

2^e édition

ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS EN MILIEU URBAIN

Outils pour planifier la transition
vers les modes électriques
dans une perspective de mobilité durable



VIVRE EN VILLE



Source : Vivre en ville

Des fiches pour faire contribuer l'électrification des transports à la mobilité des personnes et des marchandises

Pour outiller les municipalités appelées à réagir ou à prendre part à l'électrification des transports, Vivre en Ville propose une approche et des stratégies inspirantes visant à favoriser l'émergence de milieux urbanisés où l'intégration des modes électriques leur permet de participer non seulement à la transition énergétique, mais aussi au déploiement de la mobilité durable.

CONTENU

Comprendre pour agir

- 01 – L'électrification de la mobilité au service d'une transition réussie

Guider le changement

- 02 – Les modes de déplacement électriques à soutenir dans les milieux urbains denses
- 03 – La planification de la recharge pour un déploiement des bornes optimal et cohérent
- 04 – La livraison urbaine repensée pour un « dernier kilomètre » efficace et à faible empreinte

Considérer les modes légers

- 05 – Le pôle de mobilité durable pour stimuler le recours aux modes légers électriques
- 06 – Les conditions de sécurité à offrir pour favoriser le recours aux modes légers électriques

Outil complémentaire

Quiz éclair : quel leader de la mobilité du futur se cache en vous?

Partenaire financier

Cette initiative a été réalisée grâce au soutien financier du gouvernement du Québec dans le cadre du Programme de soutien à la promotion de l'électrification des transports (fiches 01 à 04 et outil complémentaire) et du Programme d'aide financière aux activités de sensibilisation à la mobilité durable – MobilisActions (fiches 05 et 06).

Avec la participation financière de

Québec 

ISBN : 978-2-923263-68-7, 1^{re} éd. ; 978-2-923263-86-1, 2^e éd. (version imprimée)

ISBN : 978-2-923263-67-0, 1^{re} éd. ; 978-2-923263-85-4, 2^e éd. (version PDF)

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales du Québec, 2025

Dépôt légal – Bibliothèque et Archives nationales Canada, 2025

© Vivre en Ville, 2022

www.vivreenville.org

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation de Vivre en Ville, qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande à : info@vivreenville.org.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source. À moins d'avis contraire, les photographies sont la propriété de Vivre en Ville.



L'ÉLECTRIFICATION DE LA MOBILITÉ AU SERVICE D'UNE TRANSITION RÉUSSIE



VIVRE EN VILLE



Source : Vivre en Ville.

Principal émetteur de gaz à effet de serre au Québec, le transport réclame une véritable transition vers la mobilité durable. L'électrification des automobiles et des camions en constitue une étape importante. En plus d'entraîner le renouvellement du parc de véhicules, l'électrification pourrait conduire à transformer les pratiques associées à la mobilité, surtout en milieu urbain dense. Comment saisir cette occasion pour améliorer nos pratiques et pour minimiser notre empreinte?

Les atouts de l'électrification

L'urgence climatique propulse au premier plan l'électrification des transports individuels et des marchandises comme une solution pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports. Si la démarche d'électrification des véhicules individuels s'accompagne d'une évolution de notre rapport à l'automobile et de nos pratiques de déplacement, elle constitue une occasion pour à la fois réduire notre empreinte et améliorer la mobilité de tous.

Une occasion d'améliorer la mobilité de tous

Le changement en cours est une occasion à saisir pour faire rayonner sa municipalité et pour relever tous les défis que posent l'électrification et la mobilité.

Développer les alternatives électriques à l'auto-solo, y compris les modes légers, pour enrichir le cocktail transport et mieux répondre aux besoins.

Fiche
02

Traduire la transition dans l'aménagement et intégrer la localisation des bornes à une réflexion intégrée sur l'allocation de l'espace entre les différents modes de transport et entre les différents usages urbains.

Fiche
03

Optimiser la logistique urbaine du transport des marchandises et soutenir la réorganisation de la livraison urbaine dans le « dernier kilomètre » en s'appuyant sur le cocktail de livraison durable et sur la petite plateforme logistique intermodale (mini hub).

Fiche
04

Sensibiliser et outiller les personnes aux nouvelles opportunités offertes par l'électrification des transports afin de baisser la dépendance à l'automobile et de réduire l'empreinte des déplacements.

Qu
z
éclair

Une occasion de réduire notre empreinte



Gaz à effet de serre : sur l'ensemble de son cycle de vie, un véhicule électrique émet en moyenne 50% de gaz à effet de serre en moins qu'un véhicule thermique, et jusqu'à 80% en moins s'il cumule toutes les bonnes pratiques (économie circulaire, écoconduite et hydro-électricité)¹. Également, les véhicules électriques n'émettent pas certains autres polluants toxiques.



Énergie hydroélectrique : les véhicules électriques réduisent notre dépendance aux énergies fossiles et consolident l'économie québécoise.



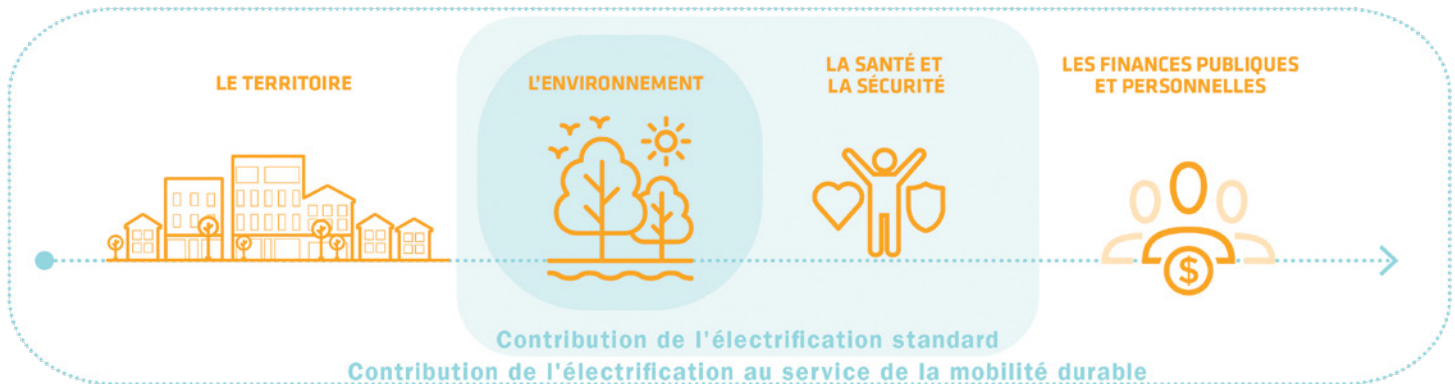
Finances personnelles : la recharge en électricité coûte jusqu'à 5 fois moins cher que l'essence et l'entretien du véhicule est réduit².



Bruit environnemental : le moteur électrique est silencieux et améliore la santé physique et psychosociale de tous³.

L'électrification au service de la mobilité durable

La mobilité est considérée comme durable lorsque tout le monde peut se déplacer efficacement tout en limitant l'impact négatif de ces déplacements sur :



Source : Vivre en Ville.

Une électrification intégrée à l'approche « Réduire, Transférer, Améliorer »

La *Politique de mobilité durable du Québec*⁴ s'appuie sur l'approche « Réduire, Transférer, Améliorer » pour guider la transition et recommande trois leviers d'action successifs. Comment l'électrification durable s'y insère-t-elle?

 1. RÉDUIRE les distances parcourues et les besoins de déplacements motorisés	 2. TRANSFÉRER les déplacements vers les modes à plus faible empreinte	 3. AMÉLIORER l'efficacité énergétique des véhicules et des infrastructures
 Réduire la dépendance à l'auto et la place de l'auto dans les milieux de vie.	Démotoriser les ménages pour diminuer le nombre de véhicules en circulation.	Réduire l'empreinte de l'automobile et des camions.
 Densifier et consolider les milieux de vie avec : ▶ zéro étalement urbain ; ▶ le rapprochement origines-destinations par le renforcement des centralités, des corridors de mobilité durable et la densification résidentielle à proximité ; ▶ l'optimisation de la livraison urbaine (p. ex. mutualisation des flux) ; ▶ l'intensification des qualités urbaines et de la convivialité des milieux de vie.	Développer les infrastructures et les services pour les modes actifs et collectifs, pour les modes légers électriques et pour les formules partagées avec : ▶ des trottoirs et des intersections apaisées ; ▶ des pistes cyclables larges et entretenues ; ▶ des voies réservées ; ▶ des stationnements dédiés et sécurisés ; ▶ un service bonifié de transport collectif, d'autopartage et de vélopartage.	Soutenir et accélérer l'électrification des véhicules restants et, en priorité, de ceux : ▶ qui parcourent le plus de kilomètres (p. ex. véhicule partagé, livraison urbaine, collecte de matières résiduelles, taxi) ; ▶ qui bénéficient au plus grand nombre de personnes (p. ex. autopartage, vélopartage) ; ▶ qui sont les plus légers (p. ex. vélos, petits véhicules de livraison).
 Planifier la recharge pour ne pas accroître la place dédiée à l'automobile et limiter l'effet rebond.	Enrichir le cocktail transport : modes légers électriques et modes électriques partagés.	Coordonner et accélérer le déploiement d'un réseau de bornes de recharge capable de répondre aux besoins de mobilité.

Comprendre les défis de l'électrification en milieu urbain dense

Les milieux urbains denses réfèrent aux quartiers centraux des grandes villes qui bénéficient d'une densité élevée et d'alternatives à l'automobile individuelle, mais qui font face à une forte compétition pour l'espace et dont un certain nombre de ménages n'a pas accès à un stationnement privatif.

Associés à l'électrification des **automobiles**

- ▶ L'électrification du parc automobile privé repose avant tout sur la recharge à domicile. Dans les milieux urbains denses, **la recharge à domicile n'est pas accessible à tous**, ce qui génère des défis d'équité économique et territoriale ;
- ▶ L'attentisme à l'égard de la transition est en grande partie dû à **une incertitude sur l'autonomie des futurs véhicules, sur l'évolution des coûts, sur l'obsolescence des technologies à moyen terme et sur les besoins réels en matière de borne de recharge** dans l'espace public ;
- ▶ Contrairement à ce qui était anticipé, **la taille, le poids et le coût des véhicules électriques ne diminuent pas**.

Associés à l'électrification des **camions**

- ▶ **Le transport des marchandises est en croissance** et les exigences en matière de délais de livraison créent une pression importante sur la chaîne logistique et affectent son efficacité, particulièrement en milieu urbain ;
- ▶ **Le recours systématique à des véhicules de grande capacité** génère de nombreuses externalités négatives (p. ex. pollution, sécurité, usure prématurée des routes) y compris pour les acteurs de la logistique (p. ex. taux de remplissage, coût d'exploitation, difficulté de stationnement pour livraison) ;
- ▶ **L'absence ou la pénurie de solutions électriques** pour les formats actuels de véhicules de livraison (véhicules lourds et camionnettes) nécessite de se tourner vers des véhicules de plus petit format, ce qui amène à reconsidérer l'ensemble de la livraison urbaine.

