



L'électrification des transports au Québec

Du mythe à la réalité...
À quelle vitesse ?

Sous la direction de **PIERRE DELORME**
avec la participation d'**ANDRÉE-ANNE PERRON**

Préface de Florence Junca Adenot



Presses de l'Université du Québec

L'électrification des transports au Québec

Presses de l'Université du Québec

Le Delta I, 2875, boulevard Laurier, bureau 450, Québec (Québec) G1V 2M2

Téléphone : 418 657-4399 – Télécopieur : 418 657-2096

Courriel : puq@puq.ca – Internet : www.puq.ca

Diffusion/Distribution :

Canada et autres pays : Prologue inc., 1650, boulevard Lionel-Bertrand, Boisbriand (Québec) J7H 1N7 – Tél. : 450 434-0306/1 800 363-2864

France : Sodis, 128, av. du Maréchal de Lattre de Tassigny, 77403 Lagny, France – Tél. : 01 60 07 82 99

Afrique : Action pédagogique pour l'éducation et la formation, Angle des rues Jilali Taj Eddine et El Ghadfa, Maârif 20100, Casablanca,

Maroc – Tél. : 212 (0) 22-23-12-22

Belgique : Patrimoine SPRL, 168, rue du Noyer, 1030 Bruxelles, Belgique – Tél. : 02 7366847

Suisse : Servidis SA, Chemin des Chalets, 1279 Chavannes-de-Bogis, Suisse – Tél. : 022 960.95.32



La *Loi sur le droit d'auteur* interdit la reproduction des œuvres sans autorisation des titulaires de droits. Or, la photocopie non autorisée – le « photocopillage » – s'est généralisée, provoquant une baisse des ventes de livres et compromettant la rédaction et la production de nouveaux ouvrages par des professionnels. L'objet du logo apparaissant ci-contre est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit le développement massif du « photocopillage ».

L'électrification des transports au Québec

Du mythe à la réalité...
À quelle vitesse ?

Sous la direction de **PIERRE DELORME**
avec la participation d'**ANDRÉE-ANNE PERRON**

Préface de **Florence Junca Adenot**

Catalogage avant publication de Bibliothèque et Archives nationales du Québec et Bibliothèque et Archives Canada

Vedette principale au titre :

L'électrification des transports au Québec : du mythe à la réalité – à quelle vitesse?

Textes présentés lors d'un colloque tenu à Montréal les 20 et 21 mai 2010.

Comprend des réf. bibliogr.

ISBN 978-2-7605-3097-3

1. Mobilité durable (Transport) – Québec (Province) – Congrès. 2. Électricité dans le transport – Congrès. 3. Transports publics – Aspect de l'environnement – Québec (Province) – Congrès. 4. Transports urbains – Aspect de l'environnement – Québec (Province) – Congrès. 5. Mobilité durable (Transport) – Congrès. I. Delorme, Pierre, 1950- . II. Perron, Andrée-Anne.

HE147.65.E43 2011

388.409714

C2011-940646-2

Les Presses de l'Université du Québec reconnaissent l'aide financière du gouvernement du Canada par l'entremise du Fonds du livre du Canada et du Conseil des Arts du Canada pour leurs activités d'édition.

Elles remercient également la Société de développement des entreprises culturelles (SODEC) pour son soutien financier.

Mise en pages : ALPHATEK

Conception de la couverture : SHARON OLIVERA SANTA MARÍA

2012-1.1 – *Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés*

© 2012, Presses de l'Université du Québec

Dépôt légal – 1^{er} trimestre 2012 – Bibliothèque et Archives nationales du Québec / Bibliothèque et Archives Canada

Imprimé au Canada



Préface

Colloque sur l'électrification des transports au Québec : Du mythe à la réalité... À quelle vitesse ?

FLORENCE JUNCA ADENOT

*présidente du colloque
Directrice du Forum URBA 2015,
Département d'études urbaines et touristiques,
Université du Québec à Montréal*

Le colloque des 20 et 21 mai 2010 a posé clairement la question de l'électrification possible des transports terrestres, individuels et collectifs, au Québec. Le titre « Du mythe à la réalité... À quelle vitesse » campe bien le fait qu'il faille trouver des réponses aux nouvelles contraintes énergétiques et environnementales du XXI^e siècle, pour passer des hypothèses au domaine de la réalité. Se posent alors les questions de savoir comment y parvenir, à quelle vitesse introduire l'électrification, et avec quelles incidences pour le Québec.

Un certain nombre d'enjeux ont été mis en évidence et documentés. La raréfaction des ressources fossiles, en particulier le pétrole, et leur coût croissant, conduisent à revoir notre mode de consommation et à chercher de nouvelles sources d'énergie à court terme. Les transports, grands responsables des émissions d'une ville comme Montréal, dépendent à 95 % des importations de pétrole. Leur électrification représente une avenue incontournable pour le Québec.

Les conférenciers ont expliqué les échéances à court terme du pic pétrolier. On constate, d'une part, une explosion de la demande d'énergie et une prévision de doublement du nombre de véhicules dans le monde d'ici 2020, qui passeront de 800 000 à quelques 1 400 000, et, d'autre part, une diminution

de l'offre de pétrole accessible facilement, à un coût raisonnable, utilisant peu d'eau, et exploitable sans risque. Les formes d'énergie propre devront être privilégiées pour lutter contre les problèmes de santé, les émissions de gaz à effet de serre (GES), les changements climatiques, et pour soutenir l'économie. Même le parc automobile du Québec augmente deux fois plus vite que sa population! Dans ce contexte, le Québec a tout avantage à valoriser son hydroélectricité, une source propre, bon marché et renouvelable.

