaire, d'autant plus que des fonds publics et collectifs devront inévitablement venir soutenir ce déploiement. C'est déjà le cas avec les subventions du gouvernement fédéral allant jusqu'à 50 000 \$ par borne rapide (RNCAN, 2020a) et l'implication d'Hydro-Québec, décrite plus tard dans la section sur le modèle d'affaire du Circuit électrique.

Lieux de recharge : déclin de la domination du domicile ?

Les bornes rapides seront d'autant plus nécessaires que la recharge des VÉ pourrait de moins en moins être faite au domicile des propriétaires des véhicules.

La proportion de recharges faite au domicile des propriétaires de VÉ est souvent estimée à 90 %, voir par exemple Hydro-Québec (2020b). Le reste des recharges se fait au travail et à travers les bornes publiques. Cette proportion très élevée de recharges à domicile est en partie expliquée par le fait que les propriétaires actuels de VÉ sont en général des personnes dans des tranches de revenus plus élevées¹⁰. Ce revenu plus élevé explique pourquoi ces individus ont aussi plus souvent des maisons unifamiliales avec stationnement que la moyenne de la population et des propriétaires d'automobile. Cela leur donne la possibilité d'installer une borne de recharge personnelle à leur domicile. Au fur et à mesure que le prix des VÉ va diminuer et que les VÉ vont gagner des parts de marché, la démographie des propriétaires va davantage ressembler à celle de la population. Forcément, une proportion moindre de propriétaires de VÉ aura une maison unifamiliale, et la possibilité de recharge à domicile sera davantage contrainte.

Lorsqu'une résidence n'a pas de stationnement privé, la recharge à domicile est beaucoup plus difficile. Cette problématique est particulièrement importante au Québec, parce que c'est la province canadienne où les maisons unifamiliales représentent la plus faible proportion des logements : seulement 45 % contre 54 % au Canada. Ce pourcentage tombe à 33 % à Montréal (Statistique Canada, 2017), où se trouvent 17 % des 5,7 millions de véhicules

⁹ Ce ratio est l'une des recommandations d'une étude sur le déploiement des bornes de recharges rapides en contexte Québécois (Proulx, 2014) se basant sur des cas existants (Japon, Pays Bas, Norvège, USA). Il correspond au ratio actuel de bornes rapides par rapport au nombre de VEÉ (voir graphique 1).

¹⁰ Au Québec, l'AVÉQ estime que le salaire moyen des propriétaires de VÉ est entre 70 000 et 80 000 \$ (AVÉQ, 2019), alors que le revenu moyen des québécois était de 42 157 \$ en 2017 (ISQ, 2020). C'est aussi le cas ailleurs : en Allemagne plus de 60 % des propriétaires de VÉ ont des revenus mensuels supérieurs à 3 000 euros, alors que ce n'est le cas que de 25 % de la population (Plötz et Dütschke, 2020).

en circulation sur les routes du Québec (SAAQ, 2019). Cela limite le potentiel de la recharge à domicile si les ménages ont un VEÉ. L'accès à des bornes de recharge rapide publiques sera particulièrement important pour ces ménages n'ayant pas cette possibilité de recharge à domicile.

Plusieurs études internationales montrent que la proportion de recharge à domicile est beaucoup plus faible pour ceux qui n'ont pas de maisons unifamiliales. Ainsi, dans un contexte américain, Nicholas et al. (2019) indique que 8 à 16 % des recharges se font dans des bornes publiques pour les propriétaires de VEÉ vivant dans des maisons unifamiliales, et que ce pourcentage augmente à 17-34 % pour ceux vivant dans des maisons attenantes. Il explose à 52-81 % pour les propriétaires de VEÉ vivant en appartement. Clairement, lorsque le nombre et la proportion de propriétaire de VEÉ vivant dans des maisons attenantes ou en appartement rejoindra celle observée pour les propriétaires de véhicule à essence, les bornes publiques devront jouer un rôle beaucoup plus important qu'actuellement.

La tendance est aussi vers une augmentation de la recharge dans les lieux publics, comme en témoignent les projections de la firme de consultants McKinsey. Dans leur scénario de développement de la recharge centrée sur le domicile des électromobilistes, l'énergie obtenue pour les VEÉ dans des bornes publiques passe de 13 à 26 % entre 2020 et 2030 aux États-Unis, et de 9 à 51 % dans l'Union Européenne (UE). En Chine, l'énergie pour les VEÉ venant de bornes publiques passerait de 67 à 81 % entre 2020 et 2030 (Engel et al., 2018). McKinsey développe aussi un scénario de recharge centrée sur les bornes publiques. Dans ce scénario, 47 % de l'énergie des VEÉ viendrait des bornes publiques en 2030 aux États-Unis (63 % dans l'UE et 88 % en Chine).

Clairement, même si le nombre requis de points de recharge varie selon les contextes¹¹, l'importance des bornes de recharge publiques sera de plus en plus grande dans les années à venir, avec l'augmentation de la prépondérance des VE dans le parc de véhicules et la part croissante des VEÉ parmi eux.

Emplacement des bornes

Étant donné le déclin possible de la recharge à domicile, le besoin des bornes rapides sera criant, et leur emplacement extrêmement important. Trois grandes familles de facteurs ont une influence sur le choix optimal de l'emplacement des bornes de recharge¹² :

- I. **Coûts et rentabilité des bornes de recharge.** Coûts d'installation et d'opération des bornes, qui peuvent varier selon l'emplacement, notamment à cause du coût immobilier.
- II. **Comportement des consommateurs.** Les aspects importants sont notamment les habitudes de mobilité et de recharge, les trajets effectués, les préférences individuelles pour les services connexes et les temps d'attente, etc.
- III. **Conditions d'approvisionnement en électricité.** La configuration du réseau de distribution électrique peut favoriser, ou non, l'installation de bornes de recharge à certains endroits. Une contrainte majeure est l'appel de puissance potentiellement important que les bornes rapides peuvent générer sur le réseau.

Si les coûts pour les opérateurs de bornes sont relativement connus (voir la prochaine section), la manière de rentabiliser cet investissement n'est pas évidente, surtout dans un contexte de marché naissant. C'est cependant une question importante pour assurer la pérennité du réseau de recharge.

¹¹ Voir sur ce sujet l'étude de Árpád Funke et al. (2019).

¹² Voir par exemple Zhang et al. (2019), qui font une revue de la littérature et des approches sur le problème de localisation des bornes de recharge.