Associés à l'achat et à la gestion des bornes dans l'espace public

- ▶ À ce jour, **l'absence de rentabilité des bornes de recharge publiques** est un frein à l'achat et rend incertaine la capacité des municipalités à les entretenir à long terme. Elle pose problème dans les milieux denses où un nombre croissant de véhicules électriques dépendent de la présence de bornes dans l'espace public. Il est important que les municipalités considèrent dès le départ l'achat de bornes comme une contribution financière à la transition énergétique plutôt qu'un investissement ;
- ▶ L'attrait pour les milieux urbains denses crée **une compétition pour l'espace** : la localisation des bornes doit prendre en considération des enjeux pluriels et complexes pour ne pas monopoliser des espaces à fort potentiel.

Atténuer les externalités de l'automobile

L'automobile pose plusieurs défis qui persistent après la transition vers sa version électrique.



Place occupée



Congestion routière



Sécurité routière



Coûts collectifs

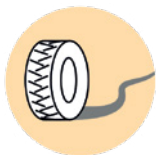


Étalement urbain



Santé publique

D'autres problèmes sont même aggravés par l'automobile électrique ou par la bonne conscience de rouler à l'énergie propre.



Émission de particules fines

Les pneus, freins et suspensions émettent de grandes quantités de particules fines qui participent à la formation du smog urbain et qui provoquent de graves maladies respiratoires⁵.



Effet rebond

Faute de mesures complémentaires en faveur de la mobilité durable, l'électrification peut causer, par effet de rebond, une augmentation des distances parcourues de l'ordre de 20 à 30%⁶.



En route vers la transition : avez-vous pensé à tout?

	MOBILITÉ DES PERSONNES	TRANSPORT DES MARCHANDISES
Intégration adéquate des infrastructures	▶ Intégrer les bornes de recharge de façon exemplaire. ▶ Améliorer la gestion du stationnement électrifié avec une tarification reflétant à la fois la consommation énergétique de la borne et l'utilisation de la case.	▶ Développer les infrastructures nécessaires aux nouveaux modes de livraison (p. ex. larges pistes cyclables, débarcadères). ▶ Autoriser et encadrer l'implantation de petites plateformes logistiques intermodales (mini <i>hub</i>).
Optimisation des pratiques individuelles et collectives de mobilité	▶ Accompagner les citoyens dans un changement des pratiques de mobilité : favoriser la recharge privée et la démotorisation des ménages par le soutien au développement d'offres alternatives. ▶ Outiller les citoyens pour qu'ils choisissent le bon véhicule pour le bon déplacement. ▶ Favoriser le développement des modes légers électriques (p. ex. offre de vélos électriques en libre service, subventions à l'achat).	▶ Se concerter avec les différents acteurs de la logistique locale pour des projets de petites plateformes logistiques intermodales inclusives et socialement acceptables. ▶ Adapter la réglementation sur la circulation pour limiter la présence de véhicules lourds en ville (p. ex. cases de stationnement et rues autorisées à des horaires précis) afin d'inciter au transfert modal et de limiter les nuisances du transport de marchandises en milieu urbain.
Mutualisation des ressources en transport	▶ Favoriser les meilleures pratiques d'usage des bornes par une réglementation et une tarification adaptées. ▶ Accompagner le développement de solutions viables pour la recharge des parcs de véhicules partagés.	▶ Créer des synergies entre les acteurs économiques du commerce local et de la logistique pour optimiser les chargements, les parcours et les coûts.

Inspiration internationale : le cas d'Oslo en Norvège

80% de la livraison urbaine est « zéro émission » depuis 2020⁷.

86% des automobiles vendues en 2022 sont électriques⁷.

100% des taxis seront électrifiés en 2024⁷.

100% des déplacements collectifs seront zéro émission en 2028⁷.



Source : Méthé/Caron.



Source : Méthé/Caron.

Références

(1) Knobloch et collab., 2020 | (2) Hydro-Québec, s. d. | (3) Vivre en Ville, 2020 | (4) Québec. MTQ, 2018 | (5) ADEME, 2022 | (6) Bihouix, 2014 | (7) Portvik, 2022



Autres fiches, références complètes et ressources :
carrefour.vivreenville.org/electrification-transports-milieu-urbain



LES MODES DE DÉPLACEMENT ÉLECTRIQUES À SOUTENIR DANS LES MILIEUX URBAINS DENSES



VIVRE EN VILLE



Source : Vivre en Ville.

La compétition pour l'espace dans les quartiers centraux rend crucial le développement d'un cocktail transport proposant plus de solutions de recharge efficaces par rapport à l'automobile individuelle. C'est ce que permettent la multiplication des modes légers électriques et les solutions mutualisées donnant accès au plus grand nombre à une automobile électrique en cas de besoin. Pour les municipalités, c'est aussi l'occasion d'innover dans leur parcs de véhicules.

Opter pour une stratégie d'électrification dans les quartiers centraux

En milieu urbain, l'électrification des transports offre de nouvelles occasions d'étoffer le **cocktail transport** pour répondre à davantage de besoins de déplacement, pour davantage de personnes. Dans un contexte de changement climatique et de compétition pour l'espace dans les quartiers centraux, une stratégie d'électrification cohérente de la mobilité repose sur trois grands principes :

- 1 Soutenir le développement de solutions de déplacement économes en espace et en ressources (voir **page 2**)

Modes légers électriques.



Source : Vivre en Ville.

- 2 Prioriser l'électrification des véhicules qui roulent le plus et qui sont les plus utilisés (voir **pages 3 et 4**)

Automobiles électriques mutualisées.

Parcs de véhicules municipaux électriques.



Source : Vivre en Ville.

- 3 Soutenir l'adoption des véhicules électriques en développant un cocktail de solutions de recharge pour les utilisateurs ne pouvant pas se recharger à domicile, particulièrement dans les secteurs moins favorisés (voir **Fiche 03**)

Automobiles électriques privées.



Source : Vivre en Ville.

Électrifier le cocktail transport

Développer le cocktail transport, c'est se doter d'une gamme complète de modes de déplacement et ainsi augmenter les chances qu'un mode ou une combinaison de modes à faible empreinte réponde aux besoins de mobilité. Un bon cocktail transport offre une réponse adéquate à toute la diversité des besoins de mobilité.

L'électrification enrichit cette gamme avec de nouveaux modes de déplacement et rend certains modes encore plus efficaces et attrayants (voir **page 2**).

Bénéficier de gains clairs

Avantages pour la collectivité :

- de bruit
- d'émission de gaz à effet de serre
- de circulation
- + de qualité de l'air
- + d'activité physique
- + de vitalité économique

Avantages pour les individus :

- de dépenses
- de bruit
- de tracas d'entretien
- + de choix de mobilité
- + de santé physique et mentale
- + de résilience face aux aléas de déplacement

LA MOBILITÉ LÉGÈRE ÉLECTRIQUE

L'électrification des modes légers crée une alternative crédible à l'automobile pour combler un grand nombre de besoins en déplacements. En particulier, elle augmente la portée et le confort d'utilisation des modes actifs pour les personnes que l'effort physique à fournir ou la durée de déplacement des modes actifs rebutent. De plus, l'utilisation de ces modes légers améliore la santé physique et mentale de ses utilisateurs.

L'essor et la diversification de modes efficaces pour remplacer l'automobile



Adéquat pour la majorité des déplacements utilitaires, le **vélo à assistance électrique** est maniable et relativement abordable.

Défis : poids et coût supérieurs à un vélo classique, casque obligatoire.



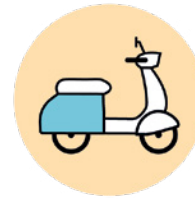
Avec sa capacité accrue, le **vélo cargo à assistance électrique** peut déplacer enfants ou cargaison sans problème.

Défis : investissement important, manœuvrabilité plus limitée, largeur parfois incompatible avec les pistes cyclables standard.



Plus ludiques, les **trottinettes, gyropodes** et autres **monoroues** sont de plus en plus populaires.

Défis : utilisation pour le moment interdite sur les voies publiques.



Véritable cyclomoteur, le **scooter électrique** peut atteindre 70 km/h et couvrir des distances importantes.

Défis : casque de moto, permis et immatriculation obligatoires.

Les conditions à offrir pour stimuler les modes légers électriques

Circuler en sécurité

Voies cyclables sécuritaires et suffisamment larges pour accommoder les vélos cargos plus encombrants et pour faciliter le dépassement entre vélo et trottinette, par exemple, soit 2 à 2,5 mètres de largeur et pas en dessous de 1,5 mètre¹.

Entreposer de façon pratique à domicile

Normes de construction résidentielle révisées pour intégrer des exigences en matière de stationnement pour vélos et autres modes légers électriques.

Stationner et recharger sur l'espace public

Structures publiques de stationnement pour vélos accessibles toute l'année et capables d'accueillir des modes plus larges que des vélos standard (p. ex. vélos cargos ou à remorque). Accès publics à des prises pour recharger les batteries des modes légers.

Acquérir plus facilement un mode léger électrique

Subventions et incitatifs commerciaux destinés aux particuliers et aux professionnels pour l'acquisition de modes légers électriques.



Déneiger les infrastructures

Pratiques de déneigement et d'entretien des pistes cyclables et des trottoirs rehaussées et systématiques pour que ces modes restent attrayants et sécuritaires toute l'année, notamment pour la circulation des triporteurs et quadriporteurs, qui favorisent la mobilité hivernale de personnes en perte d'autonomie.

La mutualisation des modes légers électriques

Le développement de flottes en libre-service ou partagées facilite l'accès, notamment financier, aux modes électriques légers, mais aussi à une plus grande variété d'entre eux, ce qui permet de combler des besoins de mobilité plus vastes.

Vélos à assistance électrique en libre-service



Source : Vivre en Ville.

Vélos cargos et remorques gérés par la communauté



Source : Audrey McMahon.



Une optimisation de l'utilisation des automobiles au profit de tout le monde

Pour tous les besoins de mobilité qui ne sont comblés ni par les modes actifs et collectifs ni par les modes légers électriques, il existe différents services donnant accès à des véhicules mutualisés. En plus de réduire le taux de motorisation des ménages, ces véhicules roulent davantage, ce qui les amène à maximiser les gains de leur électrification et à compenser plus rapidement que les autres l'empreinte carbone liée à leur fabrication.

SERVICES DE VÉHICULES MUTUALISÉS LES PLUS PROMETTEURS

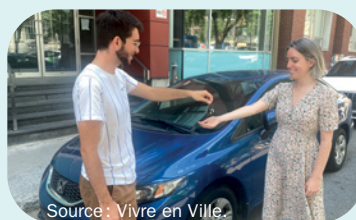
1. Autopartage



Source : Vivre en Ville.

2. Location entre particuliers

(colocation, autopartage citoyen, etc.)



Source : Vivre en Ville.

3. Transport à la demande

(taxis, taxis-bus, véhicules avec chauffeurs, etc.)



Source : Paul Robertson.

Avantages « utilisateur »

- ▶ Accès à un véhicule pour répondre aux besoins en déplacements.
- ▶ Abordabilité pour les ménages par rapport à la possession.
- ▶ Service à la clientèle.
- ▶ Formule tout inclus (y compris entretien et assurance).
- ▶ Création de lien social.
- ▶ Couverture d'assurance.
- ▶ Accessibilité sans permis.