L'avenir se jouera dans les villes qui devront repenser leur développement pour limiter l'éparpillement urbain et se reconstruire sur elles-mêmes selon les principes du *Transit Oriented Development* (TOD) ou selon des contrats d'axe comme expliqué par la conférencière du CERTU; cela signifie plus de développements multifonctionnels, denses, accessibles à différents groupes de revenus, concentrés autour de pôles ou d'axes de transports collectifs, économisant des ressources en voie d'épuisement. Les villes se trouveront devant l'obligation de diminuer le nombre de véhicules individuels, tout en les électrifiant, et de stimuler l'essor des transports collectifs et actifs, tout en décuplant les effets du cocktail transport. Cette entrée dans l'économie verte stimulera la recherche-développement, les investissements, les emplois et générera des économies pour les pays qui dépendent de l'importation du pétrole. Rappelons que l'automobile et le pétrole ont entraîné un déficit sectoriel de la balance du commerce extérieur de 20 milliards de dollars en 2009 au Canada.

Pour toutes ces raisons, on assiste à une ruée mondiale récente vers les véhicules individuels tout électriques et les hybrides rechargeables, ainsi qu'à une recherche active de solutions pour électrifier les bus, trains et autres véhicules utilitaires. Les expériences racontées lors du colloque par les fabricants, les invités d'Europe et des États-Unis confirment cette affirmation et permettent de croire qu'au cours des cinq prochaines années, les obstacles à leur large implantation, qu'ils soient techniques, urbains, politiques, administratifs ou financiers, seront levés. Les expérimentations se multiplient tant pour tester les voitures hybrides et tout électriques que pour électrifier les bus, trains de banlieue ou pour faire disparaître des paysages urbains les caténaires et toiles d'araignée de fil électrique. Ceux qui doutaient au début du colloque doutent probablement moins aujourd'hui, après cet événement.

Le Québec est en bonne position. Il s'est doté de bonnes politiques, que la ministre des Transports a d'ailleurs rappelées. La politique des transports collectifs a déjà dépassé sa cible de +8 % d'achalandage fixée pour 2016 et poursuit sa progression. À la conférence de Copenhague de 2009, le gouvernement du Québec a choisi une cible de -20 % des émissions de GES par rapport à 1990, et ce, en priorisant les interventions sur les transports, responsables à 40 % des émissions. Sa volonté de miser sur la filière hydroélectrique se traduit, par exemple, dans des annonces budgétaires pour stimuler l'essor des bus électriques. Les programmes d'efficacité énergétique font leurs preuves.

La loi 58 devrait encadrer la révision des schémas repensant l'aménagement du territoire en introduisant des indicateurs environnementaux et en limitant l'étalement urbain. Le gouvernement du Québec n'a pas encore annoncé son plan d'électrification des transports comme le font actuellement les pays et grandes villes du monde, mais ce plan pourrait être rendu public prochainement. Les conférenciers de Londres, du Japon, des États-Unis, et les expériences européennes démontrent que les opérateurs, les industriels et les autorités publiques sont tous sur la ligne de départ.

Le Québec dispose d'un bon noyau de constructeurs, d'assembleurs, d'experts en recherche et développement, de concepteurs et de fabricants de pièces et systèmes. Les fabricants de véhicules ou de pièces de véhicules tels que Nova Bus, Bombardier, Alstom, Veolia, TM4, Alcoa, etc., sont installés ici. De nombreux centres de recherche et développement s'intéressant aux véhicules individuels et aux modes de transport électrifiés existent au Québec. Une première liste apparaît à la fin du cahier du participant remis lors du colloque. Le Québec dispose de personnes bien formées, d'électricité propre et renouvelable à profusion, d'aluminium, de matériaux composites. Tous ceux-ci représentent des éléments actuellement recherchés par les investisseurs.

Le Québec offre donc les possibilités dans les domaines du moteur-roue, du moteur électrique central et des batteries. Son réseau de transport collectif représente par ailleurs une masse critique de commandes potentielles, surtout si des associations avec les autres provinces, et pourquoi pas avec canadiennes sont conclues le Nord-est américain? Hydro-Québec impose la cadence et annonce sa volonté d'aider à l'électrification des transports individuels et collectifs. Ainsi, l'entreprise participe aux études de faisabilité des sociétés publiques de transport, développe et commercialise des technologies de pointe, mène des essais de véhicules électriques rechargeables sur route et expérimente la mise en place et l'utilisation d'infrastructures de recharge des batteries.

Le directeur de la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi a énuméré les conditions de réussite d'un vrai plan de mobilité durable cohérent et courageux. D'abord, déclarer la guerre à l'auto solo en acceptant d'augmenter le prix de l'essence; en fixant les frais d'immatriculation selon la consommation des voitures; en restreignant les stationnements, la publicité et la possession d'automobile; en investissant massivement dans les transports collectifs et actifs; en densifiant l'habitat urbain et périurbain autour des services et pôles de transport collectif; en adoptant des mesures identiques, mais allégées, dans les régions afin de tenir compte de leurs stratégies industrielles sur les composantes-clés du transport électrifié; en faisant des alliances stratégiques; et, finalement, en proposant un plan d'électrification accompagné des moyens nécessaires. Oserons-nous appliquer un tel plan?