Les choix optimaux d'emplacement sont aussi particulièrement délicats dans la mesure où le comportement des consommateurs électromobilistes reste largement incertain, à cause justement du peu d'expérience dans ce marché. Pour capitaliser sur les connaissances déjà possédées par les principaux distributeurs d'énergie en transport, les stations-service, et assurer une transition commerciale dans la transition énergétique, le rôle des stations-service doit être regardé de près. C'est ce que nous faisons un peu plus loin.

Enfin, les conditions d'approvisionnement en électricité sont connues du distributeur électrique, et celui-ci peut guider les choix des emplacements des bornes rapides. Mais celui-ci n'est pas toujours responsable des choix de déploiement des bornes de recharge et ne peut pas offrir de conditions tarifaires préférentielles incitatives à des emplacements particuliers, dans le cadre réglementaire actuel. Les conditions tarifaires d'Hydro-Québec Distribution sont en effet les mêmes sur tout le territoire québécois, alors que les coûts réels de distribution pour des nouveaux équipements peuvent varier, en fonction des conditions locales de distribution et de la demande.

La stratégie de déploiement du réseau de bornes de recharge rapide devrait prendre en considération ces trois familles de facteurs.

Coûts et rentabilité des bornes de recharge rapide

Coûts des bornes de recharge

Les coûts d'une borne de recharge rapide comprennent le coût d'achat de la borne elle-même et le coût de son installation. Le tableau 4 résume les coûts tels que présentés dans différentes études, dont la plus récente est celle de Hydro-Québec Distribution dans sa demande à la Régie de l'énergie pour autoriser son approche pour l'établissement d'un service public de recharge rapide pour véhicules électriques (Hydro-Québec Distribution, 2018). Un exemple de produit type d'une borne de recharge rapide est le modèle SmartDC-V2¹³, une borne de recharge en courant continu (BRCC). Les montants indiqués dans le tableau 4 ne représentent cependant pas les coûts de bornes encore plus performantes, avec des puissances pouvant aller jusqu'à 350 kW ou 400 kW.

TABLEAU 4 | SYNTHÈSE DES COÛTS RELIÉS À L'INVESTISSEMENT POUR LES BORNES DE RECHARGE RAPIDE

Types de coûts	RMI (AVEQ, 2014) 1 borne (US \$)	Proulx (2014) 1 borne (CAD \$)	HQ Distribution (2018) 1 borne (CAD \$)	HQ Distribution (2018) 2 bornes (CAD \$)
Borne de recharge	12 000 à 35 000	30 000	36 900	73 500
Installation et travaux	7 000 à 19 000			
Transformateur 480 V	10 000 à 25 000	nd	nd	nd
Permis / Mobilisation	650 à 1 400			
Total Infrastructure	17 650 à 45 400	14 062	47 200	49 000
Total Borne + Infrastructure	29 650 à 80 400	44 062	84 100	122 500
Coût par borne	29 650 à 80 400	44 062	84 100	61 250

Pour les fins de ce rapport, le coût de 61 250 \$ par borne est utilisé, parce qu'il représente le coût le plus récent pour une configuration plausible de bornes rapides, soit deux bornes côte-à-côte.

¹³ La SmartDCV2 constitue l'offre pour le Circuit Électrique. C'est une borne de 50 kW opérable dans une plage de température de -40°C à 40°C, alimentée en courant triphasé à 480 V, compatible CHAdeMO et SAE-J1172 COMBO, et offrant une configuration personnalisable de gestion de tarification et contrôle à distance. Voir AddÉnergie (2016) pour le détail des caractéristiques.

Sur un horizon de 10 ans, avec un taux d'actualisation de 10 %, cet investissement de 61 250 \$ nécessite un revenu annuel de 9 968 \$ pour se rembourser. En prenant l'historique du nombre moyen de recharges mensuelles en 2019 du Circuit électrique pour les bornes rapides (soit 107,7, voir le graphique 2), on a 1 292 recharges pour l'année. Pour simplement rembourser l'investissement initial, chaque recharge devrait donc générer 7,72 \$ de revenu. À ces coûts fixes, doivent s'ajouter les coûts de l'électricité et les coûts d'entretien et de maintenance des bornes rapides. Si les tarifs d'électricité sont connus, ces derniers coûts le sont beaucoup moins.

Le coût de l'électricité va dépendre du tarif auquel la borne est soumise. Le tableau 5 présente un sommaire des trois principales options tarifaires qui sont accessibles pour les opérateurs de bornes de recharge. En prenant le tarif au kWh le plus élevé (soit 20,69 ¢/kWh) et la consommation moyenne en kWh d'une recharge (soit 13,8 kWh en 2019, voir tableau 1), le coût énergétique d'une recharge est de 2,85 \$.

TABLEAU 5 | SOMMAIRE DES OPTIONS TARIFAIRES D'HYDRO-QUÉBEC POUR L'ALIMENTATION ÉLECTRIQUE DE BORNES DE RECHARGES RAPIDES

Tarif BR		
Énergie	1 ^e tranche de 50 kWh	11,04 ¢/kWh
	Tranche suivante	20,69 ¢/kWh
	Reste de l'énergie	16,27 ¢/kWh
Tarif G9		
Énergie		10,08 ¢/kWh
Puissance (par mois)		4,23 \$/kW
Tarif M		
Énergie	1 ^e tranche 210 000 kWh	5,03 ¢/kWh
	Reste	3,73 ¢/kWh
Puissance (par mois)		14,58 \$/kW

Une recharge rapide moyenne (selon les données d'utilisation du Circuit électrique de 2019 présentées dans le tableau 1 et le graphique 2), coûte donc pour un opérateur en frais d'investissement et d'énergie 10,55 \$ (7,72+2,85).

Évidemment, beaucoup d'autres coûts connexes sont aussi présents, notamment les frais de gestion (entretien et de maintenance) et de mise en marché. Étant donné le peu de données publiques sur ces coûts, nous nous limitons ici aux coûts d'investissement et d'électricité dans cette analyse.

Options de revenus

Différentes approches pour générer des revenus à partir des recharges des électromobilistes aux bornes publiques existent. Les trois principales options en place sur le marché sont les suivantes :

- Tarification à la minute
- Tarification au kWh (lorsqu'autorisé)
- Revenus liés à l'achalandage induit, mis de l'avant par les réseaux de bornes de recharge Flo (2018) et le Circuit électrique (Hydro-Québec, 2020c)

Dans les deux premiers cas, ce sont les opérateurs du réseau auquel la borne est liée qui reçoivent le revenu, et non pas le propriétaire du site où la borne est installée. C'est pour cela que le concept d'« achalandage induit » est utilisé, pour tenter de convaincre des propriétaires de site d'installer des bornes pour attirer une clientèle sur le lieu de recharge, dans l'espoir qu'elle fasse d'autres achats.