Défis « utilisateur »

- ▶ Territoire couvert.
- ▶ Planification des déplacements.
- ▶ Selon les options : coût important.

Des gains clairs pour la collectivité

Nombre de véhicules en circulation en décroissance

Besoins de stationnement réduits
au profit d'autres besoins :
p. ex. mobilité, activités, habitation, socialisation, verdissement.



Circulation motorisée réduite, au bénéfice de tout le monde : sécurité, convivialité et environnement sain.

Options de mobilité accrues qui favorisent l'inclusion de populations en déficit de mobilité

Les conditions à mettre en place par les collectivités

Accommoder les besoins particuliers des parcs mutualisés pour la recharge (p. ex. bornes réservées, tarification spéciale) et le stationnement (p. ex. gestion des vignettes). À cette fin, inviter les gestionnaires de parcs (taxi, autopartage, vélopartage, sociétés de transport), le fournisseur de bornes et les grands gestionnaires immobiliers à mettre au point ensemble une stratégie adaptée pour la recharge.

Miser sur la densité pour assurer un bassin suffisant d'utilisateurs, dans un environnement où il est possible de se passer d'une auto pour la plupart des déplacements.

Réformer l'encadrement du stationnement sur l'espace public (p. ex. tarification dynamique ajustée à la demande), pour les projets privés (p. ex. ratios de stationnement plafonnés) et pour favoriser l'autopartage (p. ex. incitatifs dans le zonage).



LES PARCS DE VÉHICULES MUNICIPAUX ÉLECTRIQUES ET INNOVANTS

Par leur statut et parce qu'elles exploitent des parcs de véhicules, les municipalités et les organisations publiques ou parapubliques sont bien placées pour contribuer à l'électrification des véhicules. En intégrant les autres modes du cocktail transport dans leurs actifs et dans leurs pratiques, elles font preuve d'exemplarité, tout en orientant le déploiement des bornes publiques. Elles ont intérêt à électrifier prioritairement les véhicules qui parcourent le plus de kilomètres pour optimiser les gains écologiques et pour envoyer un signal fort de leur engagement et de leur cohérence dans la transition.

Véhicules lourds électriques



Source: Lion électrique

Gros émetteurs de gaz à effet de serre et source de nuisances sonores, les camions et véhicules lourds peuvent également être électrifiés.

Véhicules polyvalents en autopartage



Source: Ville de Plessisville.

Déployé dans plus de 20 municipalités québécoises, le système d'autopartage de véhicules électriques en région (SAUVÉR) permet aux collectivités d'offrir leurs véhicules électriques à la location aux citoyens en dehors des heures d'utilisation institutionnelles.

Véhicules utilitaires à faible empreinte



Source: Pierre-Yves Chopin.

Agiles, silencieux et peu encombrants, les véhicules électriques à basse vitesse permettent d'effectuer des tâches d'entretien ou de livraison avec un faible impact.

Véhicules légers électriques



Source: Vivre en Ville.

Destinés à rendre les déplacements professionnels plus actifs, plus efficaces et moins polluants, les modes légers réduisent aussi l'espace de garage nécessaire. Leur utilisation est autorisée sur la voie publique et les pistes cyclables, et certaines collectivités les offrent également en location à la population.

Références

(1) CEREMA, 2020



Autres fiches, références complètes et ressources :
carrefour.vivreenville.org/electrification-transport-milieu-urbain



LA PLANIFICATION DE LA RECHARGE POUR UN DÉPLOIEMENT DES BORNES OPTIMAL ET COHÉRENT



VIVRE EN VILLE



Source : Vivre en Ville.

L'électrification des automobiles suppose la multiplication d'un nouvel objet urbain : la borne de recharge. Où encourager l'implantation des bornes de recharge dans les milieux urbains denses où l'espace est limité? Comment répondre aux multiples défis d'intégration urbaine des bornes? Une planification intégrée des bornes, de la mobilité durable et du territoire assure aux municipalités que le déploiement progressif de la recharge serve sa vision à long terme et l'intérêt collectif.

Les défis de la mise en place de bornes de recharge sur l'espace public

Essentielle pour permettre et stimuler le remplacement des véhicules thermiques par des véhicules électriques, la mise en place de bornes de recharge accessibles au public nécessite des ressources importantes. Elle exige une planification fine des installations pour répondre avec sobriété à une forte demande, particulièrement dans les milieux denses.

Répondre à des besoins importants



L'accès à la recharge pour les orphelins de garage

À Montréal, en 2030, 62% des propriétaires de véhicules électriques ne disposeront pas de solution de recharge à domicile¹. C'est un enjeu que partagent, à différents niveaux, tous les milieux denses.



L'ampleur de la demande de bornes d'accès public

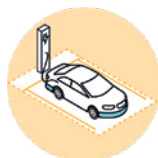
52 000 bornes de recharge accessibles au public pourraient être nécessaires au Québec d'ici 2030. Les milieux denses vont concentrer ces bornes. Montréal devrait en installer plus de 10 000¹.



Le casse-tête de la recharge des parcs de véhicules

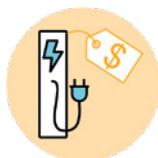
Les parcs de véhicules (p. ex. taxi, autopartage), dont l'électrification est prioritaire (voir [Fiche 02](#)), ont des besoins de recharge importants et spécifiques. Ne pouvant pas toujours y répondre adéquatement dans l'espace privé ni dans l'offre actuelle du domaine public, elle réclament des solutions sur mesure.

Considérer le coût économique des bornes de recharge dans l'espace public



L'immobilisation de l'espace

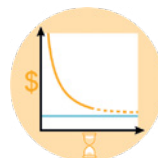
Une case de stationnement équipée d'une borne de recharge monopolise 13 à 19 m² sur rue et 28 à 46 m² hors rue². Une superficie qu'il faut entretenir et déneiger en partie manuellement pour allonger la durée de vie de la borne.



Le coût d'achat et d'installation des bornes du Circuit électrique

Le coût d'achat, hors installation, d'une borne de niveau 2 sur rue est de 12 000 \$³ (propriété de la municipalité).

Le coût d'installation d'une borne de niveau 2 sur rue peut atteindre 43 000 \$³.



La rentabilité incertaine

À l'heure actuelle, l'installation d'une borne de recharge n'est pas un investissement ni une source de profit⁴.

Développer un réseau optimal de recharge

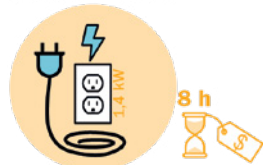
► À RETENIR : miser prioritairement sur les bornes privées pour la recharge

On ne recharge pas une batterie comme on remplit un réservoir d'essence. Le temps de recharge est plus long et le prix peut varier selon le type de borne et le moment de la journée. L'électrification invite donc à repenser la façon dont sont ravitaillés les véhicules pour privilégier des bornes de recharge qui :

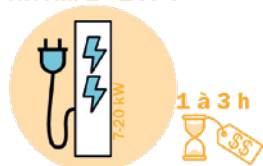
- font un usage optimal des ressources (p. ex. espace occupé, gestion des pics de demande, frais d'entretien);
- limitent la perte de temps pour les utilisateurs, en permettant la tenue d'activités pendant une recharge de longue durée ou grâce à des solutions de recharge rapide.

Durée et coût de la recharge pour 40 kilomètres d'autonomie selon le type de borne

Niveau 1 - 120 V

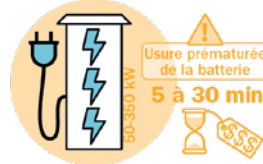


Niveau 2 - 240 V



Niveau 3 - BRCC

Borne de recharge en courant continu



Sources : Vivre en Ville, d'après Roulons électrique, 2022.

Répartition des bornes de recharge à l'échelle du territoire municipal



Les priorités d'installation des bornes devraient suivre la hiérarchie suivante :

Bornes à accès restreint, hors rue, pour la majorité des besoins

- 1 À domicile : **bornes de niveau 2** pour favoriser la recharge nocturne (bornes mutualisées dans des stationnements d'immeubles multilogements ou bornes individuelles);
- 2 Sur les lieux de travail : **bornes de niveau 2** destinées aux employés, particulièrement pour les lieux moins bien desservis par le transport collectif. Idéalement, elles sont mises à la disposition des particuliers en dehors des horaires de travail ;

Bornes accessibles au public, hors rue, en complément des bornes à accès restreint et pour les personnes qui n'y ont pas accès

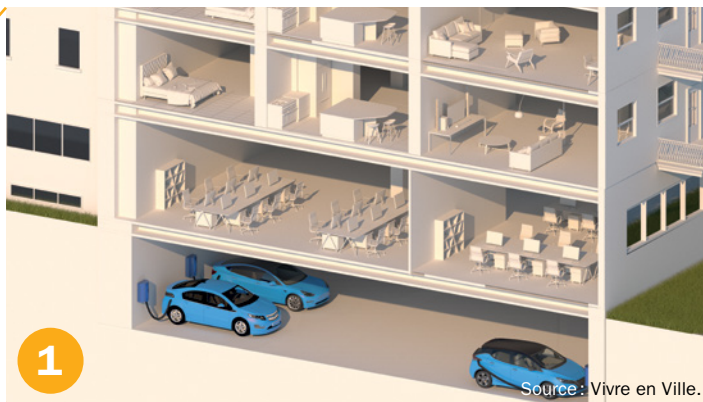
- 3 Dans les aires de stationnement des activités où l'on reste longtemps : **bornes de niveau 2** (p. ex. aires publiques liées à une centralité ou à des équipements publics, aires privées liées à des commerces de grande surface ou à des destinations touristiques);
- 4 Dans des emplacements connectés au réseau routier supérieur : **bornes de niveau 3** (p. ex. stations-service, haltes routières), comme solution de recharge pour les longues distances;
- 5 Dans les aires de stationnement des activités où l'on reste peu de temps (p. ex. restaurants, épiceries, café) et situées dans les milieux denses, où la demande en recharge rapide est intense notamment en raison d'une forte présence de véhicules mutualisés : **bornes de niveau 3**;

Bornes accessibles au public sur rue, pour le dépannage

- 6 Dans les milieux denses (résidentiels ou mixtes) et disposant de peu de stationnements privés ou de solutions de recharge hors rue : **bornes de niveau 2**.



Bornes de recharge en souterrain d'un immeuble multifonctionnel



1

Source : Vivre en Ville.

Bornes de recharge dans l'aire de stationnement d'un équipement public



3

Source : Vivre en Ville.

Borne de recharge installée sur rue



6

Source : Vivre en Ville.

Pour aller plus loin : améliorer la gestion des bornes

- ▶ Adopter des pratiques facilitant les opérations de déneigement (p. ex. désactivation de la borne, système d'alerte sur le cellulaire des utilisateurs);
- ▶ Établir une tarification intégrée pour l'utilisation du stationnement et de la recharge;
- ▶ Établir une tarification préférentielle pour les véhicules partagés et la recharge hors des périodes de pointe.