Tous s'entendent pour dire que deux objectifs devraient être visés : réduire la dépendance au pétrole du Québec et diminuer les émissions de GES en développant activement les transports collectifs au Québec et les véhicules individuels propres.

Serait-il possible de se doter de cibles telles que le font d'autres pays et villes comme viser 20% de véhicules électriques d'ici 10 à 15 ans, en implantant des infrastructures de recharge, d'abord dans les sites d'auto partage, les stationnements incitatifs, les parcs d'entreprises afin de servir d'exemples? Ou encore accorder la priorité aux transports collectifs, par les commandes groupées favorisant les nouvelles technologies de bus électrifiés, qu'ils soient biberonnés ou à batterie, l'implantation de trolleybus, des trains électrifiés, l'extension du métro?

Il est ressorti au cours du colloque beaucoup de pistes. Les fabricants d'automobiles, les sociétés de transport et l'Agence métropolitaine de transport ont présenté leurs expériences et leurs projets d'avenir.

Au niveau des véhicules individuels, en collaboration avec la Ville de Boucherville, Hydro-Québec évaluera la performance de 50 voitures tout électriques Mitsubishi i-MiEV dans diverses circonstances, et notamment sera le test mondial en conditions hivernales. De plus, le 1^{er} juin 2010, l'Alliance Renault-Nissan a annoncé un projet expérimental de 50 voitures à émission zéro avec des partenaires québécois dont Hydro-Québec, les villes de Québec et de Montréal et Communauto, entreprise québécoise d'auto partage qui offrira ses sites et ses services comme soutiens à l'expérimentation. On pourrait se donner un avantage avec les réseaux de bornes rechargeables par exemple, ou attirer des investissements pour fournir des parties de l'assemblage des véhicules utilitaires et des services, etc.

En ce qui a trait aux véhicules collectifs, un large consensus s'est manifesté. Les sociétés de transport québécoises ont procédé à diverses études d'expérimentations, au cours de l'année 2009-2010, dont elles ont présenté les résultats: autobus hybrides, trolleybus, minibus électriques, tramways, trains. Les sociétés de transport s'entendent pour ne plus commander d'autobus diesel et vont diriger leurs commandes vers les bus bimodes avec, comme objectif, le tout électrique d'ici 15 ans. La Société de transport de Montréal l'a indiqué clairement, et les autres sociétés de transport dépendantes des flottes de bus aussi.

Elles sont prêtes à tester les autobus biberonnés de 30 pieds à court terme, à compléter le cocktail transport avec des trolleybus, à poursuivre l'expérience des minibus électriques de Québec, à trouver des bus électriques de 20 à 25 places pour compléter la chaîne de desserte et à s'entendre avec les fabricants pour développer une expertise québécoise. Les trains de banlieue disposent aussi de leurs plans de développement et d'électrification. L'arrivée

du réseau de tramway et les prolongements de métro permettront d'envisager le tout électrique d'ici 15 ans ainsi que le développement massif des transports collectifs. Le conférencier de Lyon a démontré clairement les avantages d'une stratégie de cocktail de tous les modes de transport offerts selon les besoins quant à la mobilité urbaine et les façons de repenser la ville.

Le colloque a bien démontré l'intérêt des quelque 310 personnes présentes, venant de divers horizons, pour que l'électrification avance. Cette filière industrielle prometteuse requiert de concerter tous les acteurs, d'évaluer les besoins de financement, de main-d'œuvre, etc. Mais elle implique aussi des incitatifs et des investissements de l'État, à l'instar de ce que les autres pays et villes font avec une vision intégrée des actions à entreprendre, implanter et mesurer.

Le gouvernement du Québec a annoncé qu'il présentera un plan en ce sens. Le Québec doit agir vite, car des alliances stratégiques se dessinent à l'échelle mondiale.

Les acteurs québécois sont prêts. Ils l'ont montré au cours des deux jours du colloque. Ils prennent les devants en présentant publiquement leurs plans stratégiques. Une vision claire facilite les choix politiques, techniques et budgétaires. Les moyens financiers et techniques et les décisions s'adaptent et se concilient alors plus facilement.

Le colloque aura des suites. Les présentations PowerPoint sont déjà colligées et diffusées sur le site Web du Forum URBA 2015 depuis le 1^{er} juin 2010. Les actes du colloque font l'objet de la présente publication grâce à l'implication de Pierre Delorme, professeur au Département d'études urbaines et touristiques ESG-UQAM. Les données, colligées à partir des questionnaires remplis par les participants, ont été précieuses pour mesurer la grande appréciation des interventions du colloque. Les participants ont souhaité que soit organisé un événement similaire dans un ou deux ans pour mesurer les résultats atteints par les expériences en cours et mettre en place, entretemps, une veille interactive. Il appartient maintenant à toutes les personnes et organisations, directement ou indirectement interpellées par l'électrification des transports, de prendre en charge la réalisation de cet ambitieux et utile projet rassembleur.