Comme le montre le tableau 6, toutes les tarifications au Québec se font selon le temps de branchement à la borne. Le coût varie de 19,63 ¢/minute (11,78 \$/heure) pour les bornes du Circuit électrique à 107 ¢/minute (64,20 \$/heure) pour les bornes du réseau Electrify Canada¹⁴, avec leur abonnement de base (Passe). Aux États-Unis, certains emplacements du réseau de Superchargers de Tesla facturent l'énergie livrée (avec un prix par kWh), et non le temps passé à une borne. La revente d'énergie électrique étant interdite au Québec, ce type de facturation n'est pas possible ici.

Différents éléments sont importants à noter :

- **Abonnement.** Un abonnement à un réseau (par exemple Circuit électrique, Flo, Electrify Canada) est requis, mais en général gratuit.
- **Frais fixe.** Un frais fixe par session de recharge est parfois présent (Electrify Canada, dans le cas de l'abonnement Passe).
- **Frais mensuel.** Un frais fixe mensuel est présent pour certains abonnements (Electrify Canada, dans le cas de l'abonnement Passe+, donnant droit à des prix à la minute plus bas et enlevant les frais fixes par session).
- **Tarifs différenciés selon la puissance.** Selon la puissance disponible de la borne rapide, le prix peut varier (Electrify Canada et Tesla). Cela est en effet important parce que dans un site avec plusieurs bornes, celles-ci ne peuvent en effet pas être toutes utilisées simultanément à pleine puissance. Ainsi, si un site comporte quatre bornes d'une puissance maximale de 200 kW chacune, il est possible qu'une seule borne puisse bénéficier d'une pleine puissance de 200 kW. Si les quatre bornes sont utilisées simultanément, elles pourraient ne disposer que de 50 kW chacune. La baisse de puissance va allonger le temps de recharge, ce qui explique la baisse de prix par minute.

TABLEAU 6 | OPTIONS TARIFAIRES ACTUELLES SUR LE MARCHÉ POUR LES BORNES RAPIDES

	Coût de la recharge (calculé selon la durée totale du branchement, et non selon la durée du transfert d'énergie)	
Circuit électrique	19,63 ¢/min	11,78 \$/h
Flo (Tarif recommandé)	25,00 ¢/min	15,00 \$/h
Pétro-Canada	20,00 ¢/min	12,00 \$/h
Electrify Canada (Passe) Puissance de la borne ¹⁵	Frais de 1,00 \$/session	
	1 à 75 kW	27,00 ¢/min / 16,20 \$/h
	1 à 125 kW	77,00 ¢/min / 46,20 \$/h
	1 à 350 kW	107,00 ¢/min / 64,20 \$/h
Electrify Canada (Passe+) Puissance de la borne	Frais de 4,00 \$/mois	
	1 à 75 kW	21,00 ¢/min / 12,60 \$/h
	1 à 125 kW	59,00 ¢/min / 35,40 \$/h
	1 à 350 kW	82,00 ¢/min / 49,20 \$/h
Tesla Superchargers (Canada) Puissance de la borne	< 60 kW	22,00 ¢/min / 13,20 \$/h
	≥ 60 kW	44,00 ¢/min / 26,40 \$/h
Tesla Superchargers (US)	Tarification de l'énergie	28 ¢ US/kWh

Sources : Circuit électrique (2020c), Electrify Canada (2020), Flo (2020), Electrify Canada (2020), Tesla (2020b)

Il existe donc plusieurs manières de tirer des sources de revenu à travers les bornes, qui sont utilisées par les différents opérateurs de bornes au Québec et ailleurs.

¹⁴ Electrify Canada n'avait encore de bornes rapides en opération au Québec au moment de la rédaction de ce rapport, mais en annonçait dans les villes de Montréal, Sherbrooke, Québec et Trois-Rivières.

¹⁵ Les niveaux de puissance sont relatifs à trois catégories d'équipements de bornes. Ainsi, pour une borne rapide pouvant offrir un maximum de 125 kW, bien que la puissance délivrée puisse varier entre 1 et 125 kW, le rapport performance/coût plus élevé justifierait une tarification à la minute supérieure à celle d'une borne offrant un niveau de puissance maximum de 75kW.