Planifier l'utilisation de l'espace urbain pour des usages à forte valeur ajoutée

- ▶ **À RETENIR :** aucune augmentation nette de l'espace accordée à l'automobile en raison de l'électrification

En milieu dense, l'espace est précieux et toute modification de son attribution devrait servir l'intérêt collectif et la mobilité durable. L'installation de bornes doit être planifiée, y compris en matière de besoin de recharge, d'emplacement et des usagers qui en bénéficieront. Puisque l'électrification d'une case de stationnement a pour effet de pérenniser la place dédiée à l'automobile, elle doit aussi être mise dans la balance avec les autres utilisations possibles de l'espace :

Hors rue

- ▶ Construction de bâtiments ou tenue d'activités à forte valeur ajoutée économique ou sociale (p. ex. commerces, équipements publics, habitation, espaces publics).

Sur l'espace public

- ▶ Aménagement d'infrastructures de mobilité durable linéaires (p. ex. voies réservées au transport en commun, trottoirs et voies cyclables) sur les voies structurantes pour les déplacements collectifs et actifs;
- ▶ Utilisations temporaires ou pérennes de l'espace public (p. ex. piétonnisation saisonnière, événements culturels, marchés publics, qui empêcheraient l'accès aux bornes).

Assurer une intégration physique réussie des bornes de recharge

- ▶ **À RETENIR :** profiter de l'installation de bornes pour rehausser la qualité de l'espace public

Les trottoirs et les rues sont des espaces publics à haute valeur ajoutée qui ont, au-delà de la mobilité, des fonctions sociales, environnementales et paysagères. L'ajout de bornes de recharge sur rue doit donc s'accompagner d'une réflexion d'ensemble visant :

- à associer l'installation de bornes de recharge sur rue à des mesures d'amélioration de l'espace public, en compensant minimalement la superficie occupée par les installations (p. ex. végétalisation, gestion des eaux de pluie, mobilier urbain);
- à en limiter l'impact visuel (p. ex. présence de végétation, alignement des bornes dans le corridor des lampadaires, panneaux, parcomètres et poubelles) et à assurer la convivialité et la sécurité de l'espace public pour tous les usagers (p. ex. corridor piétonnier libre d'obstacle et d'une largeur minimale de 1,8 mètre, gestion du câble de recharge);
- à prévoir et faciliter le déneigement manuel des bornes et à assurer un bon entretien du trottoir adjoignant;
- à prévoir des espaces de stationnement sécurisés et l'accès à la recharge pour les modes légers électriques (p. ex. vélos, vélos cargos, triporteurs et quadriporteurs).



L'ÉLECTRIFICATION EN SOUTIEN À LA VITALITÉ DES RUES COMMERCIALES

Lieux convoités, les rues commerciales constituent des centralités dont l'accessibilité est essentielle, y compris pour les véhicules électriques. Comment y planifier la recharge et la localisation des bornes?

Aménager des bornes de recharge à proximité et non dans les rues commerciales

Soutenir l'animation et l'appropriation de la rue

Les rues commerciales sont propices aux rassemblements et aux événements (p. ex. marché public, terrasses, festival). Leur piétonnisation rendrait inaccessibles les bornes de recharge mises en place dans la rue.

Préserver le caractère distinctif de la rue

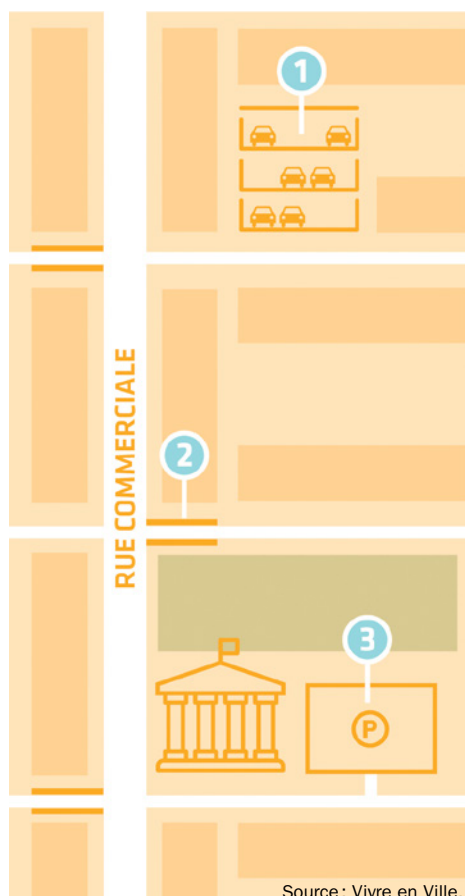
Le caractère identitaire, paysager et souvent patrimonial de ces milieux sensibles y rend délicate l'intégration urbaine des bornes de recharge.

Rehausser la qualité du milieu de vie

Pour lutter contre la concurrence dont souffrent les rues commerciales, la répartition de l'espace public doit renforcer en priorité les atouts de milieux de vie offrant une expérience attrayante, avec des trottoirs généreux et verts. Bien qu'il est difficile de s'en affranchir, la circulation routière et le stationnement y représentent des occupations sous-optimales de l'espace.

Desservir la rue commerciale : où planter les bornes?

Plusieurs lieux permettent d'offrir des bornes de recharge accessibles à proximité des rues commerciales :



1 Le stationnement souterrain ou étagé public ou privé.

Déjà pertinent en raison de son impact réduit sur l'espace public, le stationnement intérieur est encore plus intéressant dans le contexte de l'électrification :

- ▶ Protégé des intempéries, il s'affranchit des enjeux de déneigement et peut offrir de meilleures conditions de température pour la recharge ;
- ▶ Il assure la discrétion des bornes et évite tout écueil d'intégration paysagère et urbaine.

L'installation de bornes de recharge dans des stationnements intérieurs existants peut poser des défis importants selon la capacité du système électrique du bâtiment. Prévoir l'électrification des stationnements intérieurs dès la construction ou lors de rénovations majeures devrait donc être un réflexe pour les collectivités et les acteurs de l'immobilier.

2 Les rues à proximité de la rue commerciale dotées de stationnement sur rue.

3 Les aires de stationnement de surface hors rue situées à proximité de la rue commerciale (p. ex. équipement public, stationnement public).

À défaut de pouvoir être repérées spontanément sur la rue, les bornes doivent être :

- ▶ géolocalisées et identifiées sur les cartes en ligne ;
- ▶ indiquées par une signalisation adéquate, par exemple grâce à un pictogramme normé apposé sur les panneaux indiquant les aires et les cases de stationnement électrifiées.

Références

- (1) Rajon Bernard et Hall, 2022 | (2) Vivre en Ville, 2018 |
(3) Levasseur, 2022 | (4) Pineau et Rahimy, 2021 | (5) Roulons Électrique, s. d.



Autres fiches, références complètes et ressources :
carrefour.vivreenville.org/electrification-transports-milieu-urbain



LA LIVRAISON URBAINE REPENSÉE POUR UN « DERNIER KILOMÈTRE » EFFICACE ET À FAIBLE EMPREINTE



VIVRE EN VILLE



Source : KARGO.

Dans un contexte d'augmentation des flux de marchandises et d'une empreinte énergétique croissante des livraisons, l'optimisation de la livraison urbaine devrait figurer dans les priorités des décideurs économiques et municipaux et de leur stratégie d'électrification. L'électrification du « dernier kilomètre » est un levier efficace pour intégrer la livraison urbaine à la mobilité durable, tout en soutenant la vitalité des milieux denses.

La **livraison urbaine** désigne ici le transport de marchandises en ville sur de relativement courtes distances ou le segment urbain d'un plus long trajet, généralement appelé « dernier kilomètre », à des fins de collecte ou de livraison, entre des entreprises, des institutions ou des particuliers.

Comprendre les défis de livraison urbaine

Reposant sur l'utilisation de véhicules lourds et de camionnettes et cherchant à limiter les ruptures de charge, la chaîne logistique actuelle apparaît de plus en plus inadaptée :

- ▶ aux milieux urbains : les véhicules lourds et les camionnettes génèrent des nuisances majeures en matière de congestion, de bruit, de pollution, d'usure prématurée des chaussées, de stationnement illégal et de cohabitation ;
- ▶ aux défis environnementaux : la filière peine à s'électrifier et la disponibilité de camions et de camionnettes électriques est limitée ;
- ▶ à son propre besoin d'efficacité : la multiplication de gros véhicules de livraison dans les rues et leur stationnement illégal limitent directement la performance de la livraison.

Inscrire la livraison urbaine dans la mobilité durable

Le futur de la livraison urbaine repose sur l'adoption de l'approche « Réduire, Transférer, Améliorer » :



1. RÉDUIRE LES DISTANCES PARCOURUES

par kilogramme de marchandise et par véhicule, notamment par l'optimisation des courses et des besoins en livraison



2. TRANSFÉRER LES MARCHANDISES VERS LES VÉHICULES À PLUS FAIBLE EMPREINTE

les mieux adaptés aux besoins et aux milieux desservis



3. AMÉLIORER L'EFFICACITÉ DES VÉHICULES PAR L'ÉLECTRIFICATION

de la chaîne logistique, en misant sur les occasions offertes en milieu urbain dense

Conséquences du transport de marchandises en milieu urbain

Les déplacements urbains représentent **le tiers des émissions de gaz à effet de serre** du transport de marchandises¹.

L'empreinte environnementale de la livraison rapide est **trois fois plus importante** que celle de la livraison standard².

En 2015 et 2016, les véhicules lourds ont représenté **21,4 % des collisions ayant causé le décès d'un piéton**, alors qu'ils ne représentaient que 3,8 % du parc de véhicules routiers³.

La livraison urbaine est aussi à l'origine de nombreuses externalités négatives telles que **le bruit, la congestion, la détérioration des infrastructures routières et des coûts collectifs importants**.

La réorganisation optimale de la chaîne logistique

La réorganisation de la chaîne logistique consiste à systématiser la rupture de charge en périphérie et à ajouter une infrastructure logistique permettant une rupture de charge au sein du milieu urbain dense : la petite plateforme logistique intermodale (mini *hub*). Elle joue un rôle de transbordement et de consolidation à l'échelle des quartiers centraux et permet :

- ▶ **la réduction des kilomètres parcourus** par une mutualisation des véhicules et un partage des coûts et des opérations de la petite plateforme logistique intermodale entre les acteurs de la logistique. Cette stratégie maximise le taux de remplissage des véhicules. Elle permet de moins rouler et ce, malgré la croissance du nombre de colis, et préserve ainsi l'efficacité du service ;
- ▶ **le transfert modal** par une diversification des véhicules, avec des véhicules plus petits et plus légers. Mieux adaptés aux besoins, ces véhicules sont également compatibles avec les milieux de vie (p. ex. camionnettes électriques, véhicules à basse vitesse et vélos cargos) ;
- ▶ **l'amélioration de l'efficacité énergétique et économique** des véhicules par leur électrification totale ou partielle.

Chaîne de livraison intégrant la petite plateforme logistique intermodale



Les conditions à mettre en place par les collectivités

Offrir des infrastructures adaptées

pour les différents modes de transport et en assurer l'entretien adéquat en toute saison (p. ex. voies cyclables larges, bornes de recharge, aires de stationnement réservées à la livraison).