Pour terminer, je voudrais remercier toutes les participantes et tous les participants pour leur présence active, remercier les conférenciers et conférencières pour leurs stimulantes et intéressantes présentations ainsi que pour leur générosité, remercier nos commanditaires, les membres dynamiques du comité d'organisation et nos 18 parrains, et enfin remercier particulièrement l'équipe opérationnelle : Gisèle Gallichan, l'animatrice de ces deux jours, qui a vigoureusement dirigé les débats ; Xavier Allaire et Andrée-Anne Perron, les deux coordonnateurs, deux jeunes diplômés de l'UQAM ; et Catherine Kozminski, votre hôtesse des deux jours. Finalement, merci à l'équipe organisationnelle, entièrement constituée d'étudiants de l'UQAM.

Table des matières



PRÉFACE Colloque sur l'électrification des transports au Québec: Du mythe à la réalité... À quelle vitesse?	VII
FLORENCE JUNCA ADENOT	
AVANT-PROPOS Repenser la ville	XV
PIERRE DELORME	
Les défis urbains et la mobilité urbaine durable	1
CÉCILE CLÉMENT-WERNY	
Quelle place pour l'électrification des transports dans un contexte de sécurité énergétique et de lutte aux changements climatiques?	13
HUGO SÉGUIN	
L'électrification des transports urbains Une réalité technologique	25
JACQUES DROUIN	
Évolution des technologies liées à l'électrification des transports individuels	37
SYLVAIN CASTONGUAY	

Le plan des véhicules électriques collectifs et individuels de la ville de Londres	43
KULVEER RANGER	
L'exemple américain en matière de développement et d'électrification des transports collectifs	49
ARTHUR L. GUZZETTI	
Des expériences étrangères dont le Québec pourrait s'inspirer	59
PIERRE LAVALLÉE	
L'électrification des transports au Québec L'idée est belle, la réalité est têtue!	69
CLAUDE VILLENEUVE	
Le plan d'action d'Hydro-Québec et les initiatives d'électrification des transports	87
PIERRE-LUC DESGAGNÉ	
Les tramways à Montréal : passé et perspectives d'avenir	93
MARC BLANCHET	
Le développement du métro de Montréal et les projets de bus bimodes et électriques de la Société de transport de Montréal	103
YVES DEVIN	
Le trolleybus à Laval et son extension	115
PIERRE GIARD	
L'Écolobus de Québec et ses possibilités d'expansion	123
NORMAND CARRIER	
L'électrification des trains de banlieue	133
JOËL GAUTHIER	
La stratégie transport du Grand Lyon	141
BERNARD RIVALTA	
NOTICES BIOGRAPHIQUES	155



Avant-propos

Repenser la ville¹

PIERRE DELORME

*Département d'études urbaines et touristiques,
Université du Québec à Montréal*

Comment repenser la ville du ^{xxi}e siècle? Plus de la moitié des habitants de la planète vivent dans des villes. La ville change et nos analyses, nos recherches et nos pratiques doivent en témoigner. Ou bien nous tentons de comprendre la ville par l'évolution de l'ensemble de ses structures politico-administratives, ce qui est une option qui se défend, ou bien nous analysons la ville par segments. C'est ce que propose le présent ouvrage.

Issus d'un grand colloque ayant réuni à Montréal des experts nationaux et internationaux en mai 2010, les textes ici rassemblés tentent de comprendre les grands enjeux de l'avenir du transport urbain. Le thème central concerne l'électrification du transport, thème largement discuté dans plusieurs forums et colloques au cours des toutes récentes années. Les intervenants au colloque provenaient du milieu universitaire certes, mais, surtout, ils étaient des acteurs impliqués directement dans la gestion du transport et dans la planification de ses futurs développements. Ils nous ont présenté les expériences qu'ils mènent dans leurs villes au Québec comme ailleurs dans le monde et, pour nous, tous ces projets et expériences sur l'électrification, de même que les textes plus académiques des universitaires, guideront notre réflexion et nos actions en matière de développement du transport.

1. Je tiens à remercier Xavier Allaire pour son aide lors de la validation finale de ce livre. Son professionnalisme mérite d'être souligné.

C'est ma collègue Florence Junca Adenot qui a eu la brillante idée d'organiser ce colloque, qui fut une réussite à tout point de vue. Florence, on la connaît, est une experte en transport; elle propose donc de repenser l'avenir de la ville par une redéfinition des priorités en transport.

Tous les matins, les chroniqueurs de circulation urbaine des différents médias nous annoncent la catastrophe. Les acteurs politiques municipaux nous encouragent à utiliser le transport urbain et prennent des mesures souvent très énergiques pour y arriver. Mais il faudra développer de nouveaux modes de transport pour parvenir à répondre à la demande, que l'on souhaite grandissante. Et puis, notre dépendance aux ressources fossiles devra devenir plus responsable. En effet, la qualité de vie dans les villes est directement liée aux conséquences de la pollution, à l'émission des gaz à effet de serre et à tout ce qui nous inquiète quand il s'agit d'évaluer les effets de la surconsommation du pétrole sur l'avenir des agglomérations urbaines.

Les participants au colloque, de façon lucide et convaincante, ont formulé des propositions et des solutions pour une meilleure planification de nos villes. Leurs textes ici rassemblés permettront à tous ceux qui sont préoccupés par l'avenir du transport urbain de prendre connaissance de l'originalité des actions entreprises et des réflexions que les experts portent sur l'électrification des modes de transport. Les solutions pour modifier radicalement nos pratiques en matière de transport sont prometteuses. Toutefois, il faudra être patient.