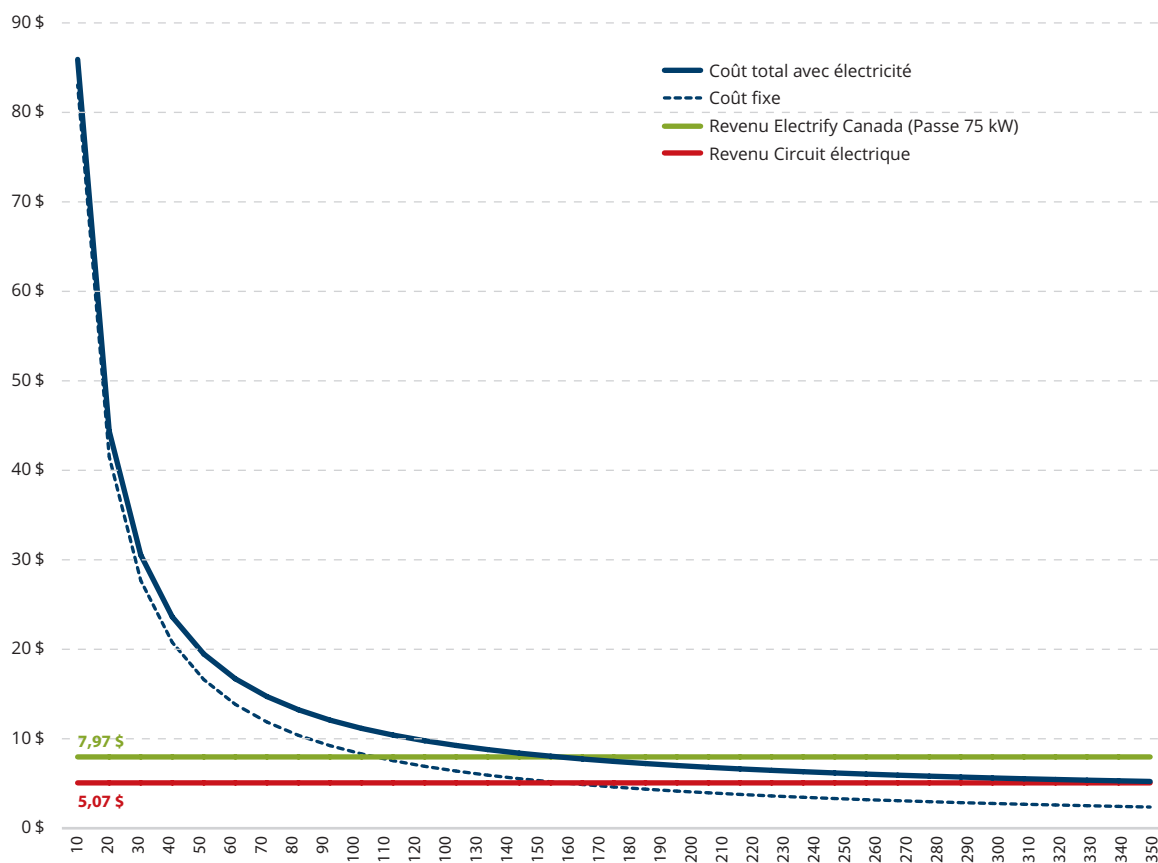
Analyse de la rentabilité

Une analyse simplifiée de la rentabilité des bornes de recharge rapide peut être faite avec les informations présentées jusqu'ici. En réutilisant les hypothèses présentées précédemment (section Coûts des bornes de recharge), le coût annuel de 9 968 \$ correspond à un coût mensuel de 830,7 \$ qui doit être récupéré à travers les recharges mensuelles. Dans le réseau du Circuit électrique, le nombre de recharges par borne varie mensuellement entre (environ) 10 et 350. Cela est représenté sur le graphique 3 par un coût fixe à récupérer qui variera de 83 \$ à 2,37 \$ par visite, selon le nombre de visites. En ajoutant le coût de l'électricité (estimé précédemment à 2,86 \$ pour les 13,8 kWh consommés), on a un coût total qui varie de 85,9 \$ pour 10 recharges mensuelles à 5,23 \$ pour 350 recharges mensuelles.

Selon la tarification du Circuit électrique (voir tableau 5), la recharge moyenne va générer un revenu de 5,07 \$. Ce revenu est toujours inférieur au coût total, même pour les bornes les plus utilisées (5,23 \$ pour 350 recharges mensuelles). On peut conclure que toutes les bornes rapides du réseau du Circuit électrique fonctionnent à perte, même les plus utilisées.

Avec la tarification d'Electrify Canada, cependant, on obtient un résultat différent. Le taux horaire supérieur (16,20 \$/h) avec le frais fixe de 1 \$ par recharge permet de générer un revenu de 7,97 \$ pour une recharge moyenne. Cela est supérieur au coût total moyen par recharge dès qu'une borne sert plus de 170 clients par mois (entre 5 et 6 recharges par jour). Même si le nombre de bornes du Circuit électrique ayant plus de 170 visites par mois est inconnu, les données du graphique 4 montrent que c'est le cas pour un certain nombre d'entre elles.

GRAPHIQUE 4 | COÛT D'UNE RECHARGE SELON LE NOMBRE DE RECHARGES MENSUELLES ET REVENU



La rentabilité d'une borne de recharge rapide n'est donc pas entièrement hors de portée, si le niveau de tarification est suffisamment élevé et si le nombre de recharges l'est aussi. Une telle combinaison est fort probablement envisageable si les sites de recharge sont suffisamment attractifs.

Limites de l'analyse

Cette analyse de rentabilité est évidemment très sommaire et générale. Les coûts utilisés sont représentatifs de bornes rapides d'une puissance de 50 kW, mais pas de bornes plus puissantes. Il y a aussi évidemment un grand nombre de coûts supplémentaires qui n'ont pas été pris en compte – par exemple les frais de gestion (entretien et maintenance), immobilier, de mise en marché, etc.

Malgré ces limites, cette illustration permet de montrer que la rentabilité d'une borne de recharge rapide n'est pas hors de portée pour un opérateur privé, si les conditions d'achalandage sont assez intéressantes.

Modèle d'affaire du Circuit électrique

Le modèle d'affaire actuel pour les bornes rapides du Circuit électrique est détaillé dans la demande de l'automne 2018 d'Hydro-Québec Distribution à la Régie de l'énergie, pour lui permettre l'«établissement d'un service public de recharge rapide pour véhicules électriques». Cette demande fait suite à la *loi favorisant l'établissement d'un service public de recharge rapide pour véhicules électriques* adoptée en mai 2018, qui permet à Hydro-Québec Distribution d'intégrer dans ses tarifs d'électricité les coûts nécessaires pour «assurer l'exploitation du service public de recharge rapide pour véhicules électriques». Autrement dit, Hydro-Québec Distribution n'est pas tenu d'assurer une rentabilité directe des bornes de recharge : elle peut assurer les coûts d'investissement et d'exploitation à travers les tarifs d'électricité payés par tous les consommateurs québécois.

La rentabilité des bornes de recharge rapide du Circuit électrique, comme expliquée dans la demande d'Hydro-Québec Distribution (2018), repose en grande partie sur le concept d'«effet induit attribuable aux BRCC [bornes rapides]». Cet effet induit représente les ventes électriques à domicile que l'on peut attribuer à la présence des bornes rapides qui, par leur existence, auront convaincu un plus grand nombre d'acheteurs potentiels de VEÉ de s'en procurer un. Ainsi, dans les prévisions financières d'Hydro-Québec Distribution, 23 % des revenus considérés sont ceux directement issus des bornes rapides, et 77 % des revenus sont ceux des ventes supplémentaires d'électricité, au domicile des propriétaires de VEÉ, liées aux VEÉ que la présence des bornes rapides a générées¹⁶.

Ce modèle d'affaire rend les investissements privés dans des bornes électriques difficiles pour des opérateurs privés. Ceux-ci ne peuvent ni compter sur des tarifs réglementés assurant un équilibre financier, ni sur des ventes « induites » pour assurer la rentabilité de l'investissement. Ils font aussi face à un réseau de bornes qui opère à un prix non soutenable à long terme. Ils se trouvent donc en position de faiblesse pour investir dans ce secteur des bornes rapides, qui ne fait pas directement partie des activités réglementées d'Hydro-Québec Distribution, mais qui s'y est fait associer par le biais de la loi de 2018. Leur position de faiblesse est liée au risque financier beaucoup plus grand qu'ils doivent assumer par rapport au risque pris par le Circuit électrique.