Planifier les petites plateformes logistiques intermodales

en adoptant un zonage industriel aux emplacements adaptés pour une intégration optimale aux milieux de vie, une compatibilité avec les milieux de vie et une accessibilité directe depuis le réseau routier supérieur.

Encadrer l'utilisation des véhicules de livraison

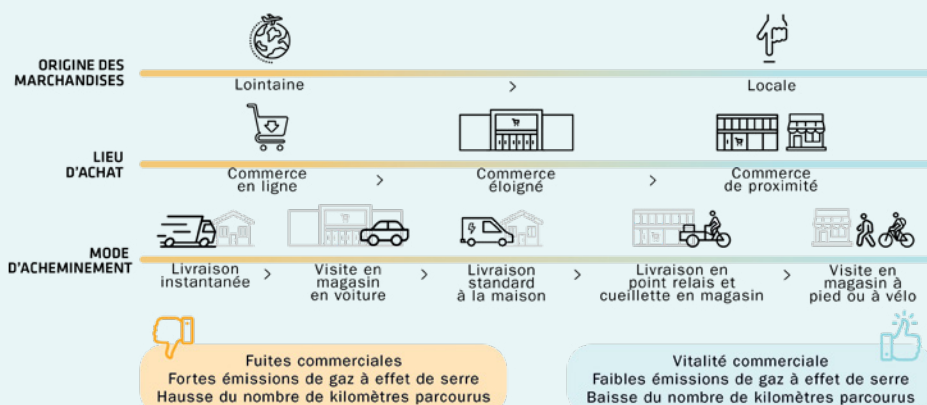
pour répondre aux objectifs environnementaux et de convivialité de l'espace public (p. ex. contrôle des heures et des types de véhicules, gestion de la bordure de rue, interdiction de certaines tailles de véhicules, création de zones à faible émission, instauration de normes antipollution).

Pour aller plus loin

Favoriser une consommation responsable

pour encourager les comportements de consommation permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre, de soutenir la vitalité commerciale et d'améliorer la cohabitation entre le transport de marchandises et les autres usages urbains.

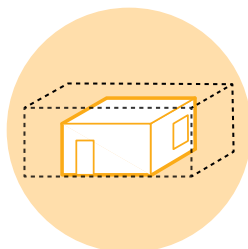
Conséquences des choix de consommation individuels sur l'empreinte de la livraison urbaine



UN DUO PROMETTEUR POUR RÉDUIRE L'EMPREINTE DE LA LIVRAISON URBAINE

La petite plateforme logistique intermodale

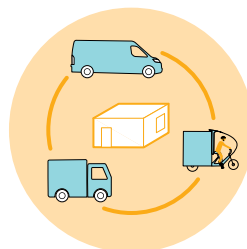
Indispensable pour optimiser la livraison urbaine, la petite plateforme logistique intermodale gagnerait à être développée dans tous les milieux urbains denses. Elle présente de nombreux avantages :



La **taille réduite** rend possible une implantation à proximité des milieux de vie et d'un bassin dense de clients.



La **localisation stratégique** la rend accessible tant par les grands axes routiers que par le réseau de rues locales.



L'accessibilité et les équipements offerts permettent l'utilisation de **véhicules légers électriques** agiles et efficaces.



La taille réduite, la localisation stratégique et les véhicules légers limitent les **coûts d'opération**.

Le cocktail de livraison durable et électrique

Vélo cargo

Pour effectuer la plus grande part des livraisons urbaines.



Source : Mari Photographie.

Véhicule basse vitesse

Pour des charges lourdes, des milieux très vallonnés et des déplacements plus longs.



Source : KARGO.

Van électrique

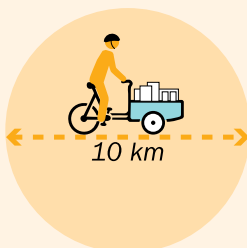
Pour les très gros volumes et les objets encombrants.



Source : Courant Plus Inc.

Zoom sur le vélo cargo : une solution décarbonée et efficace

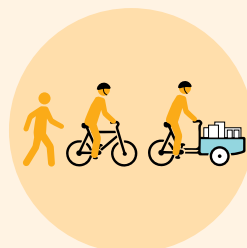
Circulant tant sur la chaussée que sur les pistes cyclables, le vélo cargo à assistance électrique répond efficacement et à moindres frais aux besoins de livraison des quartiers les plus denses.



Avec un rayon d'action jusqu'à dix kilomètres, il couvre sans difficulté les quartiers centraux⁴.



L'agilité liée à sa taille réduite et la consolidation des tournées permettent de réaliser 15% de livraisons supplémentaires⁴.



Il est silencieux, léger, non polluant et compatible avec les zones piétonnières et les zones à faible émission.



Avec une protection thermique et des équipements adéquats, il est compétitif face au camion, y compris en période hivernale.



ILS L'ONT FAIT !

Colibri, la démonstration montréalaise de la viabilité économique et opérationnelle du modèle



Une expérience de petite plateforme logistique intermodale concluante⁴

- 130 000 kilomètres parcourus*
- 150 000 arrêts et stationnements*
- 80 tonnes de CO₂ émis*
- + 1 heure de travail par livreur et par jour*

* données pour juillet à décembre 2020.

Une expérience québécoise dans le développement du vélo cargo⁴

- 90 % à 95 % des émissions de gaz à effet de serre par rapport à un camion*
- + de rapidité à se stationner
- de temps d'arrêt
- + de compatibilité d'usage avec les zones piétonnières
- 0 nuisance sonore

ADOPTER DE BONNES PRATIQUES

Faire face à la menace de l'établissement fantôme

L'ouverture d'établissements fantômes, tels que les *dark stores* ou les *dark kitchens*, va à l'encontre des efforts déployés par les collectivités en matière de vitalité commerciale et de convivialité des espaces publics.

Les établissements fantômes sont entièrement dédiés à la livraison et misent sur des délais d'acheminement très courts, généralement inférieurs à 30 minutes. Leur intégration au sein des milieux de vie denses ne répond pas à l'intérêt collectif :

- ▶ Fermés au public et dépourvus de vitrines, ils ne participent ni à créer un milieu de vie attrayant, ni à son animation ;
- ▶ Ils occupent des locaux commerciaux à des emplacements stratégiques et font concurrence aux commerces de proximité, nuisant ainsi à la vitalité commerciale ;
- ▶ Leur modèle d'affaires fait obstacle à une transition efficace et socialement acceptable de l'électrification des transports :
 - Il requiert des livreurs indépendants qui utilisent leur véhicule personnel et qu'il contribue à précariser ;
 - Il valorise le transport d'une seule commande par course et donc la multiplication des distances parcourues ;
 - Les allées et venues constantes des livreurs, à vélo, à scooter ou en auto et leur attente, sur place, de la prochaine course génèrent une circulation et des nuisances majeures en matière de bruit et de cohabitation dans l'espace public.

Favoriser l'adoption des casiers et des points relais pour simplifier la livraison de colis

Avantages⁵

- d'arrêts pour les livreurs et livraison non assujettie à la présence des destinataires
- de risque de vols
- + de synergies avec des commerces ou d'autres activités de proximité

Clés de succès

- ▶ Volume important de colis
- ▶ Infrastructure partagée entre différents transporteurs



Références

(1) CIVITAS, 2020 | (2) Weideli, 2013 | (3) SAAQ, 2019 | (4) Jalon, 2020 | (5) Bonneau, 2020



Autres fiches, références complètes et ressources :
carrefour.vivreenville.org/electrification-transports-milieu-urbain



LE PÔLE DE MOBILITÉ DURABLE POUR STIMULER LE RECOURS AUX MODES LÉGERS ÉLECTRIQUES



Une personne doit pouvoir se déplacer en utilisant successivement différents modes de transport, et ce, sans bris de parcours. Elle doit bénéficier d'équipements permettant de passer efficacement d'un mode électrique à un autre, et d'aménagements permettant de se déplacer de façon sécuritaire grâce à chacun de ces modes.

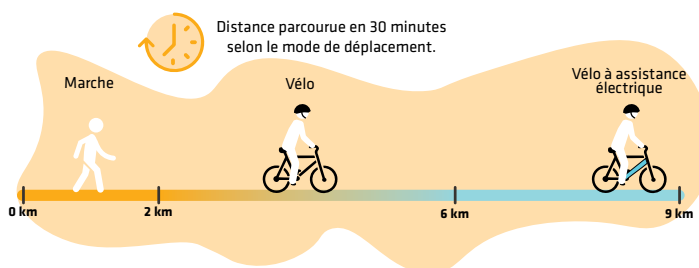
Les modes légers, propulseurs de mobilité

Avec l'électrification des modes légers et l'apparition de nouveaux modes de déplacement, il est possible de se déplacer plus facilement, plus rapidement et plus loin.

Ces évolutions multiplient les options de déplacement et créent de nouveaux besoins, notamment en matière d'échanges intermodaux, lorsque plusieurs modes sont combinés au cours d'un trajet.

Pour y répondre, le système de mobilité doit non seulement offrir des réseaux de mobilité active et collective continus et étendus, mais aussi assurer des transitions intuitives, pratiques et efficaces entre les différents modes de déplacement.

C'est là le rôle du pôle de mobilité durable.



Source : Vivre en Ville.

Le pôle de mobilité durable, clé de l'intermodalité

Le pôle de mobilité durable¹ est un lieu sécuritaire, accessible et convivial², situé à l'articulation entre les réseaux de mobilité active et collective, qui offre des espaces dédiés au stationnement pour les modes actifs et partagés.



Connecter les réseaux de mobilité active et collective



Entreposer les automobiles et les vélos partagés, les vélos privés et parfois les automobiles individuelles



Attendre et utiliser l'espace dans des conditions confortables



Source : Vivre en Ville.

Déployer les pôles de mobilité durable

Les objectifs poursuivis par les pôles de mobilité durable



Connecter

Localiser stratégiquement et à proximité les uns des autres les équipements permettant un **passage efficace** entre les modes actifs et collectifs.

Mettre en place une **signalétique** accessible, visible et lisible pour faciliter l'orientation des personnes utilisatrices.

Assurer des **cheminements confortables** et universellement accessibles entre les équipements.

Coordonner les horaires entre les différents parcours de transport collectif et informer clairement les personnes des **temps d'attente** et des correspondances.



Entreposer

Prévoir différentes options de **stationnement pour les modes légers** (extérieur, couvert, ou sécurisé), directement accessibles à partir des voies cyclables.

Permettre la **recharge des vélos** en libre-service sur place, grâce à une station électrifiée.

Offrir des cases de stationnement réservées à **l'autopartage**, équipées de bornes de recharge.

Intégrer des **bornes de recharge** pour automobiles privées dans les stationnements incitatifs, le cas échéant.

Localiser le **stationnement incitatif** de manière à ce qu'il n'entrave pas le transfert entre les modes actifs et collectifs.



Attendre

Offrir des **espaces d'attente sécuritaires** (éclairés, entretenus, etc.) et protégés des intempéries et de la chaleur.