Les défis urbains et la mobilité urbaine durable

CÉCILE CLÉMENT-WERNY

*Directrice de projet,
Centre d'études sur les réseaux, les transports,
l'urbanisme (CERTU), France*

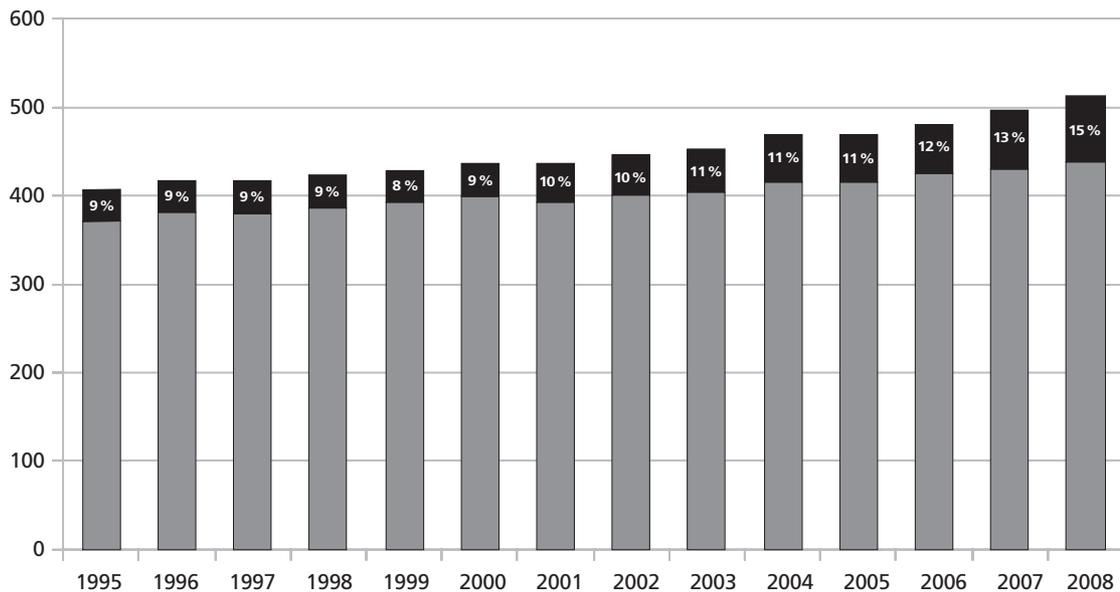
Si les enjeux liés au réchauffement climatique, à la raréfaction du pétrole et à la hausse des prix de l'énergie imposent une forte mutation énergétique, la déclinaison de celle-ci sur les territoires urbains fait apparaître l'importance des ruptures à venir. Face à la multiplication des innovations, à la fois dans les offres de service relatives à la mobilité et dans les technologies, les pouvoirs publics doivent de fait concilier, dans un temps réduit, des objectifs contradictoires. En effet, si l'électrification des réseaux permet de répondre techniquement à certains besoins, il restera des territoires et des populations en marge de ces évolutions. En effet, l'électrification n'apportera pas, en elle seule, une solution aux problèmes soulevés par la dépendance à l'automobile, par exemple. Quels sont ces problèmes et quelle est la marge de manœuvre des acteurs publics pour les résoudre ?

LE CONTEXTE FRANÇAIS FAVORABLE AU DÉVELOPPEMENT DE L'ÉLECTRIFICATION DES MODES DE TRANSPORT

Le contexte français d'évolution de l'offre et de la demande de déplacements en ville est actuellement très favorable au développement de l'électrification des modes de déplacement.

D'une part, l'offre de modes de transport en commun électrifiés est en nette augmentation depuis les années 1995 (voir figure 1.1), passant d'une part de 5 % sur l'offre kilométrique totale à plus de 15 %, et ce, en moins de 20 ans.

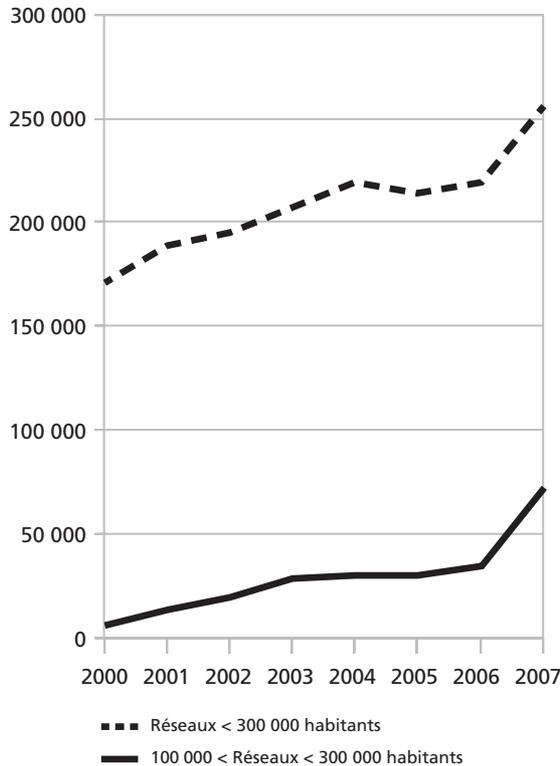
FIGURE 1.1.
ÉVOLUTION DE LA PART DE L'OFFRE ÉLECTRIQUE DANS LES RÉSEAUX URBAINS DE TRANSPORT COLLECTIF FRANÇAIS (analyse sur 164 réseaux)



Source : Enquête Transports collectifs urbains GART-UTP – CERTU, extraction 1995-2008 (hors Île-de-France).