Par ailleurs, ce modèle d'affaire ouvre la porte à des approches différentes, qui pourraient permettre d'associer davantage d'opérateurs privés. C'est en effet la simple *présence* de bornes rapides qui est essentielle au modèle d'Hydro-Québec Distribution, en assurant plus des trois-quarts des revenus à travers les ventes d'électricité à domicile induites par les ajouts de VEÉ liés aux nouvelles bornes rapides. Il suffirait donc que ces bornes rapides voient le jour pour qu'Hydro-Québec Distribution en bénéficie indirectement. Le fait que Hydro-Québec Distribution soit le propriétaire et l'opérateur des bornes rapides n'est en effet pas du tout central au modèle d'affaire. Ce qui est important, c'est la multiplication des bornes rapides, pour convaincre des acheteurs de VEÉ. Par la suite, Hydro-Québec Distribution bénéficie des ventes d'électricité supplémentaires liées aux recharges à domicile.

Une approche différente d'Hydro-Québec Distribution et du Circuit électrique pour le déploiement des bornes rapides pourrait être simplement d'accompagner et de co-investir avec des entreprises privées dans des bornes rapides, pour assurer leur prolifération. Le mandat d'un service public de bornes rapide serait ainsi assuré. La rentabilité pourrait être au rendez-vous pour les opérateurs privés à travers la tarification directe des

¹⁶ Pour les montants exacts et plus de détails sur le modèle d'affaire, voir en particulier le tableau 8 : impact sur les revenus requis du distributeur, Hydro-Québec Distribution (2018, page 21).

recharges. Pour Hydro-Québec Distribution, la rentabilité serait assurée par l'effet induit très bien décrit dans les documents déposés à la Régie de l'énergie en 2018.

Comportement des consommateurs : les stations-service, un réseau déjà établi et un service essentiel

Il y avait au Québec 2 538 stations-service en juin 2020¹⁷. Sur ce nombre, seulement 39 ont des bornes de recharge rapide (tableaux 1 et 7). Les stations-service jouent actuellement un rôle important pour la mobilité des Québécois, en leur assurant d'avoir accès à de l'énergie pour leur véhicule. Les stations-service sont d'ailleurs considérées comme un service essentiel par le gouvernement (Revenu Québec, 2018). Lorsque pour des raisons commerciales elles doivent fermer, ce qui arrive dans certaines régions, cela entraîne des difficultés pour les automobilistes qui doivent s'approvisionner en carburant.

TABLEAU 7 | NOMBRE DE BORNES DE RECHARGE RAPIDE PAR BANNIÈRE, 2020 (CIRCUIT ÉLECTRIQUE, 2020b)

	Nombre de bornes rapides
COOP Fédérée	1
Couche-Tard	11
Crevier	17
Esso	5
Harnois	3
Irving	2
Petro-Canada	4
Shell	19
Sonic	3
Ultramar	8
Total	72

Cette section aborde trois aspects importants des stations-service : (1) leur emplacement stratégique, (2) leur potentiel de vitrine de l'électrification et (3) leur rôle de service essentiel dans la transition énergétique.

Emplacement stratégique

Les stations-service sont déjà localisées dans des emplacements stratégiques par rapport à la mobilité des Québécois – leur survie commerciale en dépend directement. Elles pourraient donc constituer des emplacements de choix pour installer des bornes rapides, dans la mesure où les automobilistes sont déjà habitués à s'y arrêter pour faire le plein.

De plus, selon le plus récent *Portrait du marché québécois de la vente au détail d'essence et de carburant diesel* (Régie de l'énergie, 2020), la majorité des stations-service ont plus d'un service à offrir à leurs clients : 81 % ont un dépanneur et 30 % offrent un service de restauration. Les stations-service avec service de restauration avaient en 2019 des volumes de ventes annuelles supérieurs à la moyenne : 4,4 millions de litres (ML) de carburant, contre 3,24 ML en moyenne par point de service. Ces stations-service ont ainsi quelque chose à offrir à leurs clients pour le temps de recharge. Leur plus grande popularité, mesurée par le volume de vente par rapport à l'ensemble des stations-service, est une forte indication qu'un achalandage significatif devrait être au rendez-vous.

¹⁷ Statistique Canada (2020).

Ces emplacements stratégiques avec service additionnel attractif sont reconnus comme étant importants par les utilisateurs de bornes rapides publiques. L'étude de Philipsen et al. (2017) montre que les quatre facteurs les plus importants pour les usagers sont le temps d'attente pour accéder à la borne, le prix de la recharge, le détour nécessaire pour y accéder et les activités accessibles sur le site de recharge. Les stations-service sont clairement mieux que les emplacements typiques des bornes rapides du Circuit électrique pour les deux derniers facteurs. Pour les deux premiers, les circonstances peuvent changer et sont encore incertaines. Une autre étude, auprès de personnes intéressées par l'électromobilité (incluant un tiers de propriétaires de VEÉ) révèle que les stations-service sur les autoroutes (en premier lieu) et les stations-service sont les deux types d'emplacement les plus importants pour des bornes de recharge rapide (Philipsen et al., 2016). Viennent ensuite les centres commerciaux, les lieux de divertissement, les bureaux et les institutions d'enseignement.

Vitrine de l'électrification

Les stations-service munies de bornes de recharge pourraient jouer un rôle informatif et de sensibilisation dans l'électrification des transports. Parmi les outils pour encourager l'adoption de VÉ, la diffusion d'information, les essais routiers et les démonstrations sont utilisés au Québec. Transition énergétique Québec supporte ainsi la campagne de sensibilisation *Roulons électrique d'Équiterre*, qui a organisé 126 événements de démonstration en 2019 (Roulons électrique, 2020). La présence de bornes électriques et de VÉ dans les stations-service, que fréquentent les automobilistes à essence, serait en soi une vitrine de démonstration des VÉ qui rejoindrait directement les groupes cibles que ces démonstrations de VÉ visent à atteindre, c'est-à-dire les propriétaires de véhicule à essence. Une telle vitrine permanente de démonstration des VÉ aurait le potentiel d'être complémentaire et d'augmenter l'efficacité des événements ponctuels déjà réalisés.

Service essentiel de la transition énergétique

Enfin, si la transition énergétique se réalise au Québec, cela impliquera un passage progressif d'une source d'énergie à une autre. Si les distributeurs de carburant ne sont pas impliqués dans les nouvelles sources d'énergie, comme l'électricité, la transition des stations-service pourrait être un choc plutôt qu'une évolution graduelle. En effet, le déclin envisagé des ventes de carburant fossile mènera inéluctablement à la fermeture de pompes à essence. Rappelons que la politique énergétique du Québec vise une diminution de 40 % des ventes de produits pétroliers d'ici 2030 (Gouvernement du Québec, 2016). Si les stations-service n'ont pas intégré progressivement des alternatives à la vente d'essence, cette baisse ciblée des ventes va les faire fermer par manque de rentabilité. Ces fermetures se feront cependant avant que les derniers véhicules à essence soient retirés du marché, ce qui créera des problèmes pour ces propriétaires de véhicules. Ils auront moins de sources de ravitaillement pour leur véhicule et verront leur mobilité compromise. Comme parmi ces gens il y aura une plus grande proportion d'individus à faible revenu, parce qu'ils n'ont pas les moyens de se procurer un VÉ, cet enjeu sera un problème d'équité sociale. Tout comme on parle de « déserts alimentaires » dans certains quartiers plus pauvres, on pourrait imaginer des « déserts de stations-service » dans certains quartiers et certaines régions, où l'électrification du transport est plus ardue justement à cause du coût plus élevé de VÉ. Si au contraire les stations-service intègrent progressivement des bornes de recharge, elles pourront elles aussi assurer une transition harmonieuse, et continuer d'offrir différentes sources d'énergie pour satisfaire le service essentiel qu'elles offrent.

Conditions d'approvisionnement en électricité

La configuration du réseau de distribution électrique et celle des sites d'accueil de bornes rapides ajoute des degrés de complexité dans le choix des emplacements pour ces bornes. Le réseau électrique n'a en effet pas une capacité suffisante partout pour pouvoir accueillir de nouvelles installations. Cela est d'autant plus vrai que le profil de consommation des bornes rapides est un des moins attrayant pour les distributeurs d'électricité : une demande très élevée pendant un court laps de temps. Il faut donc une grande capacité électrique (50 kW et plus) pour une recharge qui ne dure que 25 minutes, et qui en moyenne survient 108 fois par mois, soit environ trois ou quatre fois par jour (graphique 3). À titre de comparaison, une maison unifamiliale typique ne va demander une puissance maximale que de 10-15 kW lorsqu'elle est chauffée à l'électricité lors des journées les plus froides d'hiver. Cela est bien inférieur à une borne rapide, et pour une durée plus longue.

Les distributeurs d'électricité doivent donc s'assurer que les emplacements de bornes rapides soient choisis à des endroits où le réseau de distribution permet d'accueillir des usages très intenses. Ces endroits doivent avoir un réseau local d'une capacité assez grande pour les accueillir. Certains emplacements seront ainsi plus favorables que d'autres.

Les emplacements accueillant les bornes rapides doivent aussi répondre à des exigences de sécurité spécifiques, notamment avec des distances minimales avec d'autres équipements, qui ne permettent pas toujours d'installer une borne rapide. Par exemple, il faut 6 mètres de dégagement entre une pompe à essence et une borne de recharge (Hydro-Québec, 2015).

Ces contraintes sont évidemment extrêmement importantes à prendre en compte et nécessitent une implication directe du distributeur d'électricité.

3 | Conclusion et recommandations

L'importance des bornes de recharge rapide est reconnue par tous : pour assurer une part des recharges requises par les électromobilistes actuels et futurs, et pour soutenir l'électrification accrue des transports. Davantage de bornes rapides seront requises, et elles pourraient jouer un rôle plus grand dans la recharge que ce qui est perçu actuellement – notamment parce que de plus en plus de propriétaires de VEÉ n'auront pas accès à une recharge à domicile aussi facilement que les premiers propriétaires de VEÉ, qui ont davantage de maisons unifamiliales qu'en moyenne dans la population.

Le Circuit électrique est aujourd'hui le principal vecteur de développement des bornes de recharge rapide. Il mise cependant sur des stationnements de différents types, et relativement peu sur les stations-service. L'approche commerciale choisie fait en sorte que tous les revenus des recharges rapides sont perçus par le Circuit électrique, ce qui peut poser un frein à la multiplication des bornes rapides et à leur intégration dans les réseaux commerciaux déjà en place.

Un leadership public est certainement souhaitable pour les bornes de recharge, étant donné les difficiles perspectives de rentabilité des bornes. Cela a été bien documenté dans plusieurs contextes, voir par exemple Schroeder et Traber (2012). Ce leadership pourrait cependant s'exprimer à travers une plus grande concertation, en permettant aux autres acteurs économiques ayant des compétences requises de participer au déploiement des infrastructures. Parmi les acteurs qui pourraient jouer un rôle important dans la recharge rapide se trouvent les stations-services.

Les stations-service représentent un vecteur de déploiement des bornes rapides qui pourrait être extrêmement précieux pour la transition énergétique du Québec :

- **Emplacement stratégique.** Celle-ci est à la base de leur succès commercial et permettrait aux bornes rapides qui s'y trouveraient d'être de facto bien positionnées par rapport aux trajets des Québécois et à leurs habitudes.
- **Services connexes attrayants pendant le temps de recharge.** Les services connexes offerts par la plupart des stations-service (dépanneurs et dans certains cas services de restauration) permettraient que le temps d'attente de la recharge soit moins perçu comme un obstacle.
- **Vitrine de l'électrification.** Les VE ont encore besoin d'être démystifiés, surtout auprès de la clientèle plus traditionnelle qui possède encore des véhicules à essence. Faire entrer à plus grande échelle dans les stations-service des bornes rapides, et des clients avec des VE, serait une démonstration concrète de la technologie électrique. Une plus grande diffusion de la viabilité des VE auprès des utilisateurs de véhicules à essence peut se faire si ceux-ci se côtoient, plutôt que de créer un réseau parallèle de recharge.
- **Service essentiel.** On l'oublie parfois, mais les stations-service sont un service essentiel reconnu par le gouvernement. Si elles n'accompagnent pas la transition énergétique, un certain nombre d'entre elles pourraient disparaître par manque de rentabilité. Ces disparitions surviendraient cependant alors que des véhicules à essence seraient encore en circulation. Ils auraient moins de points d'approvisionnement. Non seulement cela poserait des enjeux de mobilité à cette clientèle, mais ce sont surtout des tranches de population à moindre revenu qui seraient touchées. En effet, les VE sont plus difficiles d'accès pour cette catégorie socio-démographique. En favorisant l'introduction des bornes rapides dans les stations-service, on leur permettra de perdurer et de maintenir les services essentiels qu'elles offrent.

Pour ces raisons-là, il serait sans doute pertinent de bâtir une stratégie de déploiement des bornes rapides qui inclut les stations-service ainsi que d'autres acteurs du commerce de détail. La structure de coût actuelle est cependant très défavorable à l'investissement privé dans les bornes rapides. Une grande incertitude existe encore sur l'achalandage et les options de génération de revenus pour les bornes rapides sont encore mal connues, et restent exploratoires. Comme la stratégie de déploiement des bornes rapides du Circuit électrique mise essentiellement sur les ventes d'électricité *induites* par la prolifération des bornes rapides, et beaucoup moins sur les revenus des bornes rapides elles-mêmes, il pourrait être envisagé d'adapter l'approche actuelle du Circuit électrique pour ouvrir davantage son modèle d'affaire aux entreprises privées.

Sur la base de cette analyse, nous mettons de l'avant trois recommandations.

- **Recommandation 1 : Concertation.** Établir une table de concertation sur le déploiement des bornes de recharge réunissant les principaux acteurs du secteur (distributeurs de produits pétroliers, associations d'automobilistes, acteurs du secteur de la vente au détail/immobilier et Circuit électrique/Hydro-Québec).
- **Recommandation 2 : Soutien à l'investissement dans les bornes rapides.** Élaborer une forme de soutien au déploiement des bornes rapides en stations-service qui permette de réduire le risque d'achalandage pour ceux qui font le choix de les offrir à leurs clients.
- **Recommandation 3 : Explorer davantage les modèles de rentabilité.** Pour ceux qui accueillent les bornes rapides, la vente d'énergie électrique (kilowattheures) ne pourra pas être la source de revenu pour rentabiliser les bornes rapides. Davantage d'analyses et de recherche doivent être faites pour trouver un modèle d'affaire à la fois attrayant pour les usagers, rentable pour les opérateurs et compatible avec les objectifs du Circuit électrique.

Références

- AddÉnergie (2016) *SmartDC-V2 - Borne de recharge rapide à courant continu multistandard*, AddÉnergie.
- ADEQ (2020) *Communication directe de l'ADEQ*, 20 août 2020, Association des distributeurs d'énergie du Québec.
- Árpád Funke S., Sprei F., Gnann T. et Plötz P. (2019) « How much charging infrastructure do electric vehicles need? A review of the evidence and international comparison », *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, Volume 77, Pages 224-242.
- AVÉQ (2016) *CAA-Québec installe un banc près de sa borne rapide, multiplication de l'offre de recharge publique à Québec & sondage*, Association des Véhicules Électriques du Québec. Page web consultée le 29 août 2020. <https://www.aveq.ca/actualiteacutes/caa-quebec-installe-un-banc-pres-de-sa-borne-rapide-multiplication-de-loffre-de-recharge-publique-a-quebec-sondage>
- AVÉQ (2014) *Les coûts d'installation d'une borne de recharge rapide*, Association des Véhicules Électriques du Québec. Page web consultée le 20 janvier 2020. <https://www.aveq.ca/actualiteacutes/les-cots-dinstallation-dune-borne-de-recharge-rapide>
- AVÉQ (2019) *Sondage 2019 auprès des membres de l'AVEQ*, Association des Véhicules Électriques du Québec. Page web consultée le 29 août 2020. <https://www.aveq.ca/actualiteacutes/sondage-2019-aupres-des-membres-de-laveq>
- AVÉQ (2020) *Information et statistiques pour le Québec*, Association des Véhicules Électriques du Québec. Page web consultée le 10 octobre 2020. <https://www.aveq.ca/meacutedias--stats.html>
- Circuit électrique (2020a) *À propos*. Page web consultée le 11 octobre 2020. <https://lecircuitelectrique.com/fr/a-propos/>
- Circuit électrique (2020b) *Trouver une borne*. Page web consultée le 29 septembre 2020. <https://lecircuitelectrique.com/fr/trouver-une-borne/>
- Circuit électrique (2020c) *Borne de recharge rapide de 50kW*. Page web consultée le 30 août 2020. <https://lecircuitelectrique.com/fr/bornes/borne-recharge-rapide-50/>
- Crevier (2020) *Trouver une station-service*, Pétroles Crevier. Page web consultée le 20 août 2020. <https://petroles.crevier.ca/stations>
- Electrify Canada (2020) *Pricing and Membership*. Page web consultée le 20 janvier 2020. <https://www.electrify-canada.ca/pricing>
- Engel H., Hensley R., Knupfer S. et Sahdev S. (2018) *Charging ahead: electric vehicle infrastructure demand*, McKinsey Center for Future Mobility.
- Flo (2018) *Les bénéfices d'offrir des services publics de recharge de véhicules électriques*. https://cdn.flo.ca/hubfs/White%20paper-Benefits_EV_public_charging_FR.pdf
- Flo (2020) *Foire aux questions - Combien coûte la recharge sur le réseau public ?* Page web consultée le 30 août 2020. <https://www.flo.com/fr-CA/ressources/faq/>
- Gouvernement du Québec (2015) « Décret 579-2015, 30 juin 2015 Concernant la forme, la teneur et la périodicité du plan stratégique d'Hydro-Québec », *Gazette officielle du Québec*, 22 juillet 2015, 147e année, no 29.
- Gouvernement du Québec (2016) *Politique énergétique 2030 – L'énergie des Québécois, source de croissance*. Québec : Ministère de l'énergie et des ressources naturelles.
- Harnois (2020) *Nos stations-service*, Harnois Énergies. Page web consultée le 20 août 2020. <https://harnoisenergies.com/fr/nos-stations-service>
- Hydro Québec (2015) *Bornes de recharge pour véhicules électriques - Guide technique d'installation*, Hydro-Québec. <http://www.hydroquebec.com/data/electrification-transport/pdf/guide-technique.pdf>
- Hydro-Québec Distribution (2018) *Établissement d'un service public de recharge rapide pour véhicules électriques*, 2018-08-16 HQD-1 document 1, Demande relative à l'établissement d'un service public de recharge rapide pour véhicules électriques, Dossier R-4060-2018.
- Hydro-Québec Distribution (2019a) *Plan d'approvisionnement 2020-2029*, R-4110-2019, Montréal : Hydro-Québec Distribution.
- Hydro-Québec (2019b) *Le Circuit électrique va déployer 1600 bornes de recharge rapide au Québec sur 10 ans*, Hydro-Québec. Page web consultée le 29 août 2020. <http://nouvelles.hydroquebec.com/fr/communiques-de-presse/1458/le-circuit-electrique-va-deployer-1-600-bornes-de-recharge-rapide-au-quebec-sur-10-ans/>
- Hydro-Québec (2020a) *Nombre et usage des bornes du Circuit électrique*, informations transmises par Hydro-Québec, Hydro-Québec.
- Hydro-Québec (2020b) *Durée et lieux de recharge des véhicules électriques*, Hydro-Québec. Page web consultée le 29 août 2020. <https://www.hydroquebec.com/electrification-transport/voitures-electriques/recharge.html>
- Hydro-Québec (2020c) *Demande d'information – Devenir partenaire du Circuit électrique*, Hydro-Québec. Page web consultée le 29 août 2020. <https://www.hydroquebec.com/sefco/formulaires/fr/partenaires-du-circuit-electrique.html>
- IEA (2019) *Global EV Outlook 2019*, International Energy Agency.
- ISQ (2020) *Le Québec chiffres en main*, édition 2020, Institut de la statistique du Québec.
- MELCC (2020) *Plan pour une économie verte 2030 - Politique-cadre d'électrification et de lutte contre les changements climatiques*, Québec : Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques.

Nicholas M., Hall D. et Lutsey N. (2019) *Quantifying the electric vehicle charging infrastructure gap across U.S. markets*, International Council on Clean Transportation.

Noel L., Zarazua de Rubens G., Sovacool B.K. et Kester J. (2019) « Fear and loathing of electric vehicles: The reactionary rhetoric of range anxiety », *Energy Research & Social Science*, vol. 48, 96-107.

Pédro-Canada (2020) *Bienvenue sur la Transcanadienne électrique*, Suncor Énergie. Page web consultée le 20 août 2020. <https://www.petro-canada.ca/fr/personnel/carburant/la-transcanadienne-electrique>

Philipsen R., Schmidt T. et Ziefle M. (2017) « Well Worth a Detour?—Users' Preferences Regarding the Attributes of Fast-Charging Infrastructure for Electromobility ». In: Stanton N., Landry S., Di Bucchianico G., Vallicelli A. (eds) *Advances in Human Aspects of Transportation*. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 484, Springer.

Philipsen R., Schmidt T., van Heek J. et Ziefle M. (2016) « Fast-charging station here, please! User criteria for electric vehicle fast-charging locations », *Transportation Research Part F*, vol. 40, 119-129.

Plötz P. et Dütschke E. (2020) *Electric Vehicle Adoption in Germany: Current Knowledge and Future Research*. In: Contestabile M., Tal G., Turrentine T. (eds) *Who's Driving Electric Cars*. Lecture Notes in Mobility, Springer.

Proulx Jean-Martin (2014) *Évaluation de l'impact potentiel de l'implantation d'un réseau de bornes de recharge rapide pour véhicules électriques sur les autoroutes du Québec*. Essai présenté en vue de l'obtention d'un double diplôme Maîtrise en environnement et Master en ingénierie et Management de l'environnement et développement durable. Université de Sherbrooke (Québec) et Université de Troyes (France).

Régie de l'énergie (2020) *Portrait du marché québécois de la vente au détail d'essence et de carburant diesel - Recensement des essenceries en opération au Québec au 31 décembre 2019*, Régie de l'énergie.

Revenu Québec (2018) *Services essentiel*. Page web, Québec : Gouvernement du Québec. Page web consultée le 22 juillet 2020. <https://www.revenuquebec.ca/fr/definitions/secteurs-des-services-essentiels/?refrq=services-en-ligne>

RNCAN (2020a) *Initiative pour le déploiement d'infrastructures pour les véhicules électriques et les carburants de remplacement*, Ressources naturelles Canada (RNCAN). Page web consultée le 23 octobre 2020. <https://www.rncan.gc.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-pour-les/infrastructure-pour-les-vehicule/initiative-deploiement-dinfrastructures-vehicules-electriques-carburants-de/18353>

RNCAN (2020b) *Outil de recherche pour les cotes de consommation de carburant*, Ressources naturelles Canada (RNCAN). Page web consultée le 29 août 2020. <https://fcr-ccc.rncan-rncan.gc.ca/fr>

Roulons-électrique (2020) *Démonstration de véhicules électriques*, Équiterre. Page web consultée le 29 août 2020. <https://www.roulonelectrique.ca/fr/testdrive2/>

SAAQ (2013-2019) *Données sur les immatriculations du parc de véhicules au Québec*, informations transmises par la SAAQ, Société d'assurance automobile du Québec.

SAAQ (2019) *Bilan 2018 dossier statistique: accidents, parc automobile et permis de conduire*, Société d'assurance automobile du Québec.

Schroeder A. et Traber T. (2012) « The economics of fast charging infrastructure for electric vehicles », *Energy Policy*, Volume 43, 136-144.

Statistique Canada (2017) « Les logements au Canada », Recensement de la population, 2016, No 98-200-X2016005, Ottawa : Statistique Canada.

Statistique Canada (2020) *Nombre d'entreprises canadiennes, avec employés, juin 2020*, Tableau : 33-10-0267-01, Ottawa : Statistique Canada.

Tesla (2020a) *Tesla Superchargers in Canada*, Palo Alto : Tesla. Page web consultée le 12 octobre 2020. https://www.tesla.com/en_CA/findus/list/superchargers/Canada

Tesla (2020b) *Support - Supercharging*, Palo Alto : Tesla. Page web consultée le 30 août 2020. https://www.tesla.com/en_CA/support/supercharging

Zhang Y., Liu X., Zhang T. et Gu Z. (2019) *Review of the Electric Vehicle Charging Station Location Problem*, dans Wang G., Bhuiyan M., De Capitani di Vimercati S., Ren Y. (eds) *Dependability in Sensor, Cloud, and Big Data Systems and Applications*. DependSys 2019. Communications in Computer and Information Science, vol 1123. Springer.

Annexe 1 | Types de bornes de recharge

TABLEAU A1 | MODÈLES DE BORNES DE RECHARGE (HYDRO QUÉBEC, 2015; IEA, 2019)

	Prise conventionnelle	Chargeur « lent »	Chargeur rapide (incluant les borne de recharge à courant continu BRCC)	
Niveau	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	
Voltage	120 V	240 V	400 V et plus	
Puissance maximale	3,7 kW	de 3,7 à 22 kW	de 22 à 43,5 kW	<400 kW
Type de courant	Alternatif (AC)	Alternatif (AC)	AC Triphasé	Courant continu (DC)
Temps de recharge	12 heures	3 heures	30 à 60 min pour une recharge à 80 %	< 30 min pour une recharge à 80 %
Norme et type de prise des bornes Amérique du Nord	Type B; SAE J1772 Type1	SAE J1772 Type1	SAE J3068	Compatible CCS Combo1 (SAE J1772 & IEC 62196-3) et CHAdeMO (IEC 62196-3) et SuperCharger Tesla
Norme et type de prise des bornes au Québec	SAE J1772	SAE J1772		SAE J1772 Combo; CHAdeMO et SuperCharger Tesla