

Recharge de VE : l'Ontario, chef de file de l'innovation

Rapport spécialisé trimestriel

Table des matières

- 1. Sommaire**
- 2. Vue d'ensemble des technologies de recharge**
- 3. Moteurs de changement à l'échelle mondiale**
- 4. Tendances en matière de recharge pour VE au Canada**
- 5. La position unique de l'Ontario au sein du secteur de la recharge de VE**
- 6. Possibilités futures**
- 7. Liste des personnes ayant pris part aux entretiens**
- 8. Glossaire**
- 9. À propos du ROIV**
- 10. Les objectifs du ROIV**
- 11. L'équipe du ROIV**
- 12. Avis de non-responsabilité**
- 13. Références**

1. Sommaire

L'industrie de la recharge de véhicules électriques (VE) a connu une croissance rapide dans les dernières années, parallèlement aux ambitions mondiales de décarboner le secteur des transports. Les bornes de recharge pour VE sont essentielles au développement du marché des VE, car s'il manque d'infrastructures de recharge, l'électrification des transports ne pourra pas suivre l'évolution de la demande. Cette expansion mondiale stimule les innovations technologiques, à l'heure où les organismes de recharge de VE explorent les occasions de rendre la recharge plus rapide, sans fil et intelligente ainsi que les débouchés que les solutions de recharge peuvent offrir au secteur.

L'Agence internationale de l'énergie s'attend à ce que près de 240 millions de VE circulent sur les routes de la planète d'ici 2030¹. De son côté, Transports Canada prévoit qu'il y aura 4,6 millions de VE légers en circulation au Canada d'ici 2030². Cette tendance est appuyée par la cible obligatoire selon laquelle tous les voitures et camions légers à passagers neufs vendus devront être des véhicules à zéro émission d'ici 2035³

Pour répondre à cette demande, le Canada aura besoin de jusqu'à 469 000 bornes de recharge publique d'ici 2035⁴.

À l'heure actuelle, l'objectif du gouvernement fédéral en matière d'infrastructures de recharge consiste à déployer 84 500 bornes de recharge d'ici 2029⁵. Les politiques fédérales axées sur les VE et les infrastructures de recharge connexes jettent les bases qui concourront à la solidité de l'industrie et du réseau au Canada.

L'Ontario occupe une place de premier plan dans l'industrie de la recharge de VE, grâce au rôle de chef de file que la province assume depuis de nombreuses années au sein du marché automobile. Cette dernière dispose d'un écosystème robuste et bien connecté regroupant d'importants fabricants d'équipement d'origine (FEO), constructeurs, fournisseurs de services et instituts de recherche qui favorise la mise en œuvre de solutions de recharge efficaces et normalisées pour les VE, ce qui lui confère un avantage considérable dans la révolution des VE.

Ce rapport donne un aperçu de l'industrie de la recharge de VE, en plus d'examiner la position actuelle de l'Ontario et les possibilités de croissance. Il met aussi en relief les technologies de recharge de VE émergentes, traite des tendances mondiales ainsi que des initiatives en cours dans la province et cerne les occasions pour l'Ontario de diriger les progrès au sein du secteur de la recharge de VE.

2. Vue d'ensemble des technologies de recharge

Ce chapitre dresse le portrait des technologies de recharge de VE actuelles et de celles qui sont en émergence dans le secteur.






















Les bornes de recharge de VE fournissent de l'électricité aux batteries intégrées aux véhicules entièrement électriques (VE) et aux véhicules hybrides électriques rechargeables (VHR)⁶. Les bornes de recharge de VE offertes peuvent être regroupées dans trois catégories :

- Niveau 1 – recharge lente, prise électrique standard que l'on retrouve en milieu résidentiel.
- Niveau 2 – infrastructure de recharge résidentielle spéciale qui est aussi utilisée couramment dans les entreprises et les espaces publics.
- Niveau 3 – bornes de recharge rapide réservées que l'on retrouve habituellement dans les stations de recharge publiques⁷.

Ces différents types de bornes de recharge ont diverses puissances nominales et durées de recharge. Tous les VE et la plupart des VHR sont compatibles avec tous les niveaux de recharge⁸.

Types de bornes de recharge pour VE^{9 10}

Types

	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3 (borne de recharge rapide)
			
Puissance	 120 V	 208-240 V	 480V
Type de prise*	 Prise électrique standard (comme un chargeur de téléphone)	 Prise électrique spéciale (comme une prise pour cuisinière ou sècheuse)	 Prise de courant continu (non disponible pour les maisons)
Durée de la recharge*	 De 8 à 50+ heures	 De 4 à 10 heures	 De 25 à 30 minutes
Autonomie (par heure de recharge)*	 De 3 km à 8 km	 De 16 km à 50 km	 Jusqu'à l'autonomie maximale du véhicule
Typical power output	 1 kW	 7 kW- 19kW	 50 kW- 350 kW
Usages typiques	 Recharge à domicile et situations de secours	 Recharge à domicile et dans les entreprises et les espaces publics	 Recharge à des bornes de recharge réservées, des espaces publics et des corridors routiers

* Les chiffres indiqués ne sont que des estimations et supposent une limite de niveau de charge de 80 %.

Technologie standard

Il existe deux types principaux de bornes de recharge de VE : les bornes à courant alternatif (CA) et celles à courant continu (CC)¹¹. Les bornes CA fournissent de l'électricité au véhicule au moyen de bornes de niveau 1 et de niveau 2, tandis que les bornes CC, également connues sous le nom de bornes de recharge rapide de niveau 3, alimentent en électricité le véhicule à un rythme beaucoup plus rapide¹².

En plus des différents types de bornes de recharge, il existe un éventail de connecteurs de recharge pour VE. Ceux-ci diffèrent en fonction de la marque et du modèle du VE. La majorité des bornes de recharge et des véhicules électriques sont dotés d'un connecteur et d'une prise standard de la Society of Automotive Engineers appelés SAE J1772, qui sont compatibles avec n'importe quelle borne de recharge pour VE de niveau 1 ou 2 au Canada et aux États-Unis¹³. Pour les bornes de recharge rapide de niveau 3, trois types de connecteurs sont offerts : le connecteur SAE Combo, le CHAdeMO (utilisé seulement par Nissan et Mitsubishi) et le connecteur NACS (norme de recharge nord-américaine)¹⁴.

À la fin de 2022, il y avait approximativement 2,7 millions de bornes de recharge publique dans le monde¹⁵. De ce nombre, près de 1 million de bornes à recharge lente et 760 000 bornes à recharge rapide se trouvent en Chine¹⁶, pour un rapport d'environ huit véhicules légers (VL) par borne de recharge ou une capacité de recharge publique de 3,46 kilowatts (kW) par VL électrique¹⁷. L'Europe comptait quant à elle 460 000 bornes de recharge lente. Les trois pays européens où l'on retrouve le plus de bornes de recharge lente sont les Pays-Bas, la France et l'Allemagne, qui en comptent respectivement 117 000, 74 000 et 64 000¹⁸. Pour ce qui est des bornes de recharge rapide, elles sont au nombre de 70 000 en Europe, dont 12 000 en Allemagne, 9 700 en France et 9 000 en Norvège¹⁹.

La capacité moyenne de recharge publique par VL électrique au monde oscille autour de 2,4 kW par VE²⁰. C'est en Corée que ce rapport est le plus élevé, avec environ 7 kW par VE²¹. Au Canada, ce rapport est de 0,96 kW par VE, ce qui correspond à 19 VL électriques par borne de recharge, alors qu'aux États-Unis, il est de 0,82 kW par VE, soit 24 VL électriques par borne de recharge²².

« Ayant attiré plus de 28 milliards de dollars d'investissements dans le secteur automobile au cours des trois dernières années, notre province est une administration de premier plan dans la production et le développement des VE à l'échelle mondiale. En facilitant la construction de l'infrastructure de recharge publique, notre gouvernement soutient la chaîne d'approvisionnement de bout en bout pour les VE en pleine croissance en Ontario, en plus de veiller à ce que les conducteurs de VE puissent recharger leurs véhicules facilement et en toute confiance²³. »

- — L'honorable Victor Fedeli, ministre du Développement économique, de la Création d'emplois et du Commerce de l'Ontario

Autres types de mobilité

La gamme de VE offerts s'est élargie ces dernières années pour englober d'autres types de mobilité et ces différents types de VE n'ont pas tous les mêmes exigences en matière de recharge. En voici des exemples.

Recharge de véhicules de micromobilité

Par micromobilité électrique, on entend tout appareil de transport électrique à basse vitesse de petite taille, comme les vélos et les cyclomoteurs électriques²⁴. La recharge de ces types d'appareils se fait habituellement au moyen de prises de courant alternatif résidentielles de 120 volts (V) et prend en général entre deux (2) heures et demie et neuf (9) heures²⁵.

Recharge d'autobus électriques

Les autobus électriques à batterie (AEB) peuvent être regroupés dans deux catégories : ceux qui ont une autonomie de longue durée ou prolongée et sont dotés de plus gros blocs-batteries [250 à 660 kilowattheures (kWh)] à recharge rapide qui ne doivent être rechargés qu'une ou deux fois par jour et ceux munis de petits blocs-batteries (50 à 250 kWh) qu'il faut recharger à haute puissance plus souvent²⁶.

Il existe trois types d'infrastructure de recharge pour les AEB : la recharge par branchement (à une prise CA ou CC), la recharge par conduction aérienne et la recharge sans fil par induction (au moyen de plaques de recharge fixées au sol)²⁷.

Recharge de véhicules lourds

Le marché des VE moyens et lourds est en expansion, comme en témoignent les quelque 840 modèles offerts²⁸. De ce nombre, plus de 90 % sont de véhicules électriques à batterie; la majeure partie de la recharge énergétique de ces VE se fait en dehors des heures de travail²⁹.

Pour ces types de VE, les recharger la nuit s'avère l'option la plus pratique, puisque la recharge lente coûte moins cher que la recharge rapide³⁰.

Recharge de trains

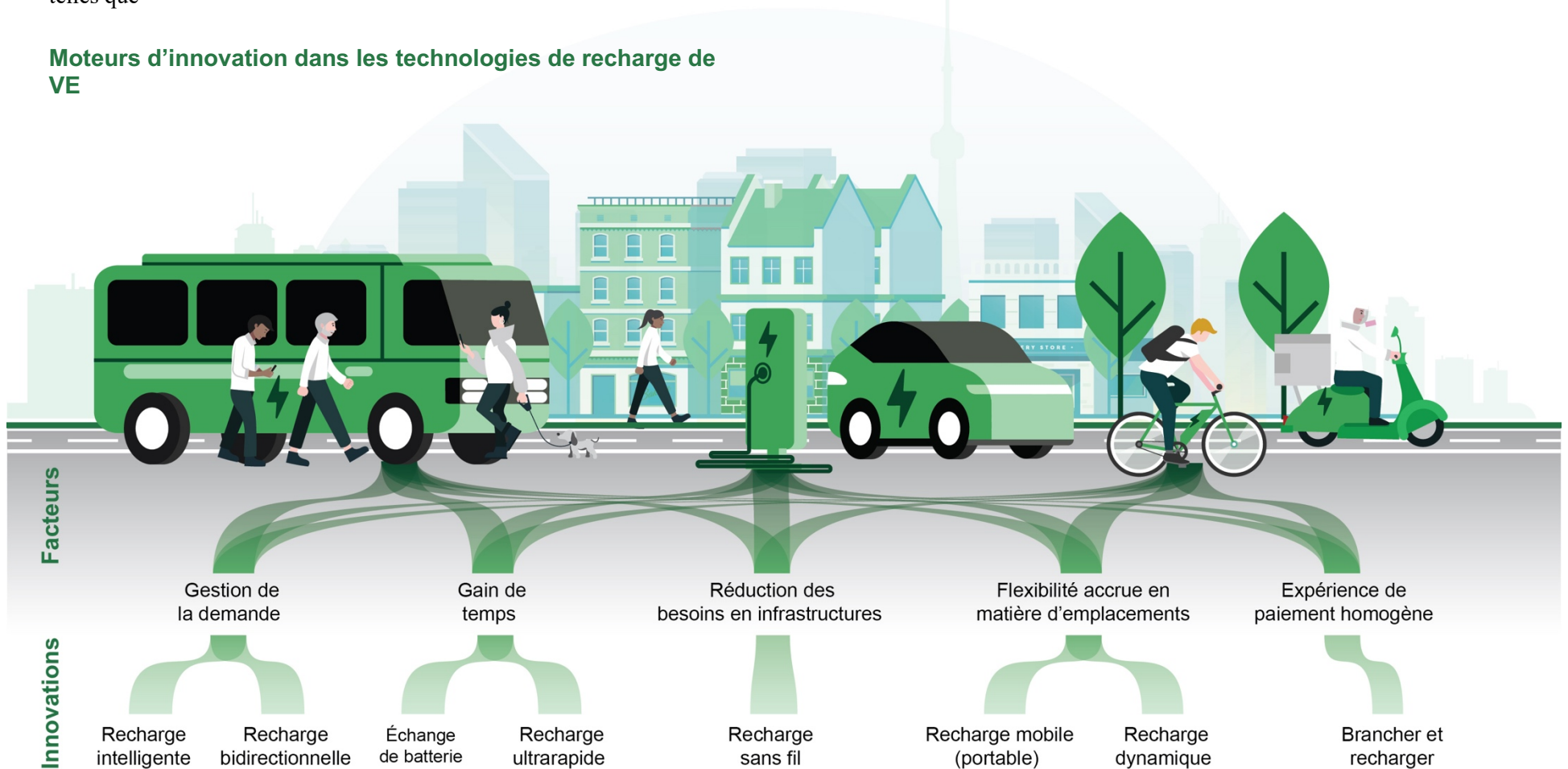
Les trains électriques actuels sont alimentés en énergie de trois façons : par une batterie, un moteur hybride diesel et des lignes électriques aériennes. Les récentes innovations dans les technologies de batteries ont donné lieu à des batteries pouvant être rechargées pendant qu'un train alimenté à l'électricité fournie par des lignes aériennes circule, et capables d'exploiter l'énergie générée lors du freinage du train³¹.

Technologies émergentes

La demande croissante de VE et les infrastructures de recharge connexes nécessaires pour répondre aux attentes des consommateurs ont engendré une vague d'innovations technologiques et de technologies de recharge émergentes. Parmi les autres facteurs à prendre à compte, il y a la nécessité de gérer la demande exercée sur le réseau de distribution d'électricité (en recourant à des technologies telles que

la recharge intelligente et la recharge bidirectionnelle), de diminuer le temps requis pour recharger un VE (en employant la recharge rapide ou l'échange de batterie), de réduire le besoin d'installer des infrastructures de recharge et d'accroître la flexibilité (au moyen de la recharge sans fil ou portable) et de prendre en charge une expérience de recharge et de paiement homogène (grâce à l'introduction de technologies de type Brancher et recharger).

Moteurs d'innovation dans les technologies de recharge de VE



Recharge sans fil

La recharge sans fil de VE repose sur un processus appelé recharge par induction. Celui-ci implique une induction électromagnétique en résonance qui transmet du courant électrique de la bobine magnétique au sol sous le véhicule à la bobine magnétique du véhicule³². Ce processus nécessite l'installation d'une bobine de recharge sans fil dans un endroit désigné sur lequel un véhicule doté de la technologie de recharge sans fil n'a qu'à se stationner pour se recharger³³.

Un exemple de cette technologie est présentement mis à l'essai et lancé sur le marché par l'entreprise nord-américaine FLO, qui se spécialise dans la recharge de VE. De concert avec WiTricity (une pionnière de la recharge sans fil pour VE), FLO est en train de tester une technologie de recharge sans fil statique à son laboratoire d'ingénierie de pointe³⁴. WiTricity offre maintenant sa solution de recharge sans fil aux constructeurs automobiles, aux fournisseurs et aux propriétaires de voitures³⁵. De son côté, l'entreprise américaine Plugless Power a mis au point sa première station de recharge sans fil destinée à fournir un million d'heures de charge à des installations telles que Google et Hertz, et elle a installé la première station de recharge sans fil de VE sur un parc de navettes sans conducteur de série en Europe³⁶.

Recharge dynamique

La recharge dynamique de VE s'entend de la recharge en continu de la batterie d'un VE alors que celui-ci est en mouvement, notamment par induction à partir de dispositifs intégrés à la chaussée³⁷. Cette technologie permettrait aux conducteurs de VE de parcourir de longues distances sans avoir à se demander où et quand ils vont devoir s'arrêter pour recharger la batterie de leur véhicule³⁸.

La première voie publique intégrant la technologie de recharge dynamique en Amérique du Nord a été aménagée récemment à Detroit, au Michigan, et elle est utilisée pour mettre à l'essai et peaufiner la technologie en vue d'un usage public³⁹.

La recharge dynamique peut aussi se faire par voie aérienne. La recharge aérienne, une méthode qui convient particulièrement pour recharger des autobus et des véhicules lourds, repose sur un pantographe installé sur le toit d'un véhicule afin de transférer l'énergie⁴⁰. La recharge dynamique aérienne consiste à recharger les véhicules par frottement sur des lignes aériennes situées le long de leur trajet⁴¹.

La recharge aérienne peut aussi être statique, auquel cas elle est généralement déployée aux arrêts ou aux dépôts d'autobus, où le véhicule est immobilisé⁴².