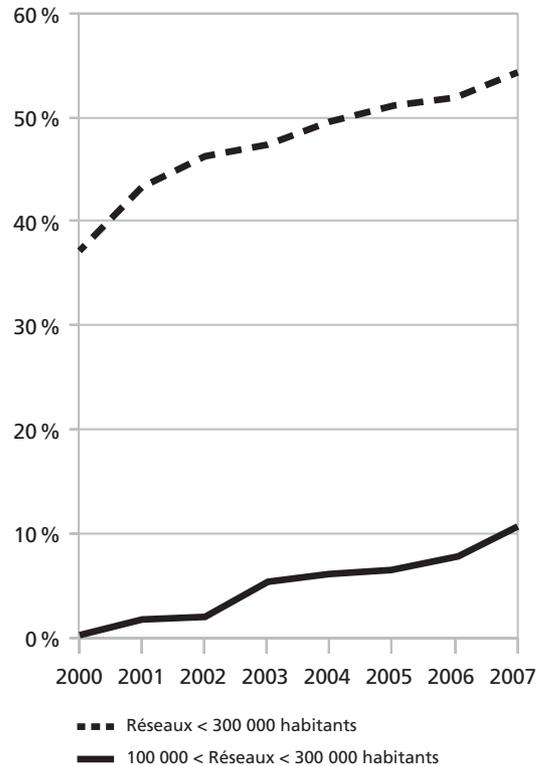
Cette croissance se traduit de façon cohérente par une augmentation de la consommation électrique des transports collectifs urbains depuis 10 ans, et ce, quelle que soit la taille de l'agglomération (voir figure 1.2). Les agglomérations de taille moyenne sont celles qui observent les plus fortes augmentations (une consommation multipliée par 10 en 10 ans) du fait de leur non-investissement, de façon générale, avant les années 2000 dans les transports structurants de type tramway.

FIGURE 1.2.
ÉVOLUTION DE LA CONSOMMATION ÉLECTRIQUE
DES TRANSPORTS COLLECTIFS URBAINS FRANÇAIS
DEPUIS 10 ANS (analyse sur 46 réseaux)



Source : Enquête Transports collectifs urbains GART-UTP – CERTU, extraction 1995-2008 (hors Île-de-France).

FIGURE 1.3.
ÉVOLUTION DE L'USAGE DES TRANSPORTS
COLLECTIFS URBAINS FRANÇAIS DEPUIS 10 ANS
(analyse sur 164 réseaux)



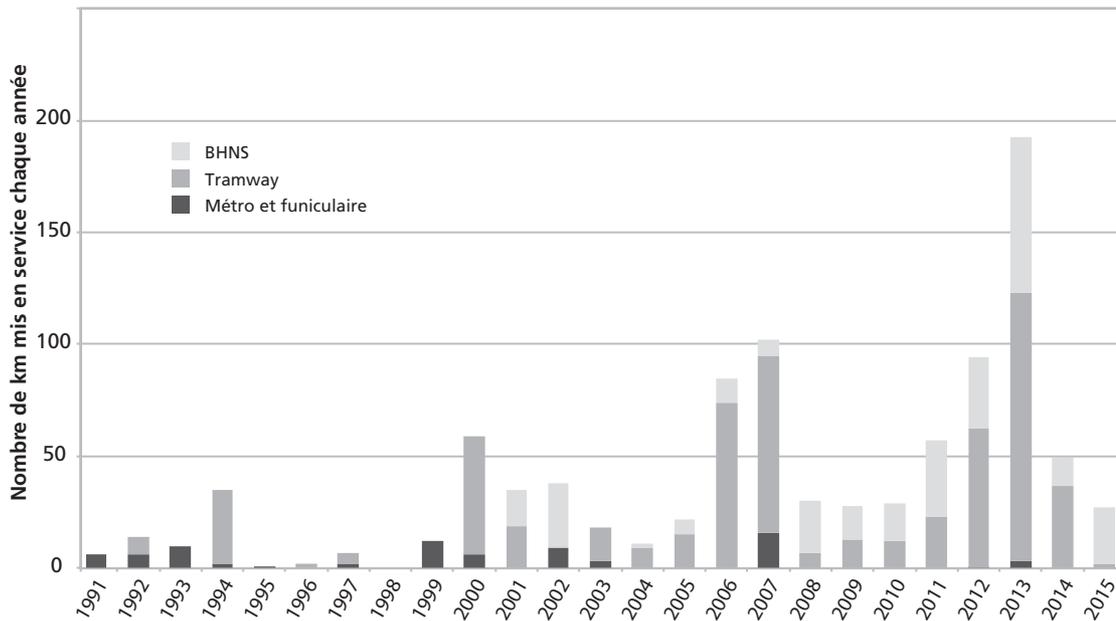
Source : Enquête Transports collectifs urbains GART-UTP – CERTU, extraction 1995-2008 (hors Île-de-France).