Offrir des **services connexes à la mobilité** (p. ex. casiers à colis, bornes de réparation pour vélos) ou intégrer des espaces commerciaux ou de service.

Intégrer des **aménagements appropriables** et des espaces végétalisés (p. ex. placotoirs³, jeux, mobilier urbain)

Assurer une **conception universellement accessible** des espaces d'attente et des équipements.

► L'intégration de la recharge des modes légers électriques

30 % à 50 % des stations devraient être électrifiées

Il s'agit du seuil à partir duquel le recours à du personnel pour changer manuellement les batteries n'est plus nécessaire, ce qui permet de baisser le coût d'opération, d'améliorer la disponibilité des vélos partagés, et de réduire le nombre de véhicules de logistique en circulation. L'électrification des stations situées dans les pôles de mobilité durable est stratégique :

- il s'agit des stations les plus utilisées du réseau ;
- l'aménagement d'un pôle est une opération d'envergure pour laquelle il est souvent plus facile de prévoir l'électrification des modes partagés.

Espace de manutention

Il s'agit d'un espace de stationnement dédié à l'opérateur afin qu'il puisse réaliser son mandat sans entraver les autres usages du pôle (p. ex. manutention, répartition des vélos).

► La répartition sur le territoire des pôles de mobilité durable

Il existe une variété de pôles de mobilité durable dont la taille et les modes varient en fonction de différents facteurs :

- **La diversité et le rayonnement des destinations** : un pôle situé à proximité de destinations à rayonnement régional aura une plus grande intensité (achalandage et réunion des modes) que celui situé dans un voisinage résidentiel.
- **La localisation sur les réseaux de mobilité** : un pôle permettant une intermodalité régionale aura une plus grande intensité que celui permettant une intermodalité entre un mode actif et une ligne locale de transport collectif.

Une localisation équitable des pôles

Le coût élevé des modes électriques ne permet pas aux ménages qui ont peu de ressources à consacrer à leur déplacements de s'électrifier⁴, et donc de délaisser les voitures plus anciennes et polluantes⁵. Il importe donc d'offrir dans différents milieux des pôles de mobilité durable leur permettant d'opter pour les modes actifs, partagés et collectifs à moindres coûts.

Références

(1) Vivre en Ville et Accès transports viables, 2013 | (2) Vivre en Ville, 2013 | (3) Vivre en Ville, 2016 | CUSP, 2020 | (5) Nguyen, 2020



Autres fiches, références complètes et ressources : carrefour.vivreenville.org/electrification-transports-milieu-urbain



LES CONDITIONS DE SÉCURITÉ À OFFRIR POUR FAVORISER LE RECOURS AUX MODES LÉGERS ÉLECTRIQUES



CONSIDÉRER
LES MODES LÉGERS



Source : Vivre en Ville.

La popularité croissante des modes légers et électriques représente une opportunité de transformer la mobilité des personnes en milieu urbain. Pour la saisir tout en évitant de créer de nouveaux problèmes, l'aménagement des rues doit être repensé pour assurer la sécurité des personnes, quel que soit le mode de déplacement auquel elles ont recours.

Stimuler l'utilisation des modes légers électriques grâce à un système sûr

Chaque intervention en aménagement et en mobilité doit contribuer à améliorer la sécurité des personnes non protégées par un habitacle.

La mise en place d'un système sûr vise à concrétiser l'approche de la Vision zéro¹, qui considère que les décès et les blessures graves en cas de collision sont inacceptables et évitables. En matière de planification et d'aménagement des milieux de vie, cela se traduit dans les principes suivants.



1

Concevoir les rues pour que les erreurs humaines ne mènent pas à des collisions graves.



2

Réduire les vitesses de circulation, en se basant notamment sur les limites du corps humain à résister à une collision à plus de 30 km/h.



3

Aménager des espaces qui induisent des comportements sécuritaires et prévisibles.

Des conflits variés à gérer entre les modes de déplacement

La tendance à l'électrification et l'apparition de nouveaux modes légers entraînent une intensification de l'utilisation de ces modes. Cela se vérifie dans les environnements où la mobilité active était déjà présente, tout comme dans des milieux où l'automobile occupait jusqu'ici toute la place.



Des interactions avec les automobiles toujours plus dangereuses



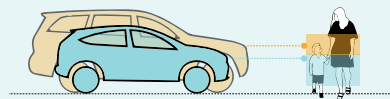
La cohabitation entre les modes légers similaires



Les conflits entre les piétons et les modes légers

La taille et poids des automobiles augmentent la gravité des collisions². Or, les véhicules utilitaires sport (VUS) constituent 86%³ des véhicules de promenade vendus en 2023 et les automobiles électriques sont plus lourdes que celles à essence.

**AUGMENTATION
DE LA MORTALITÉ
LORS D'UNE COLLISION +45%**



Source : Vivre en Ville.

La hausse du nombre de cyclistes, la diversification des formats de vélo et des modes de déplacement, et l'augmentation des vitesses grâce à l'électrification complexifient la circulation des personnes.



Source : Vivre en Ville.

À défaut d'espaces dédiés, bien localisés et adéquatement aménagés, les modes légers entrent souvent en concurrence avec les déplacements piétonniers. C'est particulièrement le cas quand le stationnement des véhicules légers est mal localisé.



Source : Vivre en Ville.

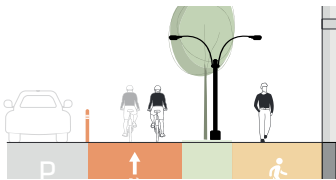
AMÉNAGER POUR RÉDUIRE ET MIEUX GÉRER LES CONFLITS

Les conflits de cohabitation mettent souvent en évidence des insuffisances en matière d'infrastructures de déplacement. En offrant plus de place aux modes légers et en repensant les façons d'aménager l'espace, il est possible d'accueillir des véhicules légers plus grands, plus nombreux et plus rapides.

Offrir des espaces adéquats aux modes légers dans les corridors de mobilité durable

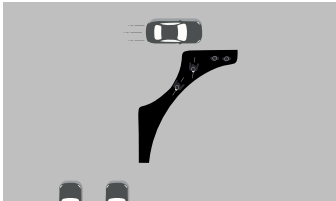
Un corridor de mobilité durable fait référence à une voie multimodale reliant des destinations importantes, où les débits tous modes confondus y sont importants. Assurer la sécurité des modes légers exige des espaces importants et bien délimités, ainsi que des mesures particulières là où les conflits les plus importants se produisent.

Source : Vivre en Ville. Offrir des parcours cyclables et piétonniers larges et bien séparés



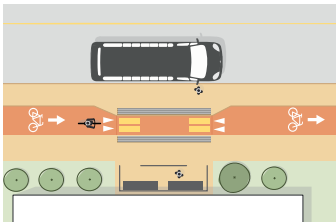
L'augmentation du nombre de personnes à pied, circulant à vélo ou par d'autres modes légers, impose de répartir stratégiquement l'espace qui est dédié à chacun. Des trottoirs généreux (de plus de deux mètres de largeur) permettent des déplacements confortables, tandis que des voies cyclables larges (de deux mètres et demi de largeur), unidirectionnelles, séparées de la chaussée et du trottoir assurent une circulation cyclable sans encombre.

Source : Vivre en Ville. Aménager des intersections sécuritaires



La vaste majorité des collisions impliquant des personnes à pied ou à vélo se produisent aux intersections. Certains aménagements offrent des espaces distincts et renforcent le respect des priorités entre les personnes. C'est notamment le cas des intersections protégées (entre deux voies principales) ou des trottoirs traversants (entre une voie principale et une voie transversale).

Source : Vivre en Ville. Sécuriser l'accès au transport en commun



La présence d'une piste cyclable le long d'une voie desservie par le transport en commun entraîne des conflits entre les cyclistes et les personnes qui montent ou descendent de l'autobus. L'aménagement de zones dédiées, la signalisation des franchissements, et la mise en place de déviations verticales pour ralentir les cyclistes peuvent faciliter une cohabitation plus harmonieuse.

Assurer une bonne cohabitation des modes sur les autres voies

Les faibles débits de circulation observés sur un grand nombre de voies devraient permettre une cohabitation sécuritaire des modes sur un même espace. L'aménagement de ces voies devrait donc avoir pour principal objectif d'apaiser la vitesse des véhicules routiers pour limiter la gravité des collisions.

► Garantir le respect des vitesses

Pour influencer les vitesses pratiquées, il est possible de moduler la largeur de la chaussée et l'encadrement visuel (p. ex. proximité des bâtiments et de la végétation), ou encore de mettre en place des déviations latérales (p. ex. saillies, chicanes, bollards) et verticales (p. ex. dos d'âne, passage surélevé, coussin berlinois).

► Aménager des rues partagées

Sur une rue partagée, les personnes qui marchent sont prioritaires en tout temps. La vitesse y est limitée à 20 km/h et facilite la cohabitation entre les cyclistes et les automobilistes. Retrouvez les principes de conception particuliers associés aux rues partagées dans l'ouvrage *Conception et mise en œuvre de rues apaisées*.

Références

(1) Piétons Québec, 2021 | (2) IIHS, 2024 | (3) Statistiques Canada, 2025



Autres fiches, références complètes et ressources :
carrefour.vivreenville.org/electrification-transports-milieu-urbain

Quel leader de la mobilité du futur se cache en vous ?

Lancez-vous dans ce quiz pour savoir quelle mobilité sommeille en vous, comment vous pourriez réduire l'empreinte de vos déplacements en ville et influencer celles des autres. Choisissez une réponse par question. Il n'y a pas de mauvaise réponse !

Quiz
éclair

1. Dans la vie, **pour me déplacer** en ville, je choisis :

-  toujours la voiture, ça fait partie de mon identité.
-  un peu de tout, le transport le plus efficace ou le moins cher : je m'adapte selon mes déplacements.
-  tout sauf une auto : la marche, le vélo ou le transport en commun, ludique et utilitaire, c'est un mode de vie.
-  surtout la voiture, sauf pour quelques exceptions : ponctuellement, j'enfourche mon vélo ou je prends l'autobus.

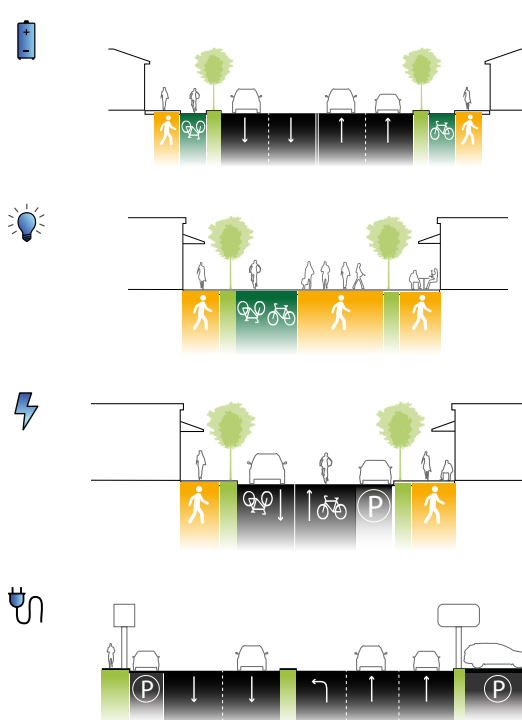
2. Selon moi, parmi ces moyens de transport, lequel est **le plus économique** pour se déplacer en ville :

-  l'automobile électrique : sans essence, c'est vraiment moins cher.
-  le transport collectif : avec un laissez-passer illimité, c'est difficile de rivaliser.
-  l'autopartage* : je ne paie que pour rouler en auto, pas pour la regarder stationnée.
-  le vélo à assistance électrique : j'investis et j'y gagne pour la forme, la bonne humeur et la santé.

3. Pour moi, **le plus grand problème** en ville, c'est :

-  la sécurité et le bruit : à quand de larges trottoirs et plus de pistes cyclables sécurisées ?
-  la congestion et le manque de stationnement : c'est compliqué.
-  Le manque de transport en commun : il ne répond pas vraiment à mes besoins.

4. Pour moi, **la rue idéale** pour me déplacer en ville, c'est :



5. Dans 5 ans, je me vois me déplacer principalement :

-  en automobile électrique : particulière ou partagée, en solo ou en covoiturage, dans mon siège première classe.
-  à vélo ou à pied : l'activité physique, c'est bon pour le corps et pour l'esprit.
-  en transport collectif : j'ai un chauffeur privé !
-  en deux-roues électrique (vélo, scooter, trottinette) : la congestion, très peu pour moi.

* Avec l'autopartage, les abonnés utilisent les véhicules à tour de rôle, quand ils en ont besoin. La compagnie propriétaire des véhicules facture seulement l'utilisation réelle du véhicule, avec une formule tout inclus : entretien, assurance et essence.

Résultats du Quiz éclair

Comment ça marche ? Comptez le nombre de symboles obtenus, puis convertissez-les en points.

 x 1 =	 x 2 =	 x 4 =	 x 6 =	Total = points
--	--	--	--	-------------------------------------

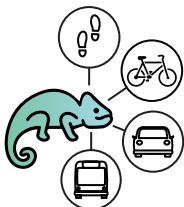
5 à 12 points



Vous êtes un-e automobiliste à brancher

Entre vous et votre auto, c'est une histoire de passion. Mais la passion à un prix tant économique qu'écologique : alors, branchez-vous ! Les automobiles électriques réduisent les émissions de gaz à effet de serre de 70 % sur leur durée de vie, mais aussi les coûts d'entretien et de plein d'énergie. Passez à l'électrique avant tout le monde ! Et tant qu'à y être... pourquoi ne pas essayer un vélo ou un scooter électrique ?

12 à 24 points



Vous êtes un caméléon de la mobilité sur le point de réduire son empreinte

Caméléon de la mobilité, vous adaptez votre moyen de transport selon les conditions. Optimisation et efficacité sont votre devise ! Adopter les transports électriques améliorera le confort d'utilisation et réduira votre empreinte carbone. Les solutions partagées sont les options à privilégier : on paie seulement quand on consomme et la formule est tout inclus — un summum. Avec toutes ces nouvelles options fantastiques, c'est peut-être le moment de dire merci et adieu à votre auto qui prend la poussière ?

Plus de 24 points



Vous êtes un-e ambassadeur-riche des modes actifs et collectifs

Bon pour l'esprit et bon pour le corps, la marche, le vélo et l'autobus sont votre trio gagnant — ding ding ding, c'est le gros lot pour le portefeuille. Difficile de vous conseiller comment réduire vos gaz à effet de serre : la mobilité durable n'a plus de secret pour vous ! Votre bonne humeur est votre arme de séduction pour faire rayonner les bonnes pratiques. Mobilisez-vous pour l'amélioration du service et pour la convivialité des parcours.

Réduire l'empreinte de vos déplacements

Participez à la création d'un milieu de vie durable



Quel est le coût de votre cocktail de transport ?



Automobiliste à brancher

Vous dépensez entre 10 000 et 15 000 \$ par année par véhicule. Envie de réduire vos dépenses ? Le cocktail transport pourrait vous faire économiser 5 000 \$ par année ! Comment ? Vendre le second véhicule et opter pour la marche, le vélo à assistance électrique et le transport collectif est gagnant pour sa santé et pour ses finances personnelles !



Caméléon de la mobilité

Vous dépensez entre 5 000 et 8 000 \$ par année pour votre mobilité. Envie de réduire vos dépenses ? Opter pour les modes de déplacement actifs comme la marche, la trottinette et le vélo plus souvent sont les clés pour dépenser moins tout en améliorant sa santé physique et mentale !



Ambassadeur-riche des modes actifs et collectifs

Vous dépensez entre 2 000 et 3 000 \$ par année pour votre mobilité. Difficile à battre ! Vous avez déjà des pratiques de mobilité exemplaires et économiques. Motivez votre entourage à suivre votre exemple !

Réduire l'empreinte de vos déplacements

Calculez votre besoin réel d'autonomie

Une plus grosse autonomie signifie une voiture plus chère, plus lourde, qui consomme plus d'électricité et dont l'empreinte environnementale est plus grande.

Choisir une auto dont l'autonomie est suffisante pour ses besoins réels est un geste pour l'environnement et pour son portefeuille.

Comment faire ?

Il faut tout d'abord évaluer à quelle fréquence on peut recharger son automobile : par exemple, chaque jour chez soi ou tous les deux jours sur une borne publique.

Ensuite, on doit calculer le nombre de kilomètres parcourus pour nos trajets quotidiens (p. ex. école ou travail), puis le nombre de kilomètres parcourus pour nos sorties fréquentes (p. ex. visiter la famille).

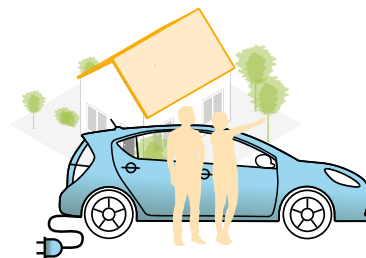
L'addition des deux distances donne l'autonomie dont on a réellement besoin !

La marge saisonnière

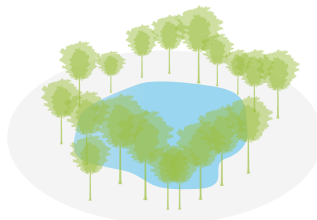
En contexte hivernal, l'autonomie n'est pas la même qu'à la belle saison. Il faut donc prévoir une baisse de 20 % à 40 % d'autonomie selon les modèles. Par exemple, si votre besoin réel d'autonomie est de 100 kilomètres, optez pour un véhicule qui offre une autonomie comprise entre 120 à 140 kilomètres.



Travail aller-retour



Sorties fréquentes



+

TOTAL =

KM

Testez vos connaissances

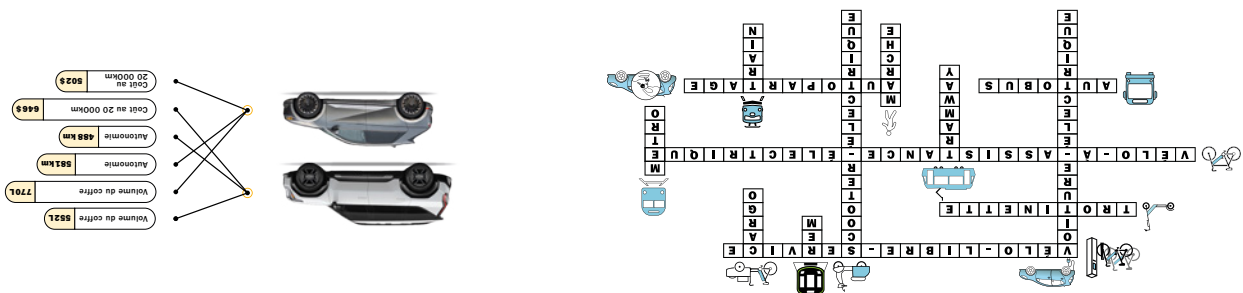
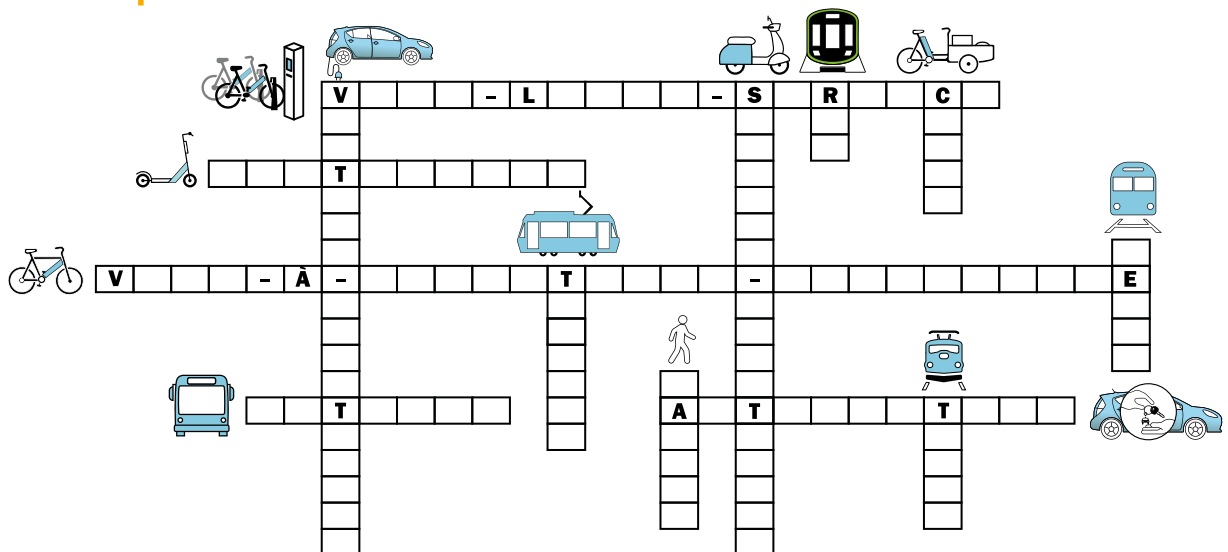
Quand on a besoin d'une auto, ce n'est pas la taille qui compte!



- Volume du coffre **552 L**
- Volume du coffre **770 L**
- Autonomie **581 km**
- Autonomie **488 km**
- Coût au 20 000km **646 \$**
- Coût au 20 000km **502 \$**

Un véhicule plus gros n'est pas forcément plus spacieux. En plus de consommer plus d'énergie il sera plus long à recharger.

Quelles sont les solutions branchées qui électrisent le cocktail de transport ?



En partenariat avec :



Ce projet est réalisé grâce au soutien financier du gouvernement du Québec dans le cadre du Programme d'aide financière aux activités de sensibilisation à la mobilité durable – MobilisActions.

Adoptez les solutions branchées qui électrisent le cocktail de transport

La marche et le vélo traditionnel



La **marche et le vélo** sont essentiels pour rester en bonne santé. En plus, ils ont un coût négligeable.

Alors, n'hésitez pas : alliez l'utile à l'agréable en adoptant la marche et le vélo le plus souvent possible. Ce sont les options idéales pour une visite au dépanneur ou pour aller prendre un verre entre amis.

Le vélo à assistance électrique



Adéquat pour la majorité des déplacements, le **vélo à assistance électrique** est maniable et requiert peu d'effort.

Il s'affranchit des distances : on peut rouler entre son domicile et le bureau sans la moindre goutte de transpiration. Petit plus : la fin de semaine il permet d'aller s'évader en nature.

Le vélo cargo à assistance électrique



Avec sa capacité accrue, le **vélo cargo à assistance électrique** peut déplacer personnes, paniers d'épicerie ou paquets sans problème et sans peine.

Quoi de plus ludique que de déposer les enfants à l'école avec un véhicule qui fera pâlir d'envie les camarades de classe ?

Le vélo (électrique) en libre-service



Le concept ? On utilise le **vélo électrique en libre-service** seulement quand on en a besoin. Le reste du temps, il est disponible pour d'autres utilisateurs.

L'entretien et le vol de vélo, c'est fini ! On le dépose à la borne et on bénéficie toujours d'un vélo prêt à prendre la route.

Le transport collectif



L'**autobus, le métro et le tramway** sont des options économiques, fiables et efficaces pour se déplacer rapidement en milieu urbain.

Abonnez-vous, et ne vous posez plus de question : vous pourrez toujours compter sur le transport collectif.

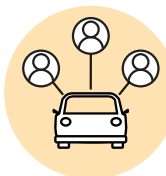
Le scooter électrique



Le **scooter électrique** peut atteindre 70 km/h et couvrir de grandes distances.

Avec votre permis de conduire en poche, à vous les virées électrisantes en ville, ou à l'extérieur ! Le compagnon idéal pour rouler avec style.

L'autopartage



L'**autopartage** permet d'utiliser une auto sans en assumer tous les coûts et toutes les responsabilités d'entretien. Le stationnement est aussi plus facile.

Une simple application et hop ! À vous la liberté de déplacement.

L'auto électrique



Adopter un **véhicule électrique** réduit une partie de votre empreinte énergétique. Mais attention à vos finances !

S'inscrire sur un site de location entre particuliers ou proposer du covoiturage, c'est un bon plan pour le porte-monnaie.

Pour réduire mon empreinte, cette année, je suis prêt-e à :

- ☐ poursuivre mes efforts.
- ☐ essayer un nouveau moyen de transport très bientôt.

- ☐ laisser l'auto au garage pour davantage de déplacements.

- ☐ m'abonner à l'autopartage, au vélopartage ou au transport en commun.

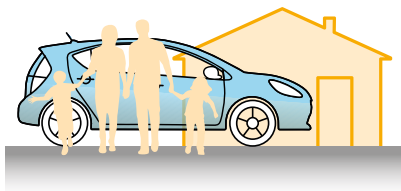
- ☐ mettre mon auto en vente.

L'automobile, c'est parfois essentiel, alors comment mieux l'utiliser ?

Une auto électrique, c'est bien, et vous pouvez aller plus loin. Voici comment !

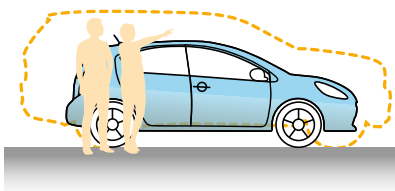
Optez pour des choix plus économiques et écologiques

Se limiter à une auto



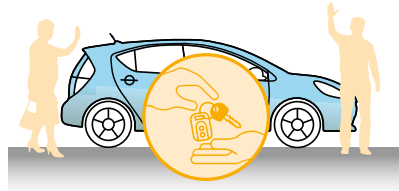
Juste pour sa construction, une voiture électrique émet près de dix tonnes de CO₂. Une voiture par famille, c'est beaucoup moins polluant que deux ! Et sans être comptable, on dirait même que c'est bon pour vos finances.

Conduire une petite voiture



Plus le véhicule est gros, plus il consomme d'électricité et d'espace. Pour votre empreinte et votre portefeuille, si vous avez besoin d'un VUS trois semaines par année, mieux vaudrait le louer. Et le reste du temps, vous vous stationnez plus facilement !

Partager les autos



Partager un véhicule électrique privé sur une base ponctuelle (location entre particuliers) ou régulière (covoiturage) est un bon moyen de répartir les coûts d'entretien et d'utilisation. Covoiturer pour aller au travail, c'est tisser de nouvelles relations inédites.

Optez pour une utilisation responsable des bornes

1

Favorisez la recharge privée à domicile ou, à défaut, au travail, ça coûte moins cher et ça permet d'éviter les pics de consommation.

2

Rechargez seulement quand c'est nécessaire et laissez la borne de recharge libre pour ceux qui en ont vraiment besoin.

3

Libérez la borne dès que l'auto est chargée pour éviter la tarification élevée des derniers watts : les espaces de recharge ne sont pas des cases de stationnement comme les autres !

Vive le vent d'hiver



On entend souvent parler des contraintes hivernales, dont la perte d'autonomie saisonnière des véhicules, mais avez-vous déjà entendu parler des avantages de rouler électrique par temps froid ?

C'est moins de tracas

Les véhicules électriques ne démarrent pas, ils s'allument : fini le moteur qui ne démarre pas par temps froid et les autres avaries hivernales !

Bien au chaud

Le chauffage de l'habitacle est instantané et même programmable à l'avance : pratique pour se réchauffer rapidement, dégivrer les vitres et conduire en toute sécurité.

Dans un véhicule plus sécuritaire

La conduite sur neige est plus aisée : le centre de gravité assure une meilleure stabilité et la puissance instantanée facilite la sortie des bancs de neige.



En savoir plus sur les choix pour réduire notre empreinte : reduirenotreempreinte.com



En savoir plus sur la transition des villes vers des véhicules électriques : carrefour.vivreenville.org/electrification-transports-milieu-urbain



Direction

Amandine Rambert, directrice de projet

Samuel Pagé-Plouffe, directeur — Affaires publiques et gouvernementales

David Paradis, directeur — Recherche, formation et accompagnement

Jeanne Robin, directrice principale

Christian Savard, directeur général

Recherche et rédaction

Benjamin Docquiere, conseiller — Mobilité et aménagement

Pierre-Yves Chopin, conseiller — Mobilité et aménagement

Illustrations

Léa-Marie Caron, conseillère — Design urbain et aménagement

Alexandre Drouin, conseiller — Design urbain et urbanisme

Brigitte Lavallée, coordonnatrice — Design urbain et aménagement

Gabriel Montano, conseiller — Design urbain et urbanisme

Graphisme

CORSAIRE | Design | Communication | Web

Remerciements

L'équipe de Vivre en Ville remercie sincèrement ses partenaires pour leur précieuse contribution et leur soutien dans la réalisation de ce projet, ainsi que pour la relecture des fiches.

- ▶ **Andréanne Brazeau**, analyste politique
Mobilité durable, Équiterre
- ▶ **Cédric Chaperon**, fondateur, La roue libre
- ▶ **Jarick Charbonneau**, coordonnateur en électrification des transports, Direction du développement durable et des mobilités innovantes, Ministère des Transports du Québec
- ▶ **Stephanie Coïa**, conseillère en communication et relations publiques, RVE
- ▶ **David Deschênes**, directeur Conception et innovation, Prével
- ▶ **Camille Lambert-Chan**, directrice Réglementation et politique publique, Propulsion Québec
- ▶ **Daniela Levasseur**, déléguée développement des affaires, Direction de la mobilité, Hydro-Québec
- ▶ **Christian Petit**, directeur principal, Rues principales
- ▶ **Dr François Reeves**, cardiologue, CHUM et CSLaval, professeur agrégé de la Faculté de médecine avec affiliation à l'École de santé publique, Université de Montréal
- ▶ **Yves Sagnières**, directeur Mobilité durable, Coop Carbone
- ▶ **Marco Viviani**, vice-président Développement stratégique, Communauto

Notice bibliographique recommandée

VIVRE EN VILLE (2025). *Électrification des transports en milieu urbain : outils pour planifier la transition vers les modes électriques dans une perspective de mobilité durable*, 2^e éd. (coll. Passer à l'action).



Consultez la version en ligne

carrefour.vivreenville.org/electrification-transports-milieu-urbain

ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS EN MILIEU URBAIN

Grand chantier collectif amorcé pour décarboner le transport de personnes et de marchandises, l'électrification est une occasion de changement à saisir pour améliorer les pratiques. Vivre en Ville propose aux décideurs municipaux une approche territorialisée et novatrice pour que la transition vers les véhicules électriques réponde aux enjeux de mobilité durable et contribue au développement de collectivités viables.

Seule une planification guidée par une vision intégrée de l'aménagement et de la mobilité garantit une transition équitable, capable d'améliorer la mobilité de tout le monde et de réduire efficacement notre empreinte.

Vivre en Ville propose, dans cette série de fiches pratiques, un cadre de référence pour prendre la mesure des enjeux de l'électrification, notamment dans les milieux urbains denses où la compétition pour l'espace les exacerbe. On y présente les meilleures pratiques pour réussir la transition vers les véhicules électriques et l'intégration des infrastructures de recharge dans les quartiers centraux.

PASSER À L'ACTION

La collection « Passer à l'action » regroupe des fiches techniques, des études de cas et des outils pratiques à l'intention des décideurs et des professionnels prêts à poser des gestes concrets pour développer des collectivités viables, partout au Québec.

À PROPOS DE VIVRE EN VILLE

Vivre en Ville ouvre la voie aux nécessaires transformations du territoire et de nos milieux de vie.

Notre approche mise sur la sobriété, la proximité et le renforcement des solidarités pour soutenir l'épanouissement de tous et toutes, assurer la vitalité des collectivités, préserver la santé des écosystèmes et traverser les crises.

Depuis près de 30 ans, Vivre en Ville met l'audace, la rigueur et la collaboration au service de l'intérêt collectif. Combinant des compétences variées et complémentaires en aménagement, mobilité, alimentation, habitation et verdissement, son équipe propose des stratégies sensibles à chaque milieu et déclinées à toutes les échelles.

Organisation à but non lucratif, Vivre en Ville est reconnue tant pour sa contribution au débat public que pour ses nombreuses publications et ses activités de formation, de sensibilisation et d'accompagnement, menées partout au Québec.



VIVRE EN VILLE

info@vivreenville.org | vivreenville.org | twitter.com/vivreenville | facebook.com/vivreenville

■ QUÉBEC

CENTRE CULTURE ET ENVIRONNEMENT
FRÉDÉRIC BACK
870, avenue De Salaberry, bureau 311
Québec (Québec) G1R 2T9
T. 418.522.0011

■ MONTRÉAL

MAISON DU DÉVELOPPEMENT DURABLE
50, rue Ste-Catherine Ouest, bureau 480
Montréal (Québec) H2X 3V4
T. 514.394.1125

■ GATINEAU

200-A, boulevard Saint-Joseph
Gatineau (Québec) J8Y 3W9

ISBN : 978-2-923263-68-7, 1^{re} éd. ; 978-2-923263-86-1, 2^e éd. (version imprimée)
ISBN : 978-2-923263-67-0, 1^{re} éd. ; 978-2-923263-85-4, 2^e éd. (version PDF)