Recharge portable

La recharge portable permet aux conducteurs de VE de recharger leur véhicule à l'aide d'un appareil mobile, sans avoir à installer d'infrastructure de recharge. Elle peut se faire au moyen d'un dispositif d'assistance routière capable de recharger plusieurs VE en même temps et de différentes façons, pouvant être rechargé à l'aide d'une borne de recharge de VE ou par l'énergie solaire⁴³.

Ce type de technologie de type « assistance routière » est déjà implantée au Canada, où les entreprises Portable Electric (de Vancouver⁴⁴) et Cafu (de Montréal⁴⁵) offrent toutes deux ce service.

Échange de batterie

L'échange de batterie consiste à remplacer la batterie déchargée d'un VE par une batterie compatible rechargée à une station d'échange de batterie⁴⁶. Ce processus est plus rapide que la technologie de recharge actuelle, et prend à peu près le même temps que de faire le plein d'un véhicule doté d'un moteur à combustion interne (MCI) à une station d'essence⁴⁷.

L'entreprise américaine Ample a lancé des stations d'échange de batterie dans la baie de San Francisco, expressément pour les chauffeurs de Uber, et ce service est effectué en moins de 10 minutes⁴⁸.

Recharge bidirectionnelle

La recharge bidirectionnelle désigne la capacité pour un VE de se recharger à l'aide d'un chargeur et de se décharger en libérant de l'énergie, lorsqu'on le jumelle avec un dispositif de recharge aux fonctions similaires⁴⁹. Cela permet aux VE de fournir du stockage d'énergie mobile, de compléter la production d'énergie locale et de servir de réserves d'énergie d'urgence⁵⁰.

Il existe deux types de recharge bidirectionnelle : celle qui implique un échange d'énergie entre un véhicule et le réseau d'un bâtiment (vehicle-to-building ou V2B) et celle reposant sur un échange d'énergie entre un véhicule et un réseau de distribution d'électricité (Vehicle-to-Grid ou V2G)⁵¹. Selon les prévisions, la capacité des VE sera le double de celle des centrales alimentées au gaz naturel en Ontario d'ici 2030⁵². Si tous les véhicules étaient électriques, leur puissance de décharge brute équivaldrait à plus de six fois celle de la demande totale en période de pointe de l'Ontario⁵³.

Cette technologie a été mise à l'essai en Ontario, dans le cadre du projet pilote Peak Drive à Toronto. Il s'agissait d'un des plus importants projets de démonstration de recharge bidirectionnelle V2G au monde, qui avait pour but de réduire la facture d'électricité grâce à la décharge ciblée⁵⁴.

Brancher et recharger

Actuellement, lorsqu'il s'agit de payer, les conducteurs de VE doivent souvent utiliser plusieurs applications, cartes et comptes pour se servir de différentes bornes de recharge⁵⁵. La technologie Brancher et recharger établit une connexion sécurisée entre un VE et une borne de recharge; ainsi, les conducteurs de VE n'ont qu'à brancher leur véhicule à la borne de recharge sans avoir à utiliser d'application sur leur téléphone pour gérer la recharge et le paiement⁵⁶.

La technologie Brancher et recharger se sert d'outils cryptographiques pour établir des communications sécurisées entre un véhicule et l'infrastructure de recharge, et assure ce faisant la protection des renseignements personnels du conducteur du VE et l'échange de données certifiées en toute confidentialité⁵⁷. La technologie Brancher et recharger a été présentée pour la première fois en tant que concept dans la norme internationale ISO 15118, qui porte sur la recharge des VE⁵⁸. Ce concept s'applique autant à la recharge filaire que sans fil.

En 2021, Electrify Canada a installé la technologie de paiement Brancher et recharger à toutes ses bornes de recharge au Canada⁵⁹. C'était la première entreprise à offrir ce service à de nombreux constructeurs automobiles⁶⁰.

Recharge intelligente

La recharge intelligente désigne un système qui permet au propriétaire d'une borne de recharge d'optimiser la consommation d'énergie en surveillant, en gérant et en limitant l'utilisation de leurs dispositifs à distance⁶¹. On l'effectue souvent au moyen d'une application installée sur le téléphone du propriétaire de la borne de recharge.

La recharge intelligente peut aussi offrir une flexibilité à l'échelle du système; elle peut aider à réduire la demande en période de pointe en contrôlant les habitudes de recharge de VE et en favorisant l'équilibrage en temps réel du réseau de distribution d'électricité grâce à l'ajustement des niveaux de charge⁶². Différents projets pilotes ont été mis en œuvre au Canada, dont le programme pilote de recharge intelligente mené par Toronto Hydro⁶³ et le projet pilote de recharge intelligente de VE de Nova Scotia Power⁶⁴.

Recharge ultrarapide

La recharge très rapide ou ultrarapide permet de recharger entièrement un VE en quelques minutes⁶⁵. Ces types de bornes de recharge ultrarapide sont une sous-catégorie de bornes de recharge de niveau 3 qui fournissent une puissance de 350 kW, pour une recharge beaucoup plus rapide que celle des bornes de recharge de niveau 3 offertes sur le marché⁶⁶.

La technologie de recharge ultrarapide fait encore l'objet de progrès, en partie en raison de la demande pour une utilisation adaptée aux véhicules lourds, comme les autobus et les camions⁶⁷. En réponse à cette demande, des normes ont été élaborées pour des bornes de recharge haute puissance, fournissant une puissance allant jusqu'à 600 kW⁶⁸.

3. Moteurs de changement à l'échelle mondiale

La demande d'infrastructures de recharge pour VE devrait augmenter, car celles-ci sont essentielles à l'expansion du marché des VE et jouent un rôle dans la transition à la carboneutralité au niveau planétaire. En raison de cette demande accrue, il faudra peut-être renforcer la capacité des réseaux électriques partout dans le monde, d'autant plus que les consommateurs souhaitent avoir une expérience de recharge plus rapide et plus pratique. De plus, l'émergence de nouveaux marchés pour les VE et de nouvelles lois visant à promouvoir l'adoption de ces véhicules et à favoriser le développement des infrastructures de recharge de VE a des répercussions sur la planète.

Dans ce contexte, plusieurs grandes tendances façonnent l'industrie des infrastructures de VE. Elles sont présentées ci-dessous.

Demande croissante de VE

La demande de VE et d'infrastructures de recharge nécessaires pour les utiliser est appelée à augmenter dans les prochaines années. En 2022, il y avait plus de 26 millions de VE en circulation et les ventes de VE ont atteint 10 millions de véhicules, en hausse de 55 % par rapport à 2021⁶⁹. L'Agence internationale de l'énergie s'attend à ce que près de 240 millions de VE circulent sur les routes de la planète d'ici 2030⁷⁰. Le marché mondial des bornes de recharge de VE était évalué à 12 milliards de dollars américains en 2022 et devrait se chiffrer à 141 milliards de dollars d'ici 2030⁷¹. Les gouvernements du monde entier ont mis en place des incitatifs pour encourager encore plus de personnes à adopter les VE, comme illustré ci-dessous dans la section sur le cadre politique. Au Canada, le gouvernement fédéral a lancé le Programme d'incitatifs pour les véhicules zéro émission (iVZE)⁷² et le Programme d'infrastructure pour les véhicules à émission zéro (PIVEZ)⁷³ et il a fixé une cible obligatoire selon laquelle tous les voitures et camions légers à passagers neufs vendus devront être des véhicules à zéro émission d'ici 2035.⁷⁴ Il compte aussi faire adopter une réglementation pour un sous-ensemble de types de véhicules moyens et lourds visant à faire en sorte qu'en 2040, tous les véhicules vendus qui appartiennent à ces catégories soient à faibles émissions⁷⁵.

Capacité du réseau électrique

Une des principales stratégies mises de l'avant pour appuyer les ambitions mondiales en matière de lutte contre les changements climatiques et de carboneutralité consiste à électrifier les véhicules et à accroître la part d'électricité produite à partir de sources renouvelables⁷⁶. Cependant, pour répondre à la demande de recharge des véhicules branchés après la journée de travail, il faudra peut-être construire de nouvelles centrales électriques⁷⁷. Heureusement, de nouvelles technologies, comme la recharge bidirectionnelle, peuvent aider à rendre le réseau électrique plus efficace. Le fait de rendre les bornes de recharge plus accessibles, en particulier sur les lieux de travail, peut aussi contribuer à une meilleure répartition de la pression exercée sur le réseau électrique durant la journée⁷⁸.

Attentes des consommateurs

De plus en plus de conducteurs optent pour un VE et le nombre croissant de bornes de recharge publiques appuie cette tendance. Malgré tout, les consommateurs ont des craintes au sujet de la recharge qui les incitent à repousser l'achat d'un VE.

Ils sont nombreux à être préoccupés par la durée de recharge des VE (46 %) et la disponibilité des bornes de recharge (44 %)⁷⁹. Au Canada, près de 70 % des personnes interrogées s'inquiètent de la disponibilité et de la fiabilité des bornes de recharge publiques pour VE⁸⁰. Enfin, 78 % des Canadiens doutent que la technologie des batteries évolue assez rapidement pour permettre d'atteindre les objectifs en matière de véhicules zéro émission⁸¹. Avec de telles attentes, les consommateurs font pression pour que l'expérience de recharge gagne en rapidité et en commodité, en exigeant des investissements accrus dans les infrastructures et le renforcement des capacités des véhicules⁸².

Recharge de véhicules lourds

Le marché des véhicules lourds électriques est en pleine croissance. Quelque 66 000 autobus électriques et 60 000 VE moyens et lourds ont été vendus sur la planète en 2022, ce qui représente respectivement environ 4,5 % et 1,2 % des ventes totales d'autobus et de véhicules moyens et lourds dans le monde⁸³.

Pour que l'essor de ce marché se poursuive, la recharge doit être adaptée aux longs trajets, grâce à des options de recharge lente « en dehors des heures de travail » et de recharge rapide « au milieu du quart de travail »⁸⁴. On s'attend à ce que les VE lourds utilisent la recharge en dehors des heures de travail (durant la nuit ou d'autres périodes d'inactivité) pour répondre à la majeure partie de leurs besoins énergétiques⁸⁵. Cependant, la recharge au milieu du quart de travail sera nécessaire pour prolonger l'autonomie, afin que les VE en viennent à remplacer les véhicules à MCI⁸⁶. Selon les estimations, une puissance de recharge d'au moins 350 kW, voire allant jusqu'à 1 MW, pourrait être nécessaire pour recharger complètement des VE lourds pendant une pause de 30 à 45 minutes⁸⁷.

Accès aux infrastructures de recharge

Les adopteurs précoces de VE ont tendance à habiter dans des maisons unifamiliales isolées où la recharge domestique est plus pratique et économique que celle à une borne de recharge publique⁸⁸. Aux États-Unis, 80 % des propriétaires de VE habitent dans une maison unifamiliale⁸⁹.

La majorité des conducteurs de VE préféreraient recharger leur véhicule à la maison, mais ce n'est pas toujours possible pour ceux qui vivent dans une région à forte densité de population⁹⁰. En Allemagne, par exemple, près de 90 % des gens qui habitent dans des régions rurales et suburbaines ont accès à une borne de recharge résidentielle contre 77 % des personnes qui vivent en région urbaine⁹¹.

Pour que les VE soient accessibles à plus de gens, ceux-ci doivent avoir accès à des infrastructures de recharge publiques et en milieu de travail.

À l'échelle mondiale, le nombre de bornes de recharge publiques a augmenté considérablement; ainsi, si en 2017 on répertoriait 315 000 bornes de recharge lente et un peu plus de 100 000 bornes de recharge rapide, on en comptait respectivement près de 1,8 million et plus de 895 000 en 2022⁹².

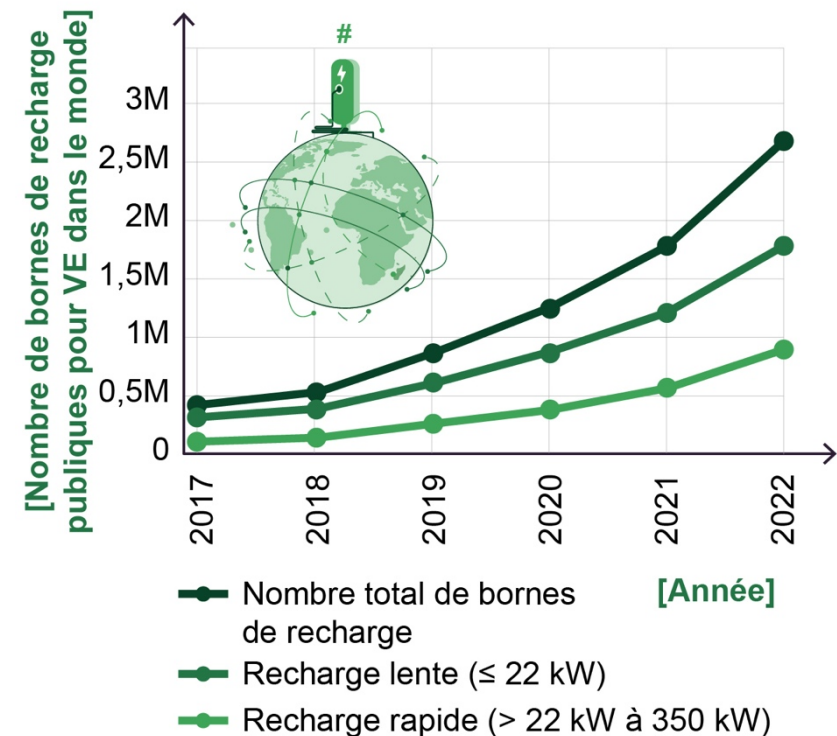
~1,8 M

Nombre de bornes de recharge lente publiques dans le monde en 2022

Plus de 895 000

Nombre de bornes de recharge rapide publiques dans le monde en 2022

Bornes de recharge publiques à l'échelle mondiale⁹³



Cadre politique

Adoption des VE

Partout dans le monde, des efforts ont été accomplis par les gouvernements pour encourager l'adoption des VE. Des politiques ont été établies à l'échelle mondiale pour promouvoir l'utilisation des VE dans le but d'atteindre les objectifs de carboneutralité. La présente section passe en revue les politiques relatives aux VE que certains pays et régions ont mis en œuvre dans les dernières années. Ce compte rendu, à défaut d'être détaillé, vise à fournir une vue d'ensemble des politiques adoptées selon les régions.



Le **Pacte de Glasgow pour le climat**, ratifié par les gouvernements lors de la 26^e Conférence des Parties à la Convention-cadre des Nations Unies (COP 26) sur les changements climatiques, comprend une déclaration préconisant l'accélération de la transition complète vers des voitures et des camionnettes zéro émission. Les gouvernements ont convenu de travailler à faire en sorte que toutes les voitures et camionnettes neuves vendues soient des véhicules à émission zéro d'ici à 2040 au niveau mondial et d'ici à 2035 sur les principaux marchés⁹⁴.



La **directive sur les véhicules propres** vise à favoriser l'achat de véhicules générant moins d'émissions dans les marchés publics. Elle s'applique aux contrats d'achat, de prise en crédit-bail, de location, de location-vente ou de services visant des parcs de véhicules, y compris de voitures, de camionnettes, de camions et d'autobus⁹⁵. Des objectifs nationaux sont fixés sous forme de part minimale de véhicules propres dans le nombre total de véhicules achetés par un État membre dans le cadre de marchés publics⁹⁶.



Le gouvernement du Costa Rica a publié un **plan national de décarbonation**, en vertu duquel il s'engage à faire en sorte que tous les VL vendus, 60 % de l'inventaire des VL et tous les autobus et taxis en circulation soient respectivement des VE d'ici 2050⁹⁷.



Le gouvernement d'Irlande a publié son **plan d'action climatique 2023** dans lequel il fixe des objectifs en vue de l'électrification de son parc de véhicules. Il vise à faire en sorte que toutes les voitures à passagers neuves vendues soient des VE d'ici 2023 et 30 % des VL neufs vendus soient des véhicules à faibles émissions d'ici 2023⁹⁸.



Quant au gouvernement taïwanais, il a annoncé un **plan pour éliminer progressivement les véhicules alimentés aux combustibles fossiles**, afin que tous les véhicules privés neufs vendus soient des VE d'ici 2040. En vertu de cette approche, 30 % des véhicules vendus devront être des VE d'ici 2030 et 60 % d'ici 2035⁹⁹.

Recharge de VE

En plus de mettre en œuvre des politiques régissant l'adoption des VE, les gouvernements du monde entier ont commencé à instaurer des politiques relatives aux infrastructures de recharge. Voici un résumé de certaines de ces politiques :

- En mai 2023, dans la foulée d'une réunion du Conseil du commerce et des technologies UE-États-Unis, l'Union européenne et les États-Unis ont publié une déclaration commune dans laquelle ils formulent des recommandations techniques pour la mise en œuvre d'infrastructures de recharge de VE financées par le gouvernement¹⁰⁰, dont les suivantes : [Traduction] « 1) l'élaboration d'une stratégie commune à l'appui des normes; 2) du soutien au développement et à la mise en œuvre d'infrastructures de recharge intelligente économiques sans laisser de côté des actifs; et 3) la détermination des travaux de recherche, de développement et de démonstration prénormatifs nécessaires pour s'attaquer aux défis restants et soutenir les consommateurs, l'industrie et le réseau¹⁰¹. »
- En février 2022, le gouvernement indien a publié une politique sur les bornes de recharge pour VE. Cette politique rend la recharge abordable pour les propriétaires de petites entreprises en fixant des tarifs, en facilitant la préparation des systèmes de distribution d'électricité et en définissant les besoins en infrastructure de recharge publique pour les véhicules lourds grand routier¹⁰².
- En juin 2023, la SAE a annoncé la normalisation du connecteur NACS mis au point par Tesla¹⁰³ qui permet à n'importe quel fournisseur ou constructeur d'utiliser, de fabriquer ou de déployer des connecteurs NCAS dans les VE et les bornes de recharge partout en Amérique du Nord¹⁰⁴. Ford, General Motors, Mercedes-Benz, Nissan et Volvo sont au nombre des entreprises qui se sont engagées à adopter le connecteur NCAS¹⁰⁵.

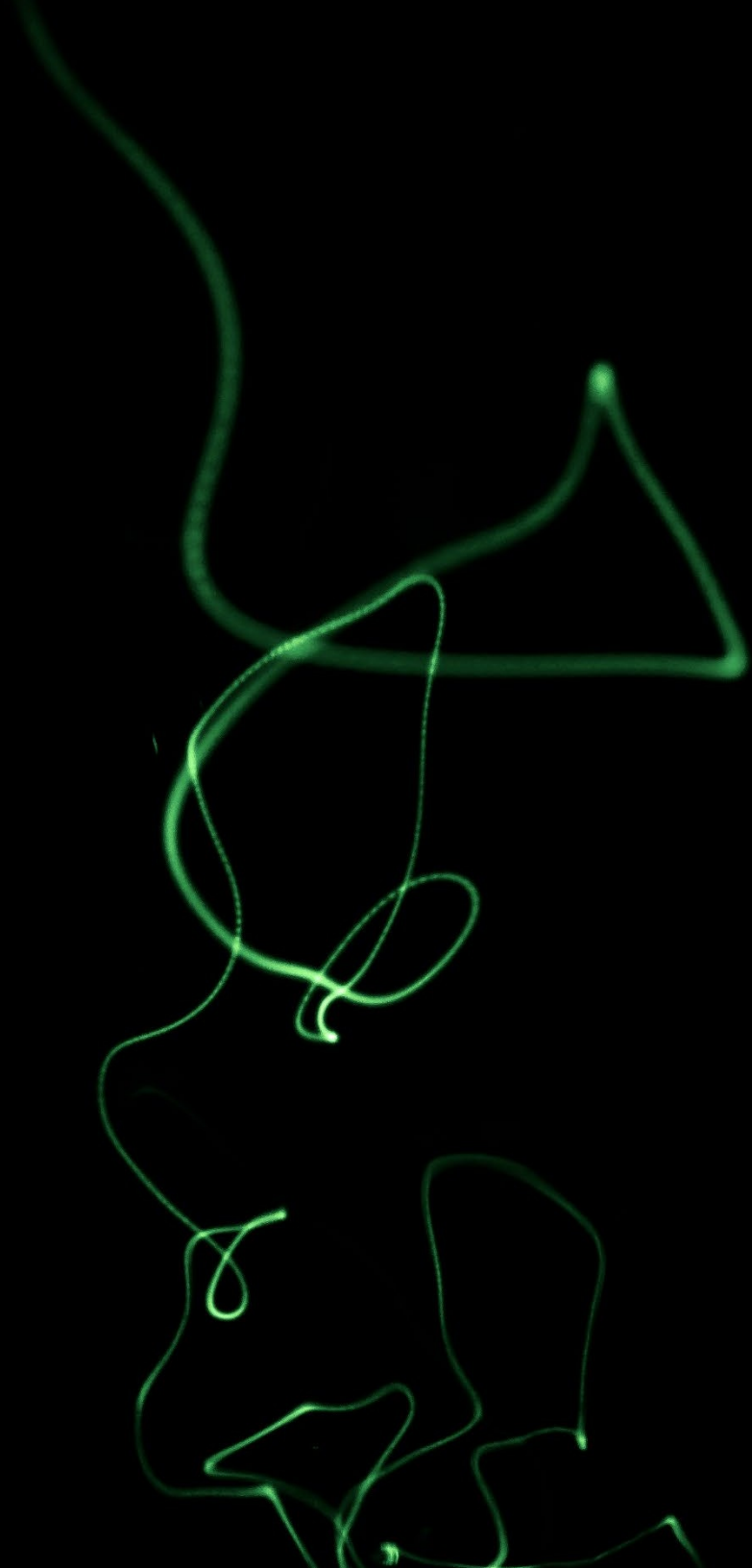
« La construction d'un plus grand nombre de bornes de recharge publiques fait partie du plan de notre gouvernement pour devenir un chef de file mondial dans l'industrie des véhicules électriques et offrir plus d'options de déplacement aux navetteurs¹⁰⁶. »

- — L'honorable Prabmeet Sarkaria, ministre des Transports de l'Ontario

4. Tendances en matière de recharge pour VE au Canada

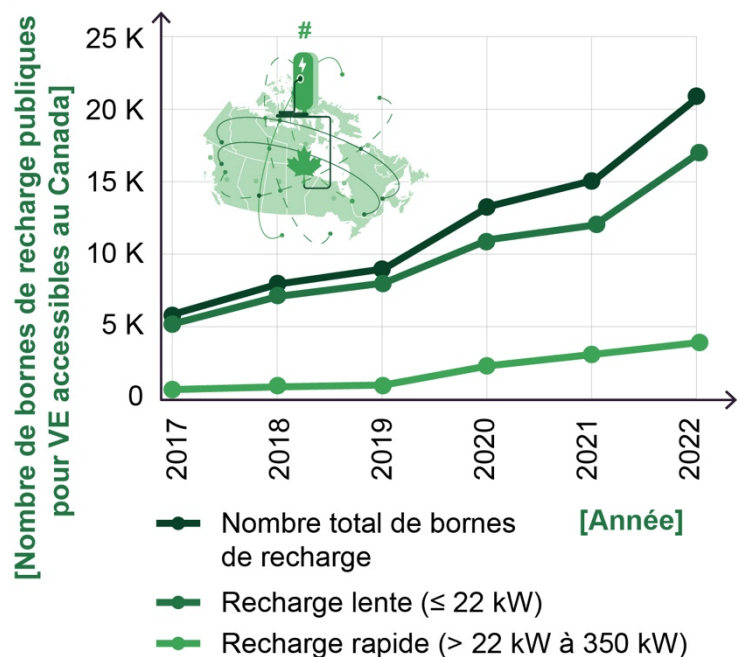
En décembre 2023, le Canada comptait plus de 10 000 stations de recharge publiques dotées de plus de 21 000 bornes de niveau 2 et plus de 4 000 bornes de recharge rapide de niveau 3¹⁰⁷. La disponibilité de ces stations de recharge varie d'une province à l'autre. Pour répondre à la demande, Ressources naturelles Canada estime qu'il faudra entre 727 000 et 914 000 bornes de recharge publiques de niveaux 2 et 3 d'ici 2050¹⁰⁸. Les politiques fédérales axées sur les VE et les infrastructures de recharge connexes jettent les bases qui concourront à la solidité de l'industrie et du réseau au Canada.

La section suivante détaille les facteurs qui façonnent l'industrie des infrastructures de VE au Canada.



Portrait de la situation

Bornes de recharge publiques au Canada¹⁰⁹

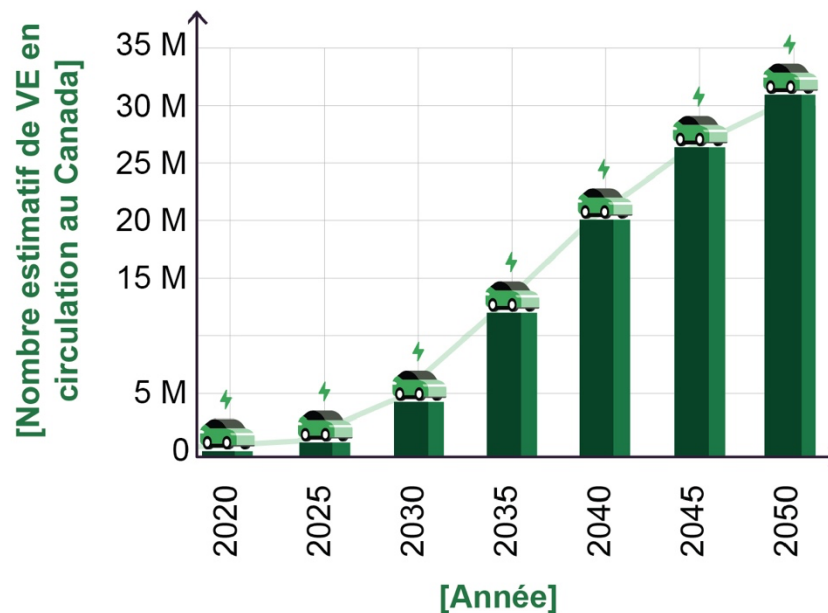


© CIO, 2024

Le nombre de bornes de recharge publiques accessibles au Canada a augmenté, passant de 6 000 en 2017 à près de 21 000 en 2022¹¹⁰.

Une forte croissance du nombre de VE en circulation est prévue au Canada dans les prochaines années, lequel devrait passer

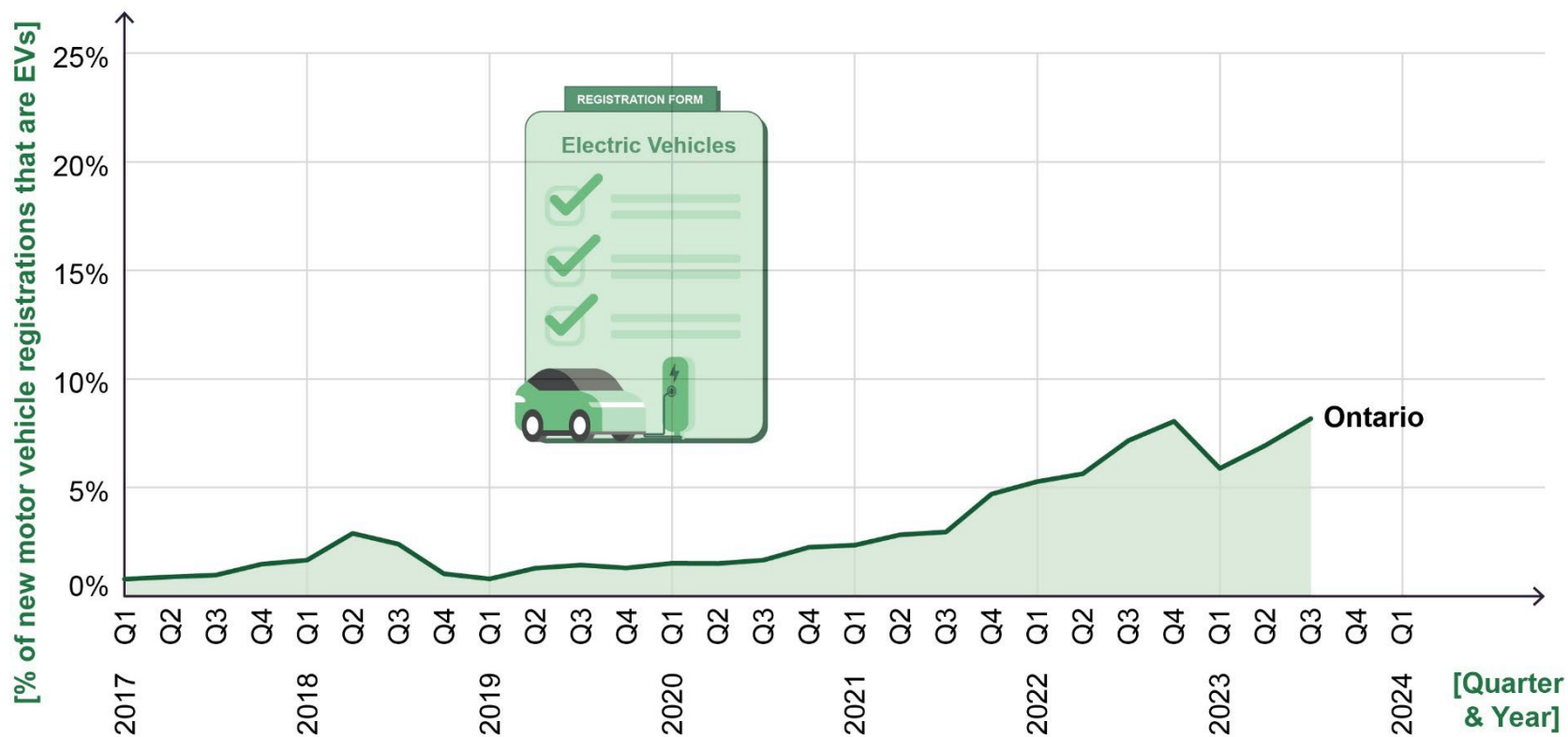
VE au Canada¹¹¹



© CIO, 2024

d'environ 1,02 million ou près de 3,8 % du parc de VL en 2025 à plus de 31 millions de VE ou 90 % du parc de VL en 2050¹¹². Pour faciliter cette progression, il faudra aménager suffisamment d'infrastructures de recharge dans toutes les provinces.

Immatriculations de VE neufs¹¹³

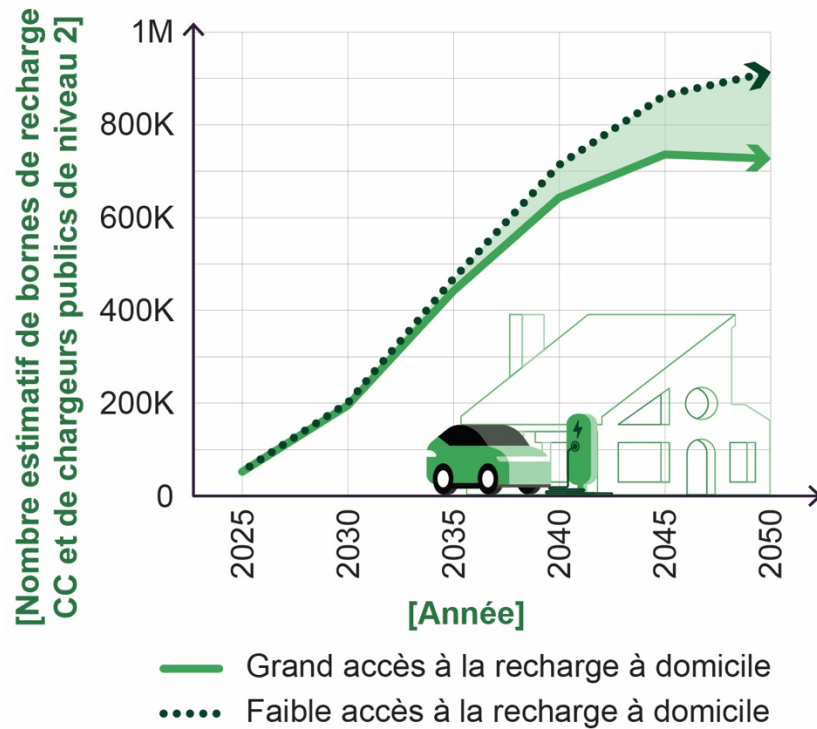


© CIO, 2024

Parallèlement à l'augmentation du nombre de bornes de recharge de VE, le Canada a observé depuis 2017 une hausse du côté des immatriculations de véhicules automobiles neufs qui sont

des VE dans l'ensemble des provinces et cette croissance devrait se poursuivre. De 2017 à 2023, la proportion des immatriculations de véhicules automobiles neufs qui sont des VE a augmenté en Ontario, passant d'environ 1 % à près de 8 %¹¹⁴.

Estimations des besoins en bornes de recharge¹¹⁵



© CIO, 2024

Selon un scénario de grand accès à la recharge à domicile à l'échelle de la population canadienne, on s'attend à ce que le nombre de bornes de recharge CC et de chargeurs publics de niveau 2 doive passer d'environ 52 000 en 2025 à autour de 727 000 en 2050¹¹⁶. Si le scénario tient compte d'un faible accès à la recharge à domicile, ce nombre serait plus élevé, et passerait de 53 000 en 2025 à 914 000 en 2050¹¹⁷.

Politiques fédérales

Partout au Canada, plusieurs politiques et programmes ont été mis en œuvre pour favoriser l'adoption des VE et rendre la recharge plus accessible. En voici des exemples :

- Programme d'infrastructure pour les véhicules à émission zéro (PIVEZ) – fournit un financement aux propriétaires/exploitants d'infrastructures de recharge, aux organismes d'exécution et aux organisations autochtones pour le déploiement de bornes de recharge de véhicules électriques (VE) et de stations de ravitaillement à l'hydrogène à l'étendue du Canada¹¹⁸.
- Programme d'incitatifs pour les véhicules zéro émission (iVZE) – offre des incitatifs allant jusqu'à 5 000 \$ au point de vente aux particuliers et aux entreprises pour l'achat ou la location d'un VE¹¹⁹.
- Programme d'incitatifs pour les véhicules moyens et lourds zéro émission (iVMLZE) – offre des incitations allant jusqu'à 200 000 \$ au point de vente aux entreprises et aux organisations pour l'achat ou la location de VMLZE¹²⁰.
- Norme sur la disponibilité des véhicules électriques du Canada – oblige les constructeurs et importateurs d'automobiles à atteindre des cibles annuelles de ventes réglementées de véhicules zéro émission¹²¹.
- Programme de dispense temporaire de la facturation en kilowattheures de Mesures Canada – permet aux propriétaires de bornes de recharge pour VE de niveaux 1, 2 et 3 de facturer aux conducteurs de VE l'énergie fournie plutôt que le temps passé à recharger leur véhicule¹²².

Élargissement du réseau

Des sommes considérables ont déjà été investies au Canada pour développer le réseau de recharge de VE, et des plans sont en place pour investir beaucoup plus dans l'élargissement du réseau.

En mai 2023, le gouvernement fédéral a annoncé un partenariat avec les États-Unis pour mettre en place un corridor binational de recharge pour VE¹²³. Ce corridor, qui devrait s'étendre de Kalamazoo, au Michigan à la Ville de Québec au Québec, donnera accès à des bornes de recharge de niveau 3 tous les 80 km¹²⁴.

Du côté de l'Ontario, le gouvernement ontarien a lancé le Programme ontarien pour la recharge des VE en 2023, qui permettra de construire des milliers de nouvelles bornes de recharge dans la province¹²⁵.

36,7 G\$

Estimation du montant que le virage vers les véhicules électriques fera épargner aux propriétaires en coûts d'énergie de 2024 à 2050¹²⁶.

360 M de tonnes

Réduction prévue des émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 grâce à l'objectif visant à faire en sorte que la totalité des véhicules neufs vendus soit des véhicules électriques d'ici 2035¹²⁷.

« L'Ontario est au cœur de la révolution des VE, et les nouvelles bornes de recharge rapide pour VE aideront les gens et les entreprises à accéder plus facilement aux bornes de recharge en déplacement alors que nous continuons à bâtir la chaîne d'approvisionnement de VE de l'Ontario de bout en bout¹²⁸. »

- L'honorable Victor Fedeli, ministre du Développement économique, de la Création d'emplois et du Commerce de l'Ontario

5. La position unique de l'Ontario au sein du secteur de la recharge de VE

L'Ontario occupe une place de premier plan dans l'industrie de la recharge de VE, grâce au rôle de chef de file que la province assume depuis de nombreuses années au sein du marché automobile. Cette dernière dispose d'un écosystème robuste et bien connecté regroupant d'importants fabricants d'équipement d'origine (FEO), constructeurs, fournisseurs de services et instituts de recherche qui favorise la mise en œuvre de solutions de recharge efficaces et normalisées pour les VE, ce qui lui confère un avantage considérable dans la révolution des VE.

La section qui suit dresse le portrait actuel du secteur de la recharge de VE en Ontario, y compris les principaux intervenants du domaine et les innovations en matière de recherche et développement (R-D) qui voient le jour dans la province.

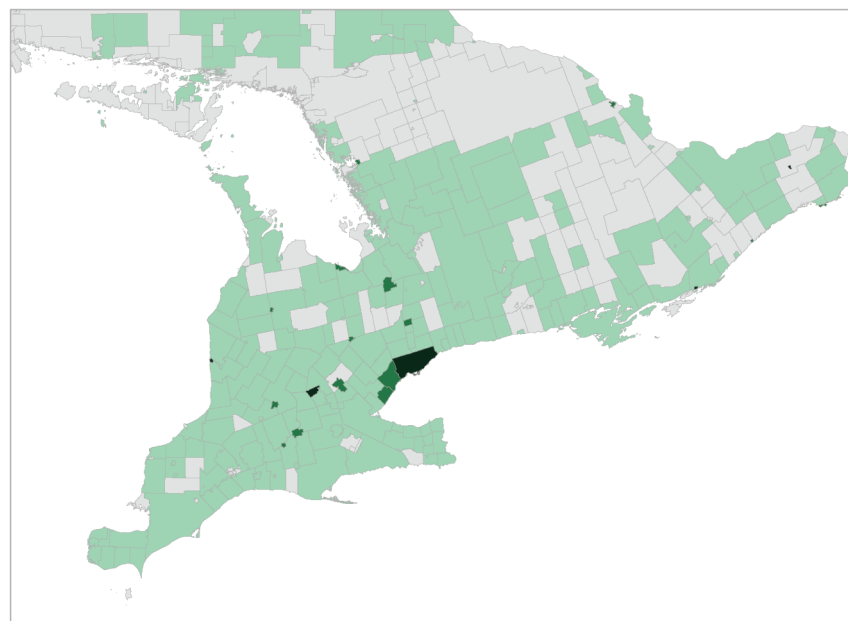
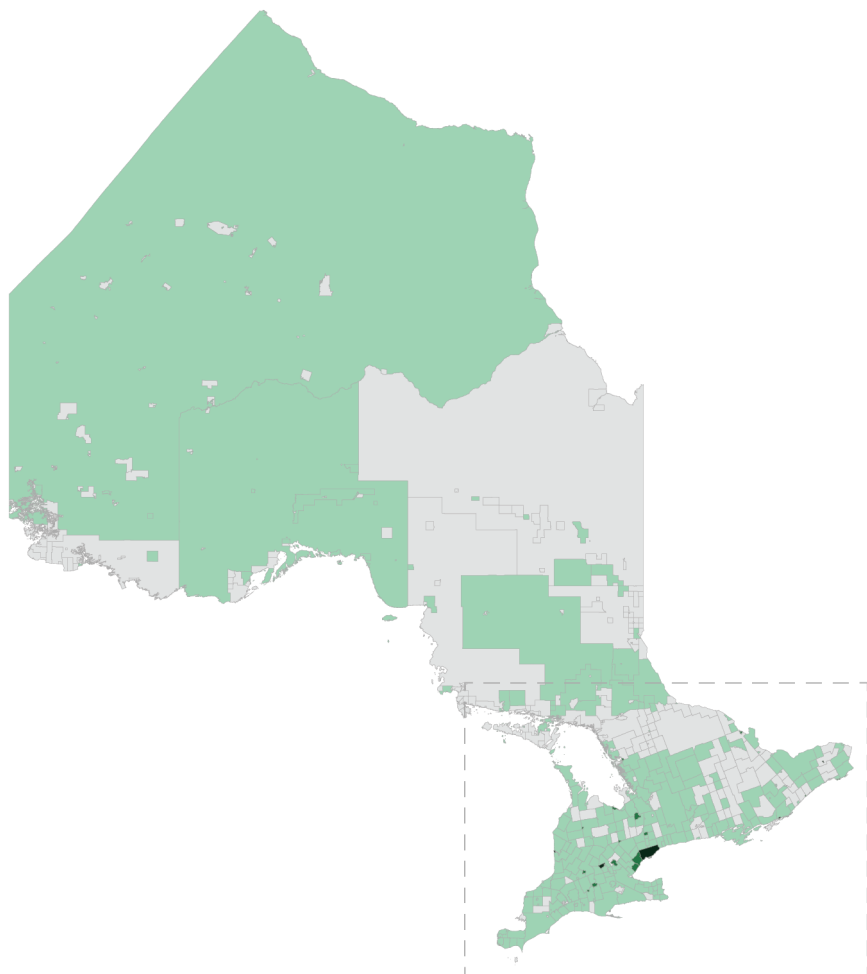


Portrait de la situation

Quelque 135 000 VE sont immatriculés en Ontario et le gouvernement ontarien s'attend à ce qu'il y ait plus d'un million d'immatriculations de VE d'ici 2030¹²⁹. En décembre 2023, l'Ontario comptait plus de 3 000 stations de recharge publiques dotées de plus de 7 000 bornes de niveau 2 et plus de 1 000 bornes de recharge rapide de niveau 3¹³⁰. Le réseau

de bornes de recharge publiques de l'Ontario est actuellement concentré dans les régions urbaines à forte densité de population comme Toronto, de sorte que le réseau aménagé dans les régions rurales moins densément peuplées est plus limité¹³¹. Il est possible pour la province d'élargir le réseau dans presque tout le Nord de l'Ontario.

Bornes de recharge en Ontario¹³²



Bornes de recharge de niveaux 2 et 3 par kilomètre carré

- Aucune borne
- Moins d'une borne
- Une à deux bornes
- Plus de deux bornes

Volet Solutions de recharge avancées et recharge bidirectionnelle du Fonds de partenariats en R-D du ROIV

Le Réseau ontarien d'innovation pour les véhicules (ROIV) a lancé le nouveau volet Solutions de recharge avancées et recharge bidirectionnelle dans le cadre de son Fonds de partenariats en R-D. Par l'intermédiaire du ROIV, le gouvernement de l'Ontario fournira aux petites et moyennes entreprises (PME) jusqu'à 1 000 000 \$ pour les aider à mettre au point des technologies et solutions de recharge de pointe et bidirectionnelle qui sont essentielles à l'électrification et à la transition vers les VE. Ce nouvel investissement dans les PME ontariennes est primordial pour promouvoir l'adoption des VE dans la province, tout en stimulant la croissance économique et l'exportation de solutions à l'échelle planétaire. Ce volet s'applique aux domaines technologiques prioritaires suivants :

- Les technologies de pointe, y compris la recharge sans fil, ultrarapide, bidirectionnelle, dynamique et intelligente.
 - Les technologies de recharge bidirectionnelle V2G, y compris celles qui facilitent l'interopérabilité et l'extensibilité. Il s'agit par exemple de véhicules munis d'une technologie de recharge bidirectionnelle leur permettant de restituer de l'énergie au réseau de distribution d'électricité lorsqu'ils ne sont pas utilisés, afin de contribuer à stabiliser le réseau électrique et à gérer les fluctuations sur le plan de l'offre et la demande d'énergie.
 - Les systèmes de gestion de la demande énergétique et du réseau électrique. La tarification de l'électricité selon l'heure de consommation, la recharge durant les heures creuses et les logiciels de recharge intelligente en sont des exemples.
 - Les technologies à émission zéro axées sur l'intégration de sources d'énergie renouvelable aux infrastructures de recharge, afin de rendre le réseau plus fiable et durable (p. ex., technologies reposant sur l'énergie solaire ou éolienne, petites centrales hydroélectriques et systèmes de production d'énergie géothermique).
- Les technologies qui favorisent l'exploitabilité des systèmes à l'échelle du réseau de distribution d'électricité, des véhicules et des infrastructures de recharge, y compris les solutions de cybersécurité (p. ex., sécurité des réseaux et authentification des dispositifs), les solutions de connectivité et de dispositifs intelligents (p. ex., détection d'anomalies, gestion de réseau et maintenance préventive) et les solutions de chaîne de blocs (p. ex., gestion des accès et systèmes transactionnels).
 - Les technologies de stockage et de transmission d'énergie axées sur la gestion de l'énergie et la capacité du réseau électrique. Parmi les exemples, mentionnons les batteries destinées au stockage d'énergie au sein de réseaux, les technologies de stockage d'hydrogène, y compris d'hydrogène comprimé, à des fins d'intégration au réseau, les systèmes de stockage d'énergie hydroélectrique par pompage pour le stockage de longue durée et à grande échelle et les volants d'inertie favorisant un temps de réponse rapide.

Le programme est structuré de manière à permettre aux différents projets, demandeurs et partenaires admissibles d'atteindre des objectifs multiples. Il vise à faciliter la commercialisation de technologies mises au point en Ontario et à en faire la démonstration à des clients potentiels, tout en favorisant les relations avec des chercheurs pour accroître les efforts de R-D des entreprises. Il cherche également à promouvoir des solutions et des technologies commercialisables, notamment dans les domaines des systèmes avancés de recharge et de gestion de l'énergie, tout en stimulant l'établissement de partenariats public-privé. En plus de bénéficier aux intervenants immédiats, le programme présente des avantages pour la société générale en faisant la promotion de transports plus propres, en réduisant les empreintes environnementale et carbone et en réalisant des gains d'efficacité et des économies au chapitre des systèmes et infrastructures énergétiques.

Pleins feux sur le Programme ontarien pour la recharge des VE

Annoncé au départ en 2022, le Programme ontarien pour la recharge des VE du ministère des Transports de l'Ontario (MTO), dans le cadre duquel le gouvernement investira 91 millions de dollars, a commencé à accepter des demandes en octobre 2023. Le programme a reçu un grand nombre de demandes et l'annonce des décisions de financement aura lieu au printemps 2024. Le ROIV soutient cette initiative et en fait la promotion en collaboration avec le MTO.

Le programme comprend deux volets : le volet des sites communautaires et le volet des sites gouvernementaux. Le volet des sites communautaires offre des subventions aux entités admissibles des secteurs privé et public pour la construction de nouvelles bornes de recharge de VE dans les communautés de moins de 170 000 habitants, ainsi que dans toute communauté autochtone de l'Ontario¹³³. Quant au volet des sites gouvernementaux, il permettra de construire davantage de bornes de recharge de VE sur des terrains appartenant au gouvernement, notamment les aires de repos des autoroutes, les stationnements de covoiturage et les destinations touristiques telles que les parcs de l'Ontario¹³⁴.

Le programme répond aux objectifs suivants :

- accroître le nombre de bornes de recharge publiques dans l'ensemble de l'Ontario;
- rendre les bornes de recharge publiques plus accessibles et abordables;
- encourager davantage de personnes à passer aux VE¹³⁵.

Les demandeurs admissibles de petites et moyennes

collectivités de l'Ontario comprennent, entre autres, les entreprises, les sociétés sans but lucratif, les municipalités, les communautés autochtones, ainsi que les organisations du secteur parapublic, comme les hôpitaux et les universités¹³⁶.



Entretien avec le MTO

Le MTO met le Programme ontarien pour la recharge des VE en œuvre en se concentrant sur la fiabilité et en préconisant une approche prudente et réfléchie, afin d'appliquer les bonnes solutions dans un milieu donné. Cela implique de concilier la prise en compte des besoins actuels des consommateurs à la planification à long terme de l'avenir du réseau de transport.

Diminuer l'angoisse de la panne que ressentent les Ontariens qui vivent dans des collectivités rurales, éloignées et nordiques a été désigné comme une priorité. Le MTO espère que le Programme ontarien pour la recharge des VE renforcera la confiance des consommateurs, à commencer par ceux de régions rurales et éloignées, et que ces derniers auront accès à un réseau de recharge fiable et pourront se déplacer en VE sans s'inquiéter.

Un apprentissage clé dans le cadre de ce programme, comme mentionné par le MTO, est l'importance de travailler avec des partenaires. Lors de la conception du programme, le MTO a collaboré étroitement avec le ministère de l'Énergie et les principaux acteurs du domaine de la production et de la transmission d'électricité afin que le réseau de recharge dispose d'une alimentation électrique fiable, compte tenu du fait que la majeure partie des infrastructures de recharge seraient installées dans des endroits où l'accès au réseau de distribution d'électricité existant est difficile.

Le MTO considère le programme comme une occasion pour l'Ontario d'innover et de réaliser des essais en matière de technologies adaptées au temps froid et de mettre en place une chaîne d'approvisionnement durable et globale pour les VR grâce à l'accès qu'a la province à des minéraux critiques issus d'un approvisionnement éthique, par l'intermédiaire de la Stratégie relative aux minéraux critiques. Le MTO tirera des leçons de la mise en œuvre du Programme ontarien pour la recharge des VE et s'engage à explorer la possibilité d'offrir d'autres programmes axés sur la recharge de VE dans l'avenir.

Politiques provinciales

L'Ontario a en place de nombreuses politiques qui lui sont propres pour aider à façonner le secteur de la recharge pour VE et à promouvoir l'adoption des VE, dont les suivantes :

- Piloter la prospérité (phases 1 et 2) – positionne l'Ontario comme un chef de file dans le développement et la construction de la voiture du futur grâce à des technologies émergentes et des processus de fabrication avancés¹³⁷.
- Programme des plaques d'immatriculation vertes – permet aux particuliers, aux entreprises et aux parcs de véhicules commerciaux ayant des VE et VHR de moins de 3 000 kg munis d'une plaque d'immatriculation verte de circuler dans les voies réservées aux véhicules multioccupants (VMO), quel que soit le nombre d'occupants et dans les voies réservées aux VMO tarifées (VMOT), sans frais, quel que soit le nombre d'occupants¹³⁸.
- Incitatif à l'investissement pour la création d'emplois en Ontario – permet aux entreprises d'amortir immédiatement l'équipement d'énergie propre désigné, y compris le matériel de recharge de VE¹³⁹.
- Loi de 2019 sur le stationnement réservé à la recharge des véhicules électriques – crée une disposition interdisant de stationner un véhicule dans une station de recharge pour véhicules électriques, à moins qu'il ne s'agisse d'un VE et que celui-ci ne soit branché à l'équipement de recharge de la station¹⁴⁰.

Réseau de l'Ontario

Le réseau de recharge de l'Ontario a pris considérablement d'expansion dans les dernières années et des plans sont en place pour continuer de le développer. Hydro One et Ontario Power Generation (OPG) poursuivent l'élargissement du réseau de recharge Ivy existant, un réseau de recharge rapide doté de 150 bornes de recharge installées dans 60 endroits¹⁴¹, en installant

des bornes de recharge de niveau 3 aux 20 aires de services ONroute rénovées le long des autoroutes 400 et 401¹⁴². De plus, en octobre 2023, le gouvernement de l'Ontario a lancé le Programme ontarien pour la recharge des VE¹⁴³. Ce programme fournit du financement pour construire des milliers de nouvelles bornes de recharge pour VE dans les petites et moyennes collectivités¹⁴⁴.

Principaux intervenants en Ontario

Plusieurs entreprises établies en Ontario offrent des produits et des services de recharge pour VE. En voici des exemples.

- Jule – Cette entreprise de Toronto (qui s'appelait auparavant eCamion) se spécialise dans les systèmes de gestion intelligente de l'énergie et de stockage d'énergie par batterie et fournit une technologie intégrée de recharge rapide CC¹⁴⁵.
- Autochargers.ca – Entreprise de Markham spécialisée dans la vente, l'installation et l'entretien d'équipement de recharge résidentiel et commercial au Canada¹⁴⁶. Filiale d'United Chargers, elle est l'une des rares compagnies de la province qui fabriquent des bornes de recharge pour VE¹⁴⁷.
- Gbatteries – Entreprise d'Ottawa qui se consacre à la mise au point d'une technologie de gestion intelligente des batteries conçue pour la mobilité électrique¹⁴⁸.
- SWTCH – Entreprise nord-américaine dont le siège social est à Toronto qui fournit des solutions de recharge de VE pour les immeubles à locataires multiples, y compris une plateforme pour gérer la recharge des VE¹⁴⁹,
- Daymak – Entreprise de Toronto qui se spécialise dans le développement et la distribution de VL électriques au Canada. Elle a également mis au point la technologie de recharge sans fil brevetée Ondata.¹⁵⁰

- BluWave-ai – Entreprise ayant son siège social à Ottawa qui est spécialisée dans l’intelligence artificielle (IA) et l’énergie renouvelable. Elle a développé un système appelé EV Everywhere qui utilise des données de réseau en temps réel pour prédire la demande d’énergie et « offre une répartition optimale pour la planification intelligente de la recharge de VE et du stockage d’énergie de la batterie disponible¹⁵¹. »
- Stromcore Energy Inc. – Entreprise de Mississauga qui conçoit et fabrique des batteries aux ions de lithium pour les chariots élévateurs à fourche¹⁵².
- metroEV – Établie à Markham, cette entreprise est spécialisée dans l’installation d’équipement de recharge pour VE destiné aux secteurs résidentiel, commercial et institutionnel¹⁵³.
- TROES – Également de Markham, cette entreprise offre une solution appelée « Microgrid-in-a-Box », qui est un système modulaire de stockage d’énergie par batterie intégrant des contrôleurs et des optimiseurs de pointe pour miniréseaux¹⁵⁴.
- Ettractive Inc. – Cette entreprise d’Oldcastle en Ontario se spécialise dans l’intégration de systèmes de véhicules qui prend en charge une nouvelle solution personnalisée de recharge et d’infrastructure pour les sports motorisés¹⁵⁵.

Recherche menée en Ontario

L’Ontario est à l’avant-garde de la recherche dans le secteur des VE. Le Centre de recherche sur les VE de l’Université de Toronto (UTEV), un partenariat entre le milieu universitaire et l’industrie, est un exemple d’institut de recherche de l’Ontario qui met l’accent sur le développement de la prochaine génération de technologies de VE¹⁵⁶. Un des principaux domaines de recherche de l’UTEV est la recherche omniprésente reposant sur un réseau composé de chargeurs de batterie embarqués et non transportés, de bornes de recharge sans fil et de bornes de recharge statique par batterie pouvant atténuer l’angoisse de la panne chez les propriétaires de VE¹⁵⁷.

De plus, le Centre d’excellence automobile de l’Université technologique de l’Ontario, qui fait partie du Site régional de Durham pour le développement des technologies (SRDT de Durham), met à la disposition des partenaires des stations de recherche à grande échelle sur la recharge bidirectionnelle ainsi que des laboratoires d’essai pour la réalisation d’activités de R-D axées sur l’aérodynamique, les conditions climatiques et les structures ainsi que des capacités de mise à l’essai et de développement des logiciels automobiles¹⁵⁸.

L’Université de Windsor et l’Université McMaster ont quant à elles mené des recherches sur la cybersécurité des infrastructures de recharge¹⁵⁹ et la détection rapide des cyberattaques visant des bornes de recharge rapide¹⁶⁰. L’Institute for Transportation and Logistics (MITL) de l’Université McMaster effectue aussi des projets de recherche axés sur les VE, dont une analyse d’optimisation des emplacements des infrastructures de recharge publiques et une analyse des retombées économiques découlant de l’adoption des VE¹⁶¹.

Pleins feux sur le SRDT de Durham du ROIV

Le SRDT de Durham du ROIV ou Centre d'excellence automobile de l'Université technologique de l'Ontario, a collaboré avec Jule (auparavant eCamion), un fournisseur de technologies pour le stockage flexible des batteries, la recharge des véhicules électriques et les solutions de gestion de l'énergie, afin de développer une solution de stockage d'énergie et de recharge rapide de bout en bout¹⁶².

Au SRDT de Durham, Jule a pu tester le rendement des batteries et de l'électronique de puissance dans une foule de conditions, comme des températures extrêmes et des conditions humides et glacées¹⁶³. Elle a ainsi été en mesure de déterminer les modifications à apporter à la conception pour garantir une fiabilité aux consommateurs¹⁶⁴.

Jule mène d'autres projets de recherche en collaboration avec le SRDT de Durham. Ceux-ci portent sur les thèmes suivants :

- Recharge sans fil rapide haute puissance.
- Modélisation d'énergie thermique de miniréseaux en vue d'un déploiement sur la route Transcanadienne.
- Système de recharge autonome mécatronique¹⁶⁵.

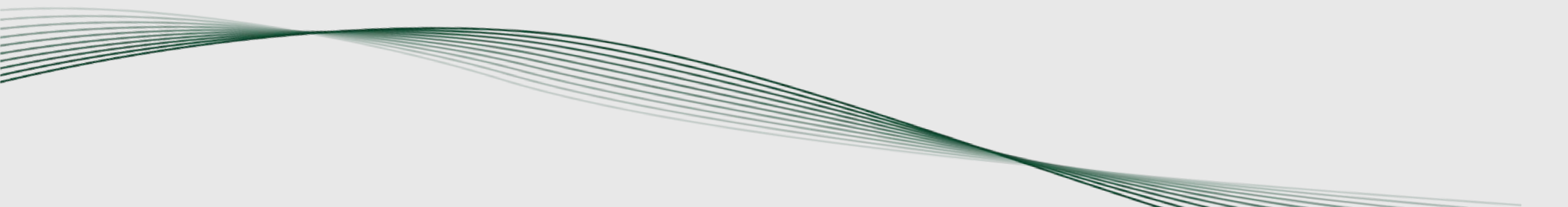


Entretien avec l'Université technologique de l'Ontario

De nouvelles technologies de recharge verront prochainement le jour et elles doivent passer par l'étape de la recherche et du développement et faire l'objet d'essais rigoureux. Le SRDT de Durham offre à l'université une occasion unique de collaborer étroitement avec des partenaires de l'industrie à des tests portant sur l'efficacité, le rendement énergétique et le caractère pratique des méthodes de recharge, comme l'illustrent les travaux réalisés avec Jule.

Parmi les principaux facteurs pris en compte par l'université, de concert avec les partenaires de l'industrie, mentionnons la vitesse de recharge, la commodité pour les consommateurs, la sécurité et le rapport coût-efficacité. Il a été souligné qu'un des objectifs premiers consiste à s'assurer que la recherche et les résultats qui en sont tirés soient pertinents pour le marché actuel et s'y appliquent. Aux yeux de l'université, la fiabilité est à la base de l'adoption des VE, et des technologies de recharge et batterie robustes et fiables sont donc nécessaires.

L'université est d'avis que l'Ontario est très bien placé pour être un chef de file mondial du développement en matière de recharge pour VE. L'ampleur de la recherche et de l'innovation en cours dans la province a été qualifiée de facteur essentiel, tous comme la présence de fabricants de batteries et la possibilité de diriger la lutte contre les changements climatiques grâce à l'accès à des sources d'énergie propre.



L'innovation en Ontario

L'Ontario est aux premières loges des progrès dans les technologies de recharge de VE, fort des nombreux projets pilotes et innovations qui ont lieu dans la province. En voici des exemples :

- **Projet pilote de recharge bidirectionnelle V2G de Blackstone Energy Services** – En collaboration avec Ressources naturelles Canada, cette entreprise de Toronto met à l'essai un système de recharge bidirectionnelle V2G, qui permettra aux conducteurs de VE d'être payés pour transférer l'électricité emmagasinée dans la batterie de leur VE à l'installation devant laquelle ils sont stationnés pendant les périodes de forte demande d'électricité. Les partenaires ont installé des bornes de recharge bidirectionnelle d'essai à divers endroits dans la province, dont le Collège Fanshawe, l'Université Brock et le Collège Georgian¹⁶⁶.
- **eLeapPower** – Cette entreprise technologique de Toronto propose une gamme de solutions de conversion de puissance à l'industrie de la mobilité. En 2021, grâce au soutien du ROIV, eLeapPower a pu démontrer dans le cadre d'un projet l'efficacité de sa technologie de recharge sans fil¹⁶⁷.
- **Projet pilote EV Everywhere de BluWave-ai et Hydro Ottawa** – En 2022, ce projet pilote d'Ottawa appuyé par la Société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité (SIERE) et de la Commission de l'énergie de l'Ontario (CEO) utilisait une plateforme logicielle d'IA appelée EV Everywhere pour gérer la demande de recharge de VE en période de pointe¹⁶⁸.
- **Projet pilote de recharge d'autobus électriques de la CTT et de PowerON Energy Solutions** – En 2023, la Commission de transport de Toronto (CTT) a annoncé l'installation de 10 pantographes pour recharger des autobus électriques dans le cadre d'une validation de principe à son garage Birchmount situé à Scarborough. Déployés en partenariat avec la filiale PowerON Energy Solutions d'Ontario Power Generation, les pantographes ont permis la recharge aérienne du parc d'autobus électriques¹⁶⁹.
- **Projet pilote de recharge de VE avec chaîne de blocs** – Réalisé dans le cadre d'un partenariat entre SWITCH Energy et Opus One Solutions, ce projet de démonstration mettait à contribution deux immeubles de bureaux du centre-ville de Toronto pour tester deux technologies : une qui transformait les VE en source d'électricité pour les résidents des immeubles tandis que la seconde se servait de la technologie de chaîne de blocs pour suivre la consommation et la facturation d'énergie¹⁷⁰.
- **Projet pilote de recharge de véhicules lourds d'HydroOne** – En 2021, Ressources naturelles Canada a versé 4,5 millions de dollars à HydroOne au titre du Programme de démonstration d'infrastructure pour les véhicules électriques du Fonds pour les infrastructures vertes pour élaborer un projet pilote de bornes de recharge pour camions électriques lourds. Le projet pilote visait à établir un modèle pour d'autres services publics et entreprises¹⁷¹.
- **Investissement dans Stromcore pour la mise au point de chargeurs pour chariots élévateurs électriques** – Le gouvernement fédéral a investi 4,8 millions de dollars dans Stromcore afin qu'elle lance deux nouveaux produits : Turbo Bank, un chargeur de pointe alimenté par l'IA et doté d'une efficacité accrue, et Electric Cart, un chariot élévateur électronique zéro émission. Ces nouveaux produits ont une capacité de charge rapide et peuvent fonctionner dans des environnements froids¹⁷².
- **Programme pilote de recharge intelligente de Toronto Hydro** – En 2022, Toronto Hydro a lancé un programme pilote mené auprès de résidents de Toronto, en collaboration avec Plug'n Drive et Elocity Technologies Inc. Les participants ont obtenu gratuitement un dispositif de recharge intelligente EVPlug pour véhicule électrique hyperintégré (Hyper Integrated Electric Vehicle ou HIEV^{MC}) qui leur permettait de contrôler l'horaire de recharge de leur VE à l'aide d'une application installée sur leur téléphone intelligent. Ce programme pilote visait à comprendre les modèles et habitudes de recharge de VE, y compris la durée, la fréquence et le moment de la recharge¹⁷³.

Pleins feux sur le projet pilote de recharge bidirectionnelle V2G Peak Drive

En 2019, Peak Power, une entreprise du secteur des technologies propres ayant son siège social à Toronto spécialisée dans le développement et l'optimisation de solutions de stockage d'énergie a déployé au centre-ville de Toronto l'un des plus importants projets de recharge bidirectionnelle V2G au monde¹⁷⁴. Le projet de démonstration mettait à l'essai 21 bornes de recharge bidirectionnelle et véhicules LEAF de Nissan LEAF dans trois immeubles de bureaux commerciaux. Le projet pilote se servait de VE et de systèmes de stockage d'énergie pour réduire les frais liés à la demande des immeubles¹⁷⁵.

Il répondait, entre autres, aux objectifs suivants :

- Réduire la facture d'électricité des immeubles grâce à la décharge ciblée des batteries des VE LEAF de Nissan.
- Combiner des études de cas portant respectivement sur l'énergie et la mobilité et fournir des données utiles sur les modes de conduite et les habitudes de recharge.

Les résultats du projet ont révélé qu'il était possible d'économiser annuellement environ 8 000 \$ par VE en coûts d'énergie¹⁷⁶.

Au début de 2024, les sites ont été mis hors service après un déploiement réussi de quatre ans.



Entretien avec Peak Power

La recharge bidirectionnelle V2G offre l'occasion de soutenir les réseaux électriques des quartiers, en les maintenant en service et en faisant office de source d'alimentation de secours en cas de panne de courant. Peak Power considère que la recharge bidirectionnelle V2G peut aider à réduire le besoin d'installer des infrastructures dans les endroits qui ne sont peut-être pas branchés au réseau de distribution d'électricité, grâce à un modèle d'échange d'énergie réciproque entre un véhicule et le réseau d'un bâtiment ou entre un véhicule et un réseau domestique (vehicle-to-home ou V2H). Le modèle de recharge bidirectionnelle V2H se prête particulièrement bien à une étude de cas dans les régions rurales, car il accroît la fiabilité du réseau d'électricité.

L'aspect pratique de l'autonomie a aussi été mentionné comme concept clé, c'est-à-dire que la recharge de notre VE se fait naturellement, et qu'on n'a plus à la planifier ni à trouver l'emplacement de bornes de recharge. Le fait de rendre le réseau plus fiable et plus accessible permettrait d'améliorer la commodité pour les conducteurs.

L'Ontario occupe une position unique dans ce domaine compte tenu de son rôle de chef de file en fabrication de véhicules automobiles, de l'accès à une chaîne d'approvisionnement locale pour la production de batteries et d'un secteur électrique et de technologies propres qui soutient les entreprises en démarrage, l'innovation et lance de nouvelles technologies.

Selon Peak Power, les principaux défis à relever par l'industrie de la recharge de VE sont le manque d'appui politique en matière d'électrification et le pouvoir d'achat limité. L'entreprise estime qu'il est possible d'offrir des incitatifs aux consommateurs et de favoriser une collaboration entre les secteurs pour contribuer au développement de l'industrie dans la province. Des discussions sont en cours afin de faire avancer plusieurs projets pilotes.

Projets appuyés par le ROIV

Jule : système de recharge rapide pour véhicules autonomes

Dans le cadre des programmes de stages et de bourses du volet de développement de talents du ROIV, Jule a obtenu du soutien du ROIV pour poursuivre ses efforts de recrutement d'ingénieurs électriciens et en logiciels et pouvoir continuer le développement de la production et le déploiement de ses bornes de recharge rapide pour véhicules autonomes (VA). Ce projet a contribué à la croissance du secteur de la recharge de VE en Ontario.

eLeapPower : système de recharge sans fil pour VA ou VE

Toujours dans le cadre des programmes de stages et de bourses de son volet de développement de talents, le ROIV a appuyé eLeapPower afin qu'elle étudie dans quelle mesure il est possible d'accélérer la croissance des véhicules connectés et des VA et l'entrée sur le marché des technologies de pointe axées sur les VC et VA. Ce projet répondait au défi que représentent les infrastructures du dernier kilomètre pour les véhicules utilitaires électriques, en permettant aux VE de recourir à la recharge sans fil et autonome.

SWTCH : recharge intelligente de VE dans les immeubles résidentiels à logements multiples

Le ROIV soutient présentement SWTCH par l'intermédiaire des programmes de stages et de bourses de son volet de développement de talents, afin qu'elle mette au point une plateforme de recharge innovante pour VE. Cette plateforme assure une gestion intelligente des bornes de recharge installées dans les immeubles résidentiels à logements multiples et améliore l'efficacité énergétique du réseau en gérant la recharge.

TROES et Day & Night Solar : validation et démonstration d'une borne de recharge de VE transportable

Mis en œuvre par TROES et l'entreprise américaine Day & Night Solar dans le cadre du volet VE du Fonds de partenariats en R-D du ROIV, ce projet vise la mise au point d'un nouveau type de bornes de recharge rapide CC haute capacité entièrement portables qui se sert d'un générateur solaire de 60 kW pour recharger les batteries. Le système de stockage d'énergie par batterie repliable est installé sur une remorque à plateau standard de 16 m (53 pi) et est conçu pour respecter les limites de poids des routes; le régulateur du miniréseau fonctionnera à l'aide d'un algorithme qui assurera le débit optimal du système. Le système proposé peut être utilisé comme service de recharge rapide CC dès qu'il arrive sur un site; il peut aussi être connecté au réseau pour le soutenir et le recharger.

SmartONE, Conqora Capital et SWTCH : recharge intelligente de VE dans les ensembles résidentiels à logements multiples

Forts d'un financement au titre du volet VE du Fonds de partenariats en R-D du ROIV, SmartONE Solutions Inc. (une entreprise ontarienne spécialisée dans les bâtiments intelligents), Conqora Capital Partners Inc. (une entreprise de capital-investissement de Toronto) et SWTCH travaillent en collaboration à la mise en œuvre de ce projet au nouvel ensemble de logements locatifs situé au 16, avenue Hamilton à Ottawa. Les entreprises combinent des technologies pour mettre au point une solution de recharge intelligente de VE répondant aux demandes uniques des ensembles à logements multiples. La fonction de recharge intelligente sera accessible dans l'application communautaire SmartONE, pour que les résidents puissent consulter et gérer activement la recharge de leur véhicule. Enfin, l'ensemble résidentiel sera muni de bornes de recharge que les résidents pourront partager et mettre à la disposition des visiteurs.

« Dans le cadre du volet Solutions de recharge avancées et recharge bidirectionnelle, les PME auront une occasion unique de façonner l'avenir de la recharge des VE, y compris l'échange d'énergie réciproque entre les véhicules et le réseau de distribution d'électricité. Les entreprises s'associeront pour développer, valider, mettre à l'essai et démontrer de nouvelles technologies dans le but de stimuler la commercialisation et le déploiement de solutions de recharge sans fil, ultrarapide, bidirectionnelle, dynamique et intelligente, de systèmes de gestion de la demande énergétique et du réseau électrique ainsi que de technologies axées sur l'intégration de sources d'énergie renouvelable aux infrastructures de recharge et le stockage et la transmission d'énergie. »

— L'honorable Victor Fedeli, ministre du
Développement économique, de la Création
d'emplois et du Commerce de l'Ontario

6. Possibilités futures

Le secteur de la recharge des VE en est à ses débuts et poursuit sa croissance et son développement. Les gouvernements et les organismes se voient donc offrir d'innombrables occasions de contribuer à façonner l'avenir de cette industrie. Ils peuvent jouer un rôle à cet égard en développant des technologies et en faisant des efforts pour améliorer l'expérience des consommateurs, accroître l'accessibilité et gérer la demande.

La section qui suit met en lumière certaines mesures que l'Ontario peut prendre dans l'immédiat et à plus long terme pour continuer de renforcer sa position de chef de file dans le domaine de la recharge de VE.



Continuer d'encourager le développement et la commercialisation de technologies

L'Ontario est très bien placé pour tirer parti de l'influence qu'il exerce dans l'industrie de la recharge de VE, notamment par l'intermédiaire du réseau de SRDT du ROIV, y compris le volet Solutions de recharge avancées et recharge bidirectionnelle du Fonds de partenariats en R-D.

Le réseau de SDRT aide les PME à procéder au développement, à l'essai et au prototypage de leurs technologies avancées et leur permet de tirer parti d'expertise dans les principaux domaines d'intérêt du secteur de l'automobile et de la mobilité, comme la recharge des VE¹⁷⁷.

L'Ontario a déjà démontré qu'il peut être à la tête des progrès technologiques au Canada dans le cadre du projet Arrow, une initiative lancée par l'Association des fabricants de pièces d'automobile du Canada (APMA), qui visait à mettre au point et à fabriquer le premier véhicule à faibles émissions dont chaque composant est produit au Canada¹⁷⁸. En novembre 2023, l'APMA a annoncé le projet Arrow 2.0 qui servira à produire 20 autres exemplaires entièrement fonctionnels du véhicule d'ici 2026¹⁷⁹.

En plus de miser sur les innovations existantes à l'échelle provinciale, l'Ontario peut mettre à contribution les entreprises spécialisées dans les technologies, les batteries et les VE qui exercent leurs activités dans la province. Comme il en a été question au chapitre précédent, plusieurs entreprises accomplissent du travail important dans le domaine de la recharge de VE, sous forme de recherche et de projets pilotes. L'Ontario peut continuer à appuyer ces organisations en les aidant à lancer leurs concepts et produits sur le marché et à les rendre commercialement viables.

Simplifier les technologies de paiement des frais liés à la recharge

En plus de vouloir des technologies de recharge plus rapide, les consommateurs souhaitent avoir une expérience de recharge et de paiement simplifiée et homogène. À l'heure actuelle, un conducteur de VE doit généralement se servir d'un éventail d'applications, de cartes et de comptes pour utiliser des bornes de recharge publiques à différents emplacements¹⁸⁰.

La technologie Brancher et recharger connaît un essor en tant que solution à cet égard, mais plusieurs acteurs, dont les FEO, les réseaux de distribution d'électricité et les propriétaires de bornes de recharge pour VE, doivent s'entendre sur cette option avant qu'elle ne puisse être adoptée universellement¹⁸¹.

L'Ontario a l'occasion de promouvoir et de concrétiser l'interopérabilité des réseaux de recharge, qui permet aux conducteurs de VE d'accéder à un vaste éventail de bornes de recharge publiques en utilisant leur mode de paiement préféré¹⁸². Des efforts ont déjà été accomplis au Canada pour offrir cette option. Ainsi, plusieurs des plus importants réseaux de recharge en Amérique du Nord, dont Greenlots, ChargePoint, EV Connect et FLO, ont signé en 2021 une entente d'interopérabilité visant les 54 000 bornes de recharge de leurs réseaux¹⁸³. Ce mouvement a pris de l'ampleur en 2023 avec le lancement de l'initiative Agora. Cette campagne nationale menée par ChargeHub, BC Hydro et le Circuit électrique en collaboration avec 12 partenaires de l'industrie, y compris des organismes de l'Ontario tels que le Conseil du véhicule électrique d'Ottawa, SWTCH (dont le siège social canadien est à Toronto) et le réseau de recharge Ivy, vise à faciliter l'accès des conducteurs de VE à des réseaux de recharge interopérables à l'aide d'un compte unique sécurisé¹⁸⁴.

Assurer une distribution équitable

Les réseaux de recharge de VE sont souvent concentrés dans les agglomérations urbaines, de sorte que l'accès aux infrastructures de recharge des personnes qui vivent dans les régions urbaines et éloignées est plus limité. Il est possible pour l'Ontario de combler ce fossé, en installant davantage de bornes de recharge dans la province afin que tous les résidents, qu'ils vivent ou non dans des lieux très reculés, aient accès à une borne de recharge publique pour VE. Des mesures ont déjà été prises en ce sens, soit l'octroi de subventions dans le cadre du volet des sites communautaires du Programme ontarien pour la recharge des VE¹⁸⁵. Ce volet, qui s'adresse aux petites et moyennes collectivités, y compris les communautés autochtones, vise à rendre les bornes de recharge publiques plus accessibles et abordables et à encourager davantage de personnes à passer aux VE¹⁸⁶.

Selon une étude de Ressources naturelles Canada, le pays aura besoin d'une borne de recharge par 20 VE d'ici 2025¹⁸⁷. Dans les régions urbaines à forte densité de population comme le Sud de l'Ontario, cela représente un défi en raison du nombre de personnes qui habitent dans des immeubles résidentiels à logements multiples (IRLM)¹⁸⁸. Actuellement, aucun code du bâtiment provincial ou national ne précise les exigences de recharge de VE pour ces types d'immeubles résidentiels. Les administrations locales peuvent mettre en œuvre ce genre de normes, mais l'Ontario pourrait également le faire à l'échelle provinciale, et ainsi faire figure de précurseur¹⁸⁹.

En 2022, l'administration municipale de Toronto a publié le document Toronto Green Standard Version 4¹⁹⁰ qui énonce entre autres les normes suivantes « toutes les places de stationnement résidentielles d'appartements d'immeubles d'habitation, à usage mixte et à logements multiples, sauf les places réservées aux visiteurs, doivent être munies d'une prise sous tension offrant une capacité de recharge de niveau 2 ou supérieur¹⁹¹.

Offrir plus de directives et d'incitatifs

Pour faire en sorte que divers types de recharge soient offerts et stimuler les innovations technologiques, les gouvernements pourraient soutenir la mise en œuvre des formes souhaitées d'infrastructures de recharge publiques et privées, notamment en proposant des incitatifs qui encouragent les organismes du secteur public à aménager des bornes de recharge rapide publiques et les propriétaires à installer des bornes intelligentes privées.

Le Royaume-Uni a adopté une mesure de la sorte; ainsi, le gouvernement national favorise l'adoption de technologies de recharge intelligente en accordant du financement uniquement aux propriétaires qui installent des bornes de recharge privées recourant à une technologie intelligente¹⁹².

Outre les mesures incitant à implanter différentes technologies, il est possible de créer des directives pour promouvoir l'adoption des meilleures pratiques ou simplifier la mise en œuvre. À cette fin, la Commission de l'énergie de l'Ontario a lancé récemment une nouvelle procédure de connexion des ressources énergétiques distribuées, une initiative phare visant à consolider les processus, échéanciers et autres renseignements et documents importants dans le but d'orienter et de faciliter le processus de connexion des bornes de recharge publiques pour VE¹⁹³.

Gérer la demande exercée sur le réseau

De façon plus générale, l'impact que les niveaux accrus de recharge de VE auront sur le réseau de distribution d'électricité donnera l'occasion de développer l'approvisionnement en énergie propre et de gérer la demande. Selon les estimations, la demande croissante d'électricité pourrait mettre le réseau de l'Ontario sous pression d'ici 2026 et provoquer des pénuries chroniques d'ici 2030¹⁹⁴

Pour diminuer la pression exercée sur le réseau et atteindre les objectifs de carboneutralité du gouvernement fédéral, l'Ontario peut en tout temps promouvoir une demande flexible et l'efficacité énergétique en tirant parti de technologies telles que la recharge intelligente et la recharge bidirectionnelle¹⁹⁵. La province a déjà adopté une norme de consommation intelligente d'énergie; elle est l'une des seules administrations dans le monde où l'on trouve un compteur d'électricité intelligent dans pratiquement tous les foyers¹⁹⁶. Le nouveau volet Solutions de recharge avancées et recharge bidirectionnelle du Fonds de partenariats en R-D du ROIV accélérera le développement et la commercialisation d'autres systèmes de gestion de la demande énergétique et du réseau électrique qui servent à réguler la demande sur le réseau¹⁹⁷.

Inciter les consommateurs à changer leurs habitudes et à consommer de l'électricité lorsque la demande d'électricité est plus faible de consommation pourrait aussi aider à gérer un réseau d'électricité qui repose de plus en plus sur des énergies renouvelables variables¹⁹⁸.

« Notre gouvernement ouvre la voie à un avenir électrique en construisant l'infrastructure nécessaire pour soutenir l'électrification des transports dans tout l'Ontario¹⁹⁹. »

— L'honorable Todd Smith, ministre de l'Énergie de l'Ontario

7. Liste des personnes ayant pris part aux entretiens

Voici la liste des personnes qui ont participé aux entretiens :

- Mabel Fulford, Peak Power Inc.
- Prof. Sheldon Williamson, Université technologique de l'Ontario
- Mike DeRuyter, ministère des Transports de l'Ontario
- Tori Prouse, ministère des Transports de l'Ontario

8. Glossaire

CA	Courant alternatif
CAE	Centre d'excellence automobile
IA	Intelligence artificielle
VA	Véhicule autonome
AEB	Autobus électrique à batterie
SSEB	Système de stockage d'énergie par batterie
VC	Véhicule connecté
CC	Courant continu
VE	Véhicule électrique
HIEV^{MC}	Véhicule électrique hyperintégré (<i>Hyper Integrated Electric Vehicle</i>)
VMOT	Voie réservée aux véhicules multioccupants à accès spécial tarifé
VMO	Voie réservée aux véhicules multioccupants
MCI	Moteur à combustion interne
SIERE	Société indépendante d'exploitation du réseau d'électricité
iVMLZE	Programme d'incitatifs pour les véhicules moyens et lourds zéro émission

iVZE	Programme d'incitatifs pour les véhicules zéro émission
kW	Kilowatt
kWh	Kilowattheure
SDL	Sociétés de distribution locales
VL	Véhicule léger
MITL	Institute for Transportation and Logistics de l'Université McMaster
MTO	Ministère des Transports de l'Ontario
IRLM	Immeuble résidentiel à logements multiples
NACS	Norme de recharge nord-américaine
CEO	Commission de l'énergie de l'Ontario
FEO	Fabricant d'équipement d'origine
OPG	Ontario Power Generation
ROIV	Réseau ontarien d'innovation pour les véhicules
VHR	Véhicule hybride rechargeable

R-D	Recherche et développement
SRDT	Sites régionaux pour le développement de technologies
SAE	Society of Automotive Engineers
PME	Petites et moyennes entreprises
CTT	Commission de transport de Toronto
UTEV	Centre de recherche sur les VE de l'Université de Toronto

V	Volt
V2B	Recharge bidirectionnelle entre un véhicule et le réseau d'un bâtiment (<i>Vehicle-to-Building</i>)
V2G	Recharge bidirectionnelle entre un véhicule et un réseau de distribution d'électricité (<i>Vehicle-to-Grid</i>)
V2H	Recharge bidirectionnelle entre un véhicule et un réseau domestique (<i>Vehicle-to-Home</i>)
PIVEZ	Programme d'infrastructure pour les véhicules à émission zéro

9. À propos du ROIV

Le ROIV est un élément clé de Piloter la prospérité, phase 2, l'ambitieux plan du gouvernement de l'Ontario qui positionne la province à titre de chef de file nord-américain pour concevoir et construire la voiture de l'avenir grâce aux technologies émergentes et aux processus de fabrication de pointe. Le gouvernement de l'Ontario a engagé une somme supplémentaire de 56,4 millions de dollars, qui s'inscrit dans un investissement total de 141 millions de dollars jusqu'à maintenant, au titre des programmes novateurs du ROIV pour soutenir le financement de la recherche et du développement (R-D), le développement des talents, l'accélération de la technologie, le soutien technique et commercial et les activités de mise à l'essai et de démonstration.

Dirigé par le Centre d'innovation de l'Ontario (CIO), le ROIV est soutenu par le ministère du Développement économique, de la Création d'emplois et du Commerce (MDECEC) et le ministère des Transports (MTO) de l'Ontario.

L'initiative englobe cinq programmes distincts et un carrefour central. Les programmes du ROIV sont :

- Fonds de partenariats en R-D
- Développement des talents
- Sites régionaux pour le développement de technologies
- Zone pilote
- Projet Arrow

Le carrefour central du ROIV est le moteur de la programmation et de la coordination des activités et des ressources de la province et émane de la volonté de l'Ontario de jouer un rôle de premier plan dans l'avenir des secteurs de l'automobile et de la mobilité à l'échelle mondiale. Dirigé par une équipe dévouée, le carrefour assume des fonctions de premier plan, en étant :

- le point de convergence de tous les intervenants de la province;
- un pont pour les partenariats de collaboration entre l'industrie, les établissements d'enseignement supérieur, les organismes du secteur public, les municipalités et le gouvernement;
- un « concierge » pour les nouveaux venus dans l'écosystème florissant de l'Ontario;
- un carrefour pour la tenue d'activités d'éducation du public, de recherche, d'analyse et de leadership éclairé, la mobilisation de groupes d'intervenants et la promotion du potentiel de ces technologies et des possibilités qu'elles offrent à l'Ontario et à ses partenaires.

Pour prendre connaissance des dernières nouvelles, rendez-vous au www.ovinhub.ca ou suivez le compte [@OVINhub](https://twitter.com/OVINhub) du ROIV sur les médias sociaux.

10. Les objectifs du ROIV



Favoriser la mise au point et la commercialisation de technologies automobiles avancées et de solutions de mobilité intelligente mises au point en Ontario.



Présenter l'Ontario comme le chef de file dans le développement, la mise à l'essai, y compris les projets pilotes, et l'adoption des dernières technologies de transport et d'infrastructures.



Favoriser l'innovation et la collaboration au sein du réseau croissant d'intervenants à la convergence de l'automobile et de la technologie.



Exploiter et retenir les talents hautement compétents de l'Ontario et préparer la main-d'œuvre de l'Ontario aux emplois de l'avenir dans le secteur de l'automobile et de la mobilité.



Exploiter les forces et les capacités régionales de la province et soutenir ses pôles automobile et technologique.

11. L'équipe du ROIV

Équipe de l'automobile et de la mobilité



Raed Kadri
Directeur du Réseau
ontarien d'innovation pour
les véhicules
rkadri@oc-innovation.ca



Mona Eghanian
Vice-présidente adjointe
ROIV
meghanian@oc-innovation.ca



Greg Gordon
Directeur des partenariats
stratégiques
ggordon@oc-innovation.ca



Ghazal Momen
Responsable
Partenariats stratégiques
gmomen@oc-innovation.ca



Stephanie Rodrigues
Responsable
Initiatives stratégiques
srodrigues@oc-innovation.ca



Dan Ruby
Directeur du développement
sectoriel et régional
druby@oc-innovation.ca



Shane Daly
Gestionnaire du portefeuille
de programmes
Automobile et mobilité
sdaly@oc-innovation.ca



Natalia Rogacki
Gestionnaire de portefeuille
Automobile et mobilité
nrogacki@oc-innovation.ca



John George
Responsable sectoriel
Véhicules électriques
jgeorge@oc-innovation.ca



Romelle Maluto
Gestionnaire de programmes
rmaluto@oc-innovation.ca



Joelle Monje
Spécialiste de la
sensibilisation et de la
mobilisation
jmonje@oc-innovation.ca



Homeira Afshar
Analyste de la recherche
et des données
hafshar@oc-innovation.ca



Srikanth Ramesh
Stratège de l'innovation



sramesh@oc-innovation.ca



Tooba Dawood
Coordonnatrice d'équipe tdawood@oc-innovation.ca

innovation.ca

Hazel Lo

Adjointe
administrati
ve [hlo@oc-
innovation.c
a](mailto:hlo@oc-
innovation.ca)

Équipe des compétences, des talents et du perfectionnement de la main-d'œuvre



Tara J. Remedios

Directrice
Stratégie de planification de la
main-d'œuvre et en matière de
talents
tremedios@oc-innovation.ca



Alèque Juneau

Cheffe de projet
Perfectionnement de la
main-d'œuvre
ajuneau@oc-innovation.ca



Shannon M. Miller

Cheffe de projet
Stratégie en matière de
main-d'œuvre et de talents
smiller@oc-innovation.ca



Rodayna Abuelwafa

Cheffe de projet
Développement des
compétences
rabelwafa@oc-innovation.ca



Carli Fink

Stratège
Stratégie de planification de
la main-d'œuvre et en
matière de talents
cfink@oc-innovation.ca

12. Avis de non-responsabilité

Le présent rapport a été rédigé par Arup Canada Inc. pour le compte du Centre d'innovation de l'Ontario à la suite d'une demande de propositions intitulée « Ontario Vehicle Innovation Network (OVIN) – Annual Comprehensive Sector Report & Quarterly Specialized Reports » datée du 25 août 2023. Il fait partie d'une série de cinq rapports dressant un portrait analytique des technologies automobiles, des véhicules électriques et de la mobilité intelligente en Ontario qui intègre des facteurs liés au paysage des compétences et des talents du secteur.

Les renseignements contenus dans ce rapport sont d'ordre général et le CIO ne fournit aucun conseil ou service professionnel au moyen de la présente publication. Par conséquent, les lecteurs sont invités à ne pas se fier indûment à ce rapport et à faire preuve de diligence raisonnable, notamment en effectuant des recherches et des analyses, avant de prendre des décisions à la lumière du rapport ou des mesures qui peuvent avoir une incidence sur leur entreprise ou sur leurs finances.

Aucune déclaration, aucune garantie, ni aucun engagement (explicite ou implicite) n'est donné quant à l'exactitude ou à l'exhaustivité des informations contenues dans le présent rapport. Le CIO ne peut être tenu responsable de toute perte ou de tout dommage, quel qu'il soit, survenant directement ou indirectement, en relation avec toute personne se fiant à la présente publication.

Les images protégées par le droit d'auteur ne peuvent être utilisées sans un accord écrit explicite. Elles doivent être considérées comme des illustrations d'ordre général, non pas comme une description exacte des concepts présentés.

© CIO, 2024 Tous droits réservés.

13. Références

- ¹ Agence internationale de l'énergie. (Avril 2023). Global EV Outlook 2023. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023>
- ² Transports Canada. (Décembre 2022), Plan d'action du Canada pour un transport routier propre. Gouvernement du Canada. <https://tc.canada.ca/fr/transport-routier/publications/plan-action-canada-transport-routier-propre>
- ³ Gouvernement du Canada. (Mai 2023). Plan de réduction des émissions pour 2030 – Aperçu secteur par secteur : Transport. <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/survol-plan-climatique/reduction-emissions-2030/aperçu-secteur.html#secteur6>
- ⁴ Dunsy Energy & Climate. (Mars 2022). Besoins en infrastructure de recharge publique du Canada. Ressources naturelles Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/energy/cpcin/2022-les-besoins-infrastructures-recharge-fra.pdf>
- ⁵ Ressources naturelles Canada. (Novembre 2023). Programme d'infrastructure pour les véhicules à émission zéro. Gouvernement du Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-transports-carburants-remplacement/pivez/21877>
- ⁶ Ressources naturelles Canada. (2023). Recharge des véhicules électriques. Gouvernement du Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-transports-carburants-remplacement/recharge-des-vehicules-electriques/25055>
- ⁷ Ibid.
- ⁸ Ibid.
- Département des Transports des États-Unis. (Juin 2023). Charger Types and Speeds. Gouvernement des États-Unis. <https://www.transportation.gov/rural/ev/toolkit/ev-basics/charging-speeds>
- ¹⁰ Ressources naturelles Canada. (2023). Recharge des véhicules électriques. Gouvernement du Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-transports-carburants-remplacement/recharge-des-vehicules-electriques/25055>
- ¹¹ Ibid.
- ¹² Ibid.
- ¹³ Ibid.

¹⁴ Ibid.

¹⁵ Agence internationale de l'énergie. (Avril 2023). Global EV Outlook 2023 – Trends in charging infrastructure. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-charging-infrastructure>

¹⁶ Ibid.

¹⁷ Ibid.

¹⁸ Ibid.

¹⁹ Ibid.

²⁰ Ibid.

²¹ Ibid.

²² Ibid.

²³ Gouvernement de l'Ontario. (Février 2024). L'Ontario facilite la construction de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1004197/lontario-facilite-la-construction-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>

²⁴ Département des Transports des États-Unis. (Mai 2023). Electric Micromobility Basics. Gouvernement des États-Unis. <https://www.transportation.gov/rural/electric-vehicles/ev-toolkit/electric-micromobility>

²⁵ Ibid.

²⁶ Département des Transports des États-Unis. (Juin 2023). Electric Bus Basics. Gouvernement des États-Unis. <https://www.transportation.gov/rural/electric-vehicles/ev-toolkit/electric-bus-basics>

²⁷ Ibid.

²⁸ Agence internationale de l'énergie (AIE). (Avril 2023). Global EV Outlook 2023. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>

²⁹ Ibid.

³⁰ Ibid.

-
- ³¹ Hannah Brown. (Juillet 2023). Inside the factory making ‘tri-brid’ electric trains that could revolutionise transport in Europe. <https://www.euronews.com/green/2023/07/04/inside-the-factory-making-tri-brid-electric-trains-that-could-revolutionise-transport-in-e>
- ³² EV Charging Summit. (s.d.). Everything You Need to Know About Wireless EV Charging. <https://evchargingsummit.com/blog/everything-you-need-to-know-about-wireless-ev-charging/>
- ³³ Ibid.
- ³⁴ FLO. (Septembre 2023). FLO développe des technologies pour l'avenir de la recharge de véhicules électriques (VE), incluant la recharge sans fil et la fonction Plug & Charge. <https://www.flo.com/fr-ca/news/flo-developpe-des-technologies-pour-lavenir-de-la-recharge-de-vehicules-electriques/>
- ³⁵ WiTricity. (s.d.). Wireless EV charging for automotive. <https://witricity.com/automotive/automotive-solutions>
- ³⁶ Plugless Power. (s.d.). EV Unplugged. <https://pluglesspower.com/>
- ³⁷ EV Charging Summit. (s.d.). Everything You Need to Know About Wireless EV Charging. <https://evchargingsummit.com/blog/everything-you-need-to-know-about-wireless-ev-charging/>
- ³⁸ Ibid.
- ³⁹ Corey Williams. (Novembre 2023). New technology installed beneath Detroit street can charge electric vehicles as they drive. CTV News. <https://www.ctvnews.ca/autos/new-technology-installed-beneath-detroit-street-can-charge-electric-vehicles-as-they-drive-1.6666109>
- ⁴⁰ Cenex. (Août 2021). An Introduction to Innovative Electric Vehicle Charging Infrastructure. <https://www.cenex.co.uk/app/uploads/2021/08/Intro-to-Innovative-charging.pdf>
- ⁴¹ Ibid.
- ⁴² Ibid.
- ⁴³ Portable Electric. (Avril 2021). Teck Partners to Bring Canada’s Largest Mobile EV Charger to the East Kootenays. <https://portable-electric.com/canadas-largest-mobile-ev-charger/>
- ⁴⁴ Ibid.
- ⁴⁵ Electric Autonomy Canada. (Juin 2023). Cafu buying Lion5 electric trucks to expand its mobile charging service; other operators aren’t far behind. <https://electricautonomy.ca/2023/06/15/caf-lion-electric-mobile-charging-service/>

-
- ⁴⁶ Casey Crownhart. (Mai 2023). How 5-minute battery swaps could get more EVs on the road. MIT Technology Review. <https://www.technologyreview.com/2023/05/17/1073265/how-5-minute-battery-swaps-could-get-more-evs-on-the-road/>
- ⁴⁷ Ibid.
- ⁴⁸ Lora Kolodny. (Mars 2021). Ample is trying to make battery swapping for EVs a reality, starting with Uber drivers in the Bay Area. CNBC. <https://www.cnbc.com/2021/03/03/ample-opens-5-ev-battery-swapping-stations-for-bay-area-uber-drivers.html>
- ⁴⁹ Federal Energy Management Program. (s.d.). Bidirectional Charging and Electric Vehicles for Mobile Storage. Département de l'Énergie des États-Unis. <https://www.energy.gov/femp/bidirectional-charging-and-electric-vehicles-mobile-storage>
- ⁵⁰ Ibid.
- ⁵¹ Ibid.
- ⁵² Ontario Clean Air Alliance. (Novembre 2021). Vehicle-to-Building/Grid Integration. <https://www.cleanairalliance.org/wp-content/uploads/2022/01/Vehicle-to-Building-and-Grid-for-Peak-Needs-November-22-2021.pdf>
- ⁵³ Ibid.
- ⁵⁴ Peak Power. (s.d.). Peak Drive Pilot Project. <https://peakpowerenergy.com/project/peak-drive-pilot-project/>
- ⁵⁵ Electric Autonomy Canada. (Novembre 2021). Plug and Charge: easier, faster and more secure charging for the future. <https://electricautonomy.ca/2021/11/29/plug-and-charge/>
- ⁵⁶ Ibid.
- ⁵⁷ Driivz. (s.d.). Electric Vehicle Plug & Charge. <https://driivz.com/glossary/plug-and-charge/>
- ⁵⁸ Marc Multin. (Novembre 2020). The basics of Plug & Charge. <https://www.switch-ev.com/blog/basics-of-plug-and-charge>
- ⁵⁹ Electrify Canada. (Juin 2021). Electrify Canada propose la technologie de paiement Plug&Charge pour simplifier l'expérience de recharge. <https://media.electrify-canada.ca/fr-ca/releases/26>
- ⁶⁰ Ibid.
- ⁶¹ Virta. (s.d.). La recharge intelligente de véhicules électriques. <https://www.virta.global/fr/-guide-du-smart-charging-de-ve>

-
- ⁶² Agence internationale pour les énergies renouvelables (IRENA). (2019). Innovation Outlook: Smart Charging for Electric Vehicles. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_EV_smart_charging_2019_summary.pdf
- ⁶³ Toronto Hydro. (s.d.). Smart Charging. <https://www.torontohydro.com/electric-vehicles/smart-charging>
- ⁶⁴ Nova Scotia Power. (s.d.). Electric Vehicle Smart Charging Pilot. <https://www.nspower.ca/cleanandgreen/innovation/electric-vehicle-network/electric-vehicle-smart-charging-pilot>
- ⁶⁵ Suwaiba Mateen, Mohmmad Amir, Ahteshamul Haque, Farhad Ilahi Bakhsh. (Septembre 2023). Ultra-fast charging of electric vehicles: A review of power electronics converter, grid stability and optimal battery consideration in multi-energy systems. Sustainable Energy, Grids and Networks, Volume 35. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352467723001200>
- ⁶⁶ Ibid.
- ⁶⁷ AIE. (Mai 2019). Global EV Outlook 2019. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2019>
- ⁶⁸ Ibid.
- ⁶⁹ Agence internationale de l'énergie. (2023). Trends in electric light-duty vehicles. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-electric-light-duty-vehicles>
- ⁷⁰ Agence internationale de l'énergie. (Avril 2023). Global EV Outlook 2023. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacfl4d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>
- ⁷¹ GlobeNewswire. (Juillet 2023). EV Charging Station Market Size [2023-2030] Worth USD 141.08 Billion | Exhibit a CAGR of 36.0%. <https://www.globenewswire.com/en/news-release/2023/07/12/2703351/0/en/EV-Charging-Station-Market-Size-2023-2030-Worth-USD-141-08-Billion-Exhibit-a-CAGR-of-36-0.html>
- ⁷² Ibid.
- ⁷³ Gouvernement du Canada. (Janvier 2023). Le gouvernement du Canada lance un nouveau modèle d'attribution de fonds pour l'aménagement d'infrastructures pour véhicules à émission zéro, <https://www.canada.ca/fr/ressources-naturelles-canada/nouvelles/2023/01/le-gouvernement-du-canada-lance-un-nouveau-modele-dattribution-de-fonds-pour-lamenagement-dinfrastructures-pour-vehicules-a-emission-zero.html>

-
- ⁷⁴ Gouvernement du Canada. (Mai 2023). Plan de réduction des émissions – Aperçu secteur par secteur : Transport. <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/survol-plan-climatique/reduction-emissions-2030/aperçu-secteur.html#secteur6>
- ⁷⁵ Ibid.
- ⁷⁶ David L. Chandler. (Mars 2023). Minimizing electric vehicles’ impact on the grid. <https://news.mit.edu/2023/minimizing-electric-vehicles-impact-grid-0315>
- ⁷⁷ Ibid.
- ⁷⁸ Ibid.
- ⁷⁹ S&P Global Mobility. (Novembre 2023). Affordability tops charging and range concerns in slowing EV demand. <https://www.spglobal.com/mobility/en/research-analysis/affordability-tops-charging-and-range-concerns-in-slowing-ev-d.html>
- ⁸⁰ KPMG. (s.d.). Sondage de KPMG sur l’automobile 2023 – Une route sinueuse. <https://kpmg.com/ca/fr/home/insights/2023/02/kpmg-2023-auto-poll.html>
- ⁸¹ Ibid.
- ⁸² Ibid.
- ⁸³ Agence internationale de l'énergie. (Avril 2023). Global EV Outlook 2023 - Trends in electric heavy-duty vehicles. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-electric-heavy-duty-vehicles>
- ⁸⁴ Agence internationale de l'énergie. (Avril 2023). Global EV Outlook 2023 – Trends in charging infrastructure. <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2023/trends-in-charging-infrastructure>
- ⁸⁵ Ibid.
- ⁸⁶ Ibid.
- ⁸⁷ Ibid.
- ⁸⁸ Agence internationale de l'énergie. (Avril 2023). Global EV Outlook 2023. <https://iea.blob.core.windows.net/assets/dacf14d2-eabc-498a-8263-9f97fd5dc327/GEVO2023.pdf>
- ⁸⁹ Ibid.

-
- ⁹⁰ Boston Consulting Group. (Janvier 2023). What Electric Vehicle Owners Really Want from Charging Networks. <https://www.bcg.com/publications/2023/what-ev-drivers-expect-from-charging-stations-for-electric-cars>
- ⁹¹ Ibid.
- ⁹² Agence internationale de l'énergie. (Avril 2023). Global EV Data Explorer. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>
- ⁹³ AIE. (2023). Global EV Data Explorer. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>
- ⁹⁴ Gouvernement du Royaume-Uni. (Novembre 2022). Policy paper: COP26 declaration on accelerating the transition to 100% zero emission cars and vans. <https://www.gov.uk/government/publications/cop26-declaration-zero-emission-cars-and-vans/cop26-declaration-on-accelerating-the-transition-to-100-zero-emission-cars-and-vans>
- ⁹⁵ Commission européenne. (s.d.). Directive sur les véhicules propres. Union européenne. https://transport.ec.europa.eu/transport-themes/clean-transport/clean-and-energy-efficient-vehicles/clean-vehicles-directive_en?prefLang=fr&etrans=fr
- ⁹⁶ Ibid.
- ⁹⁷ Gouvernement du Costa Rica. (2019). Decarbonization Plan. <https://2050pathways.org/wp-content/uploads/2019/02/Decarbonization-Plan-Costa-Rica.pdf>
- ⁹⁸ Gouvernement de l'Irlande. (2023). Climate Action Plan 2023. <https://www.gov.ie/pdf/?file=https://assets.gov.ie/243585/9942d689-2490-4ccf-9dc8-f50166bab0e7.pdf#page=null>
- ⁹⁹ ZEV Transition Council. (Août 2023). Phase-out targets: LDV. <https://zevtc.org/tracking-progress/light-duty-vehicle-map/>
- ¹⁰⁰ Commission européenne. (Mai 2023). Joint Statement EU-US Trade and Technology Council of 31 May 2023 in Lulea, Sweden. Union européenne. https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/statement_23_2992
- ¹⁰¹ Ibid.
- ¹⁰² Ministère indien de l'Énergie. (Février 2022). Government of India sets policy for Electric Vehicle charging stations. Gouvernement de l'Inde. <https://pib.gov.in/PressReleaseIframePage.aspx?PRID=1797350>
- ¹⁰³ SAE. (Juin 2023). SAE International Announces Standard for NACS Connector, Charging PKI and Infrastructure Reliability. <https://www.sae.org/news/press-room/2023/06/sae-international-announces-standard-for-nacs-connector>

¹⁰⁴ Ibid.

¹⁰⁵ Digital Trends. (Juillet 2023). Tesla's charging connector is taking over. Here's every company that will switch. <https://www.digitaltrends.com/cars/ev-companies-using-tesla-nacs-charging-connector/>

¹⁰⁶ Gouvernement de l'Ontario. (Octobre 2023). L'Ontario construit davantage de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1003677/lontario-construit-davantage-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>

¹⁰⁷ Gouvernement du Canada. (2023). Localisateur de stations de recharge et de stations de ravitaillement en carburants de remplacement. https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-transports-carburants-remplacement/localisateur-stations-recharge-stations-ravitaillement-recharge-stations-ravitaillement-carburants-remplacement/20488#/analyze?country=CA®ion=CA-ON&fuel=ELEC&ev_levels=all

¹⁰⁸ Dunsky Energy & Climate. (Mars 2022). Besoins en infrastructure de recharge publique du Canada. Ressources naturelles Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/energy/cpcin/2022-les-besoins-infrastructures-recharge-fra.pdf>

¹⁰⁹ AIE. (2023). Global EV Data Explorer. <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/global-ev-data-explorer>

¹¹⁰ Ibid.

¹¹¹ Dunsky Energy & Climate. (Mars 2022). Besoins en infrastructure de recharge publique du Canada. Ressources naturelles Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/energy/cpcin/2022-les-besoins-infrastructures-recharge-fra.pdf>

¹¹² Ibid.

¹¹³ Statistique Canada. (Décembre 2023 Tableau : 20-10-0024-01 Immatriculations des véhicules automobiles neufs, trimestrielle. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/tv.action?pid=2010002401>

¹¹⁴ Ibid.

¹¹⁵ Dunsky Energy & Climate. (Mars 2022). Besoins en infrastructure de recharge publique du Canada. Ressources naturelles Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/sites/nrcan/files/energy/cpcin/2022-les-besoins-infrastructures-recharge-fra.pdf>

¹¹⁶ Ibid.

¹¹⁷ Ibid.

-
- ¹¹⁸ Gouvernement du Canada. (Janvier 2024). Programme d’infrastructure pour les véhicules à émission zéro. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-transports-carburants-remplacement/pivez/21877>
- ¹¹⁹ Gouvernement du Canada. (Décembre 2023). Véhicules à zéro émission – Incitatifs. <https://www.canada.ca/fr/services/transport/vehicules-zero-emission/vehicules-zero-emission-incitatifs.html>
- ¹²⁰ Ibid.
- ¹²¹ Gouvernement du Canada. (Décembre 2023 La norme sur la disponibilité des véhicules électriques du Canada (cibles réglementées pour les véhicules zéro émission). <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2023/12/la-norme-sur-la-disponibilite-des-vehicules-electriques-du-canada-cibles-reglementees-pour-les-vehicules-zero-emission.html>
- ¹²² Gouvernement du Canada. (Octobre 2022). Programme de dispense temporaire pour les bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://ised-isde.canada.ca/site/mesures-canada/fr/programme-dispense-temporaire-pour-bornes-recharge-pour-vehicules-electriques>
- ¹²³ Département des Transports des États-Unis. (Mai 2023). U.S. Transportation Secretary Buttigieg Joins Canadian Minister of Transport Alghabra, Michigan Governor Whitmer and Mayor Duggan to Announce the First U.S.-Canada Electric Vehicle Corridor. Gouvernement des États-Unis. <https://www.transportation.gov/briefing-room/us-transportation-secretary-buttigieg-joins-canadian-minister-transport-alghabra>
- ¹²⁴ Ibid.
- ¹²⁵ Gouvernement de l’Ontario. (Octobre 2023). L’Ontario construit davantage de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1003677/ontario-construit-davantage-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>
- ¹²⁶ Gouvernement du Canada. (Décembre 2023 Une nouvelle norme sur la disponibilité des véhicules électriques permettra d’accroître l’accès à des véhicules abordables et d’améliorer la qualité de l’air pour les Canadiens. <https://www.canada.ca/fr/environnement-changement-climatique/nouvelles/2023/12/une-nouvelle-norme-sur-la-disponibilite-des-vehicules-electriques-permettra-daccroitre-laccess-a-des-vehicules-abordables-et-dameliorer-la-qualite-d.html>
- ¹²⁷ Ibid.
- ¹²⁸ Gouvernement de l’Ontario. (Juin 2023). L’Ontario accroît le nombre de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1003146/ontario-accroit-le-nombre-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>
- ¹²⁹ Gouvernement de l’Ontario. (Octobre 2023). L’Ontario construit davantage de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1003677/ontario-construit-davantage-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>

-
- ¹³⁰ Gouvernement du Canada. (2023). Localisateur de stations de recharge et de stations de ravitaillement en carburants de remplacement. https://natural-resources.canada.ca/energy-efficiency/transportation-alternative-fuels/electric-charging-alternative-fuelling-stationslocator-map/20487#/analyze?country=CA®ion=CA-ON&fuel=ELEC&ev_levels=all
- ¹³¹ Ibid.
- ¹³² Ibid.
- ¹³³ Electric Autonomy Canada. (Octobre 2023). Ontario opens application process for EV ChargeON funding. <https://electricautonomy.ca/2023/10/27/ev-chargeon-funding-ontario-ev-chargers/>
- ¹³⁴ Ibid.
- ¹³⁵ Gouvernement de l'Ontario. (Octobre 2023). Programme ontarien pour la recharge des véhicules électriques (VE). <https://www.ontario.ca/fr/page/programme-ontarien-pour-la-recharge-des-ve>
- ¹³⁶ Electric Autonomy Canada. (Octobre 2023). Ontario opens application process for EV ChargeON funding. <https://electricautonomy.ca/2023/10/27/ev-chargeon-funding-ontario-ev-chargers/>
- ¹³⁷ Gouvernement de l'Ontario. (Septembre 2022). Piloter la prospérité : L'avenir du secteur de l'automobile de l'Ontario. <https://www.ontario.ca/fr/page/piloter-la-prosperite-lavenir-du-secteur-de-lautomobile-de-lontario>
- ¹³⁸ Gouvernement de l'Ontario. (Octobre 2023). Obtenir une plaque d'immatriculation verte. <https://www.ontario.ca/fr/page/obtenir-une-plaque-dimmatriculation-verte#section-1>
- ¹³⁹ Gouvernement de l'Ontario. (Avril 2019). Annexe : Les mesures fiscales en détail. https://budget.ontario.ca/fr/2019/annex.html?_ga=2.85516378.2181788.1578408984-989871658.1578408984#section-7
- ¹⁴⁰ Gouvernement de l'Ontario. (2019). Loi de 2019 sur le stationnement réservé à la recharge des véhicules électriques, L.O. 2019, chap. 18 - Projet de loi 123 <https://www.ontario.ca/fr/lois/loi/s19018#:~:text=part%20iii.1,-Electric%20vehicle%20charging&text=30.2%20No%20person%20shall%20park,to%20the%20station's%20charging%20equipment>.
- ¹⁴¹ Réseau de recharge Ivy. (s.d.). Get to know Ivy. <https://ivycharge.com/about-ivy/>
- ¹⁴² Gouvernement de l'Ontario. (Juin 2023). L'Ontario accroît le nombre de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1003146/lontario-accroit-le-nombre-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>
- ¹⁴³ Gouvernement de l'Ontario. (Octobre 2023). L'Ontario construit davantage de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1003677/lontario-construit-davantage-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>

-
- ¹⁴⁴ Ibid.
- ¹⁴⁵ Jule. (Janvier 2023). Battery Storage and EV Charging Leader Jule, Unveils Rebrand to Support Growth Goals. <https://www.julepower.com/blog-post/battery-storage-and-ev-charging-leader-jule-unveils-rebrand-to-support-growth-goals>
- ¹⁴⁶ Autochargers.ca. (s.d.). Compagnie. <https://www.autochargers.ca/fr/about.html>
- ¹⁴⁷ United Chargers. (s.d.). À propos de United Chargers. <https://grizzl-e.com/fr-ca/about/>
- ¹⁴⁸ Gbatteries. (s.d.). Company. <https://www.gbatteries.com/about>
- ¹⁴⁹ SWTCH. (s.d.). Recharge intelligente pour immeubles achalandés. <https://swtchenergy.com/fr/>
- ¹⁵⁰ Daymak. (Avril 2021). Daymak announces wireless charging system for new series of Avvenire electric vehicles. <https://daymak.com/wireless-charging-system.html>
- ¹⁵¹ BluWave-ai. (s.d.). Manage the Transition to High EV Penetration – EV Everywhere. <https://www.bluwave-ai.com/ev-everywhere>
- ¹⁵² Stromcore. (s.d.). Turbo Charger. <https://www.stromcore.com/turbo-charger>
- ¹⁵³ metroEV. (s.d.). About metroEV. <https://www.metroev.ca/about>
- ¹⁵⁴ TROES. (s.d.). Modular Battery Energy Storage Systems. <https://troescorp.com/>
- ¹⁵⁵ Ettractive Inc. (s.d.). Electric Vehicle Development. <https://ettractive.com/electric-vehicle-capabilities/>
- ¹⁵⁶ UTEV. (s.d.). Centre de recherche sur les véhicules électriques de l'Université de Toronto (UTEV). <https://utev.utoronto.ca/>
- ¹⁵⁷ UTEV. (s.d.). Ubiquitous Charging. <https://utev.utoronto.ca/index.php/ubiquitous-charging/>
- ¹⁵⁸ Melissa Nowakowski. (Mars 2023). Accelerating Innovation for the Communities of Tomorrow. The Spark Magazine. <https://thesparkmagazine.ca/2023/03/15/the-early-days-of-electrification/>
- ¹⁵⁹ Université de Windsor. (2019). Driving cybersecurity evolution. <https://www.uwindsor.ca/engineering/2019-12-12/driving-cybersecurity-evolution>

-
- ¹⁶⁰ Z.S. Warraich, W.G. Morsi. (Juin 2023). Early detection of cyber–physical attacks on fast charging stations using machine learning considering vehicle-to-grid operation in microgrids. Sustainable Energy, Grids and Networks. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2352467723000358>
- ¹⁶¹ Université McMaster. (s.d.). About MITL. <https://mitl.mcmaster.ca/about/>
- ¹⁶² Université technologique de l'Ontario. (s.d.). Electric Vehicles. <https://ace.ontariotechu.ca/autonomous/index.php>
- ¹⁶³ Ibid.
- ¹⁶⁴ Ibid.
- ¹⁶⁵ Ibid.
- ¹⁶⁶ Blackstone Energy Services. (s.d.). Vehicle to Grid. <https://blackstoneenergy.com/electricvehicletogrid/>
- ¹⁶⁷ ROIV. (2023). Rapport annuel détaillé du secteur – L’Ontario est aux commandes : Façonner l’avenir du secteur de l’automobile et de la mobilité intelligente. https://www.ovinhub.ca/wp-content/uploads/2024/01/ACSR_Report_OCI-AODA-updates_FR.pdf
- ¹⁶⁸ SIERE. (Avril 2022). Projet pilote d’intelligence artificielle pour soutenir la demande en électricité des véhicules électriques à Ottawa. <https://www.oeb.ca/fr/salle-des-medias/2022/projet-pilote-dintelligence-artificielle-pour-soutenir-la-demande-en>
- ¹⁶⁹ CTT. (Avril 2023). TTC and PowerON unveils innovative eBus charging system. <https://www.ttc.ca/news/2023/April/TTC-and-PowerON-unveils-innovative-eBus-charging-system>
- ¹⁷⁰ Electric Autonomy Canada. (Novembre 2020). SWTCH Energy to lead new blockchain-based EV charging pilot. <https://electricautonomy.ca/2020/11/11/swtch-ev-charging-blockchain-buildings/>
- ¹⁷¹ Transport Routier. (Juillet 2021). Ottawa investit dans des technologies de véhicules électriques, dont les camions. <https://www.transportroutier.ca/nouvelles/ottawa-investit-dans-des-technologies-de-vehicules-electriques-dont-les-camions/>
- ¹⁷² Gouvernement du Canada. (Mai 2023). Le gouvernement du Canada investit 4,8 millions de dollars pour soutenir l’accroissement d’échelle d’un innovateur en technologies propres de Mississauga. <https://www.canada.ca/fr/developpement-economique-sud-ontario/nouvelles/2023/05/le-gouvernement-du-canada-investit-48millions-de-dollars-pour-soutenir-laccroissement-dechelle-dun-innovateur-en-technologies-propres-de-mississauga.html>
- ¹⁷³ Toronto Hydro. (s.d.). Electric Vehicle (EV) Smart Charging Pilot Program. <https://www.torontohydro.com/electric-vehicles/smart-charging>

¹⁷⁴ Peak Power. (s.d.). Peak Drive Pilot Project. <https://peakpowerenergy.com/project/peak-drive-pilot-project/>

¹⁷⁵ Ibid.

¹⁷⁶ Ibid.

¹⁷⁷ ROIV. (s.d.). Sites régionaux pour le développement des technologies. <https://www.ovinhub.ca/fr/lecosysteme/sites-regionaux-de-developpement-de-technologies/>

¹⁷⁸ ROIV. (s.d.). Projet Arrow. <https://www.ovinhub.ca/fr/projet-arrow/>

¹⁷⁹ Jil McIntosh. (Novembre 2023). Canadian Project Arrow 2.0 to spawn 20 more prototypes. <https://driving.ca/auto-news/industry/project-arrow-2-0-automotive-parts-manufacturers-association>

¹⁸⁰ Electric Autonomy Canada. (Novembre 2021). Plug and Charge: easier, faster and more secure charging for the future. <https://electricautonomy.ca/2021/11/29/plug-and-charge/>

¹⁸¹ Ibid.

¹⁸² Agora. (s.d.). Questions fréquentes sur l'interopérabilité de la recharge. <https://agoracharge.com/fr/faq>

¹⁸³ Electric Autonomy Canada. (Juillet 2021). Major EV charging networks sign roaming agreement, opening door for more flexibility. <https://electricautonomy.ca/2021/07/16/ev-charging-networks-roaming-agreement/>

¹⁸⁴ Electric Autonomy Canada. (Novembre 2023). Sixteen companies launch campaign to boost EV charger roaming in Canada. <https://electricautonomy.ca/2023/11/17/ev-charger-roaming-campaign-canada/>

¹⁸⁵ Electric Autonomy Canada. (Octobre 2023). Ontario opens application process for EV ChargeON funding. <https://electricautonomy.ca/2023/10/27/ev-chargeon-funding-ontario-ev-chargers/>

¹⁸⁶ Ibid.

¹⁸⁷ Ressources naturelles Canada. (Mars 2022). Projections mises à jour des besoins en infrastructure de recharge publique du Canada. Gouvernement du Canada. <https://ressources-naturelles.canada.ca/efficacite-energetique/efficacite-energetique-transports-carburants-remplacement/bibliotheque-de-ressources/les-besoins-en-infrastructure-de-recharge-publique-du-canada/24505>

¹⁸⁸ Carter Li. (Octobre 2022). Canada Needs EV Charging Infrastructure to Transition to a Clean Economy. The Future Economy.ca. <https://thefutureeconomy.ca/op-eds/canada-needs-ev-charging-infrastructure-to-transition-to-a-clean-economy/>

¹⁸⁹ Electric Autonomy Canada. (Mai 2022). High-rise headaches: EV charging in Canada’s condos, apartments and MURBs a mixed experience. <https://electricautonomy.ca/2022/05/16/ev-charging-canada-murbs/>

¹⁹⁰ Ibid.

¹⁹¹ Ville de Toronto. (s.d.). Air Quality. <https://www.toronto.ca/city-government/planning-development/official-plan-guidelines/toronto-green-standard/toronto-green-standard-version-4/mid-to-high-rise-residential-non-residential-version-4/air-quality/>

¹⁹² IRENA. (2019). Innovation Outlook – Smart Charging for Electric Vehicles. https://www.irena.org/-/media/Files/IRENA/Agency/Publication/2019/May/IRENA_EV_smart_charging_2019_summary.pdf

¹⁹³ Commission de l’énergie de l’Ontario. (Février 2024). Electric Vehicle Charging Connection Procedures. <https://engagewithus.oeb.ca/derandevchargingconnections>

¹⁹⁴ Colin Guldemann. (Juin 2023). Power Shift: How Ontario Can Cut Its \$450-Billion Electricity Bill. RBC Marchés des Capitaux. <https://www.rbccm.com/en/story/story.page?dcr=templatedata/article/story/data/2023/06/power-shift>

¹⁹⁵ Ibid.

¹⁹⁶ Ibid.

¹⁹⁷ ROIV. (s.d.). Fonds de partenariats en R-D – Volet Solutions de recharge avancées et recharge bidirectionnelle (en anglais seulement). <https://www.ovinhub.ca/programs/rd-partnership-fund-advanced-charging-and-vehicle-to-grid-v2g-stream/>

¹⁹⁸ Ibid.

¹⁹⁹ Gouvernement de l’Ontario. (Octobre 2023). L’Ontario construit davantage de bornes de recharge pour véhicules électriques. <https://news.ontario.ca/fr/release/1003677/lontario-construit-davantage-de-bornes-de-recharge-pour-vehicules-electriques>