Conjointement à l'offre, l'usage des transports électrifiés croît également de façon relativement plus importante, puisqu'il concerne les transports capacitaires (métro, tramway sur fer ou sur pneus) sur lesquels se concentre l'essentiel de l'électrification (voir figure 1.3).

De fait, cet usage a augmenté de près de 20% pour les réseaux les plus importants de plus de 300 000 habitants, et de plus de 10% pour les réseaux de taille moyenne, entre 100 000 et 300 000 habitants.

Sur les figures précédentes, on remarque une particularité française, à savoir que les évolutions ne sont pas linéaires, mais dépendent de l'ouverture de nouvelles lignes capacitaires. Ces dernières sont directement liées, quant à elles, aux élections municipales, du fait des enjeux électoraux des transports collectifs, que ce soit en termes de travaux ou d'affichage politique (voir figure 1.4).

FIGURE 1.4.
NOMBRE DE KILOMÈTRES MIS EN SERVICE PAR AN SUR LES RÉSEAUX FRANÇAIS

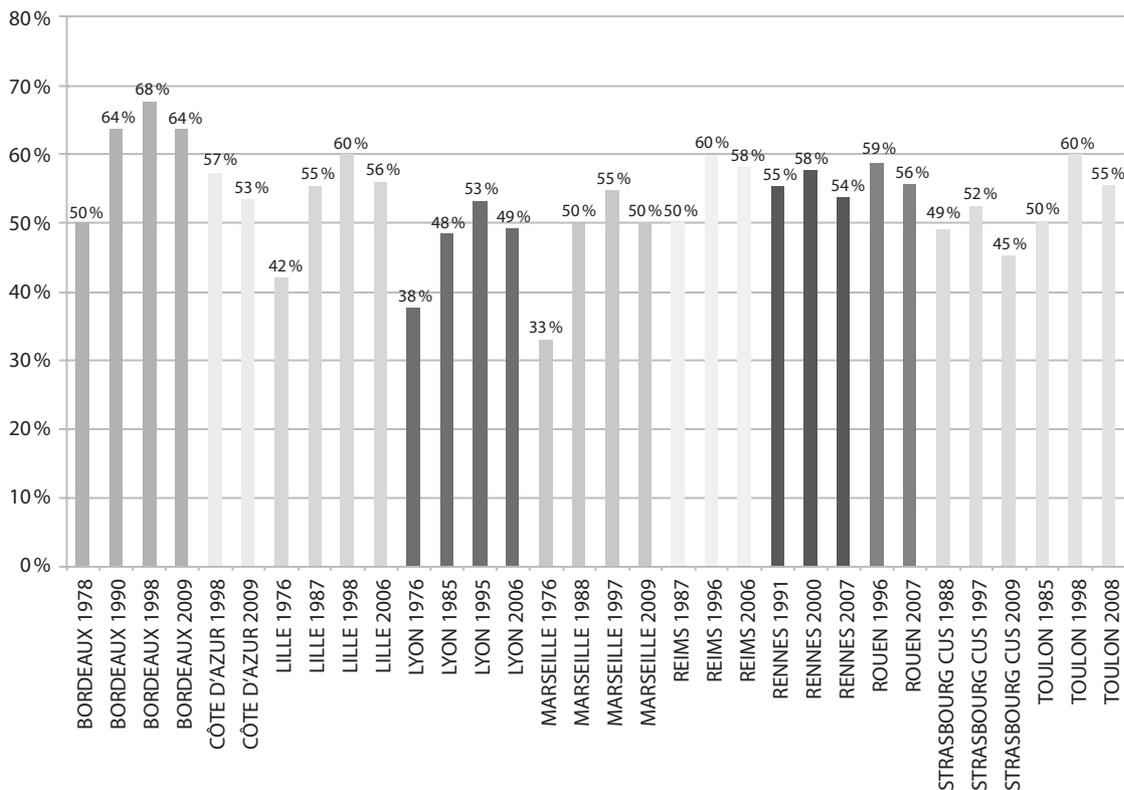


Source : Enquête Transports collectifs urbains GART-UTP – CERTU – DGITM, estimations CERTU.

Ce développement des transports collectifs électrifiés s'accompagne parallèlement d'une modification des rapports à la voiture dans les grands centres-villes. La raréfaction du pétrole, la hausse des prix de l'énergie et, de façon beaucoup plus marginale, la prise de conscience face au réchauffement climatique ont commencé à modifier les stratégies des ménages quant à leurs déplacements. L'un des premiers résultats en est la baisse de la part de marché de la voiture particulière dans la mobilité totale quotidienne observée dans

les enquêtes ménages déplacements (EMD) les plus récentes (voir figure 1.5), baisse qui semble marquer une véritable rupture de tendance, notamment dans les centres denses.

FIGURE 1.5.
ÉVOLUTION DE LA PART DE MARCHÉ DE LA VOITURE DANS HUIT GRANDES AGGLOMÉRATIONS FRANÇAISES



Source : Enquêtes ménages déplacements – CERTU, 2010.

Cette évolution est favorisée par le développement de ce que l'on peut appeler les « nouveaux services à la mobilité », qui allient performance technologique et réponses aux besoins émergents. Il s'agit notamment de l'autopartage avec voitures électriques, des vélos en libre-service, des sites de covoiturage, etc.

L'État français, pour des raisons directement liées aux principes de développement durable, notamment en termes économiques et environnementaux, a mis en place en 2009 un plan d'encouragement aux véhicules électriques, ayant notamment pour ambition d'accélérer ces tendances en soutenant les industries induites.

Les objectifs de ce plan sont conséquents :

- un parc automobile de 2 millions de voitures électriques et hybrides d'ici 2020 (sachant que le parc français actuel s'élève à environ 30 millions de véhicules particuliers¹) et 4,5 millions en 2025 pour une réduction de 3% des émissions de CO₂ en France en 2020/2027;
- l'installation d'un réseau avec 4,4 millions de points de recharge dont la plupart se trouveront aux domiciles des particuliers et aussi dans les entreprises;
- 75 000 bornes en infrastructure partagée (voirie, espaces publics) d'ici 2015;
- un nombre de bornes à recharge rapide seront aussi installées dans les aires de stationnement et dans les lieux publics.

Les moyens financiers correspondent à ces objectifs puisqu'il est prévu que plus de 4 milliards d'euros (soit 5,4 milliards de dollars canadiens) soient mobilisés au total.

De façon synthétique, ce plan national se décline en 14 actions concrètes qui concernent les points suivants :

- renforcer les moyens de recherche et développement pour expérimenter et concevoir une mobilité durable, et ce, en lançant des démonstrateurs d'infrastructures de recharge et en intégrant les véhicules décarbonés dans les nouvelles solutions de mobilité;
- soutenir le marché, notamment le marché français :
 - en créant une filière batterie avec le groupe Renault,
 - en achetant des véhicules électriques pour les administrations françaises et certaines entreprises (100 000 unités sont prévues d'ici 2015). Il est à noter qu'un premier appel d'offres a été lancé à hauteur de 25 000 véhicules environ,
 - en confirmant le superbonus de 5 000 euros pour tout achat de véhicules peu polluants (c.-à-d. dont les émissions de CO₂ sont inférieures ou égales à 60 g/km) jusqu'en 2012;

1. Union routière de France (2008). *Faits et chiffres : statistiques du transport en France*, octobre.

- développer des infrastructures au domicile et au travail : sachant qu'au domicile une prise standard est suffisante, ces actions concernent plutôt les nouvelles constructions (bureaux et habitations) qui devront, dès 2012, intégrer des prises de recharge ;
- aménager les infrastructures publiques : il s'agit ici, dans un premier temps, d'agir pour une normalisation d'une prise unique au niveau européen, quelle que soit la puissance de recharge. Les communes seront soutenues pour déployer les infrastructures de recharge publique. Enfin, une nouvelle filiale d'ERDF (Électricité Réseau Distribution France) est créée pour accompagner les communes et répondre aux éventuels appels d'offres. Le réseau électrique devrait également évoluer pour répondre aux augmentations locales de consommation d'électricité ;
- anticiper les enjeux environnementaux : pour respecter les enjeux environnementaux, il est nécessaire d'assurer une production d'énergie non fossile pour les véhicules décarbonés, et ce, de façon suffisante. La France a développé depuis longtemps sa filière nucléaire et, depuis peu, celle relative aux énergies renouvelables, puisque seuls 11 % de l'électricité consommée est produite à partir d'énergie fossile. Cette production est cependant sensible aux périodes de pointe, qui seront de plus en plus nombreuses. En effet, si la France produit globalement plus d'énergie électrique qu'elle n'en consomme, elle importe cependant, en période d'hyperpointe (hiver ou canicule), de l'électricité (d'origine majoritairement fossile) produite par ses voisins européens.

Il est également nécessaire de donner une seconde vie aux batteries et à leurs éléments en assurant, par exemple, le recyclage des matières premières inhérentes (comme le lithium).

Il est à noter qu'outre ce plan national, depuis deux ans, l'État cofinance à nouveau la mise en place de projets de transport public structurants, en site propre (métro, tramway, bus à haut niveau de service), et ce, par l'entremise d'appels à projets nationaux.

Cet élan peut être observé globalement dans l'ensemble des pays européens (Portugal, Irlande, Pays-Bas, Belgique, Espagne) avec des moyens relativement similaires. Des mesures sont également prises à l'échelle de la communauté européenne sur le thème de l'aide à l'achat, la normalisation des prises de recharge et la sécurité.

Finalement, le virage vers la généralisation de l'électrification des modes de transport, collectifs ou non, semble être pris. Les acteurs politiques et techniques locaux ainsi que les individus sont agents de ce processus : ce sont maintenant les enjeux techniques et financiers qui occupent la première place, au détriment cependant de certaines problématiques qui devraient d'ores et déjà être anticipées.

FORMES URBAINES ET MOBILITÉ ÉLECTRIQUE : QUELLE ANTICIPATION DES PARADOXES ET DIFFICULTÉS À VENIR ?

De façon générale, on observe que l'offre en matière de véhicules et de service s'adapte à la demande.

Dans les centres-villes et le long des axes denses, se développent des transports collectifs structurants, complétés par une offre plus souple en termes d'usage, dédiés à l'autovoiturage et aux nouveaux services.

Par exemple, la ville de Paris lance le projet Autolib' avec 3 000 véhicules électriques en libre-service et 1 000 stations, dont 700 intramuros, pour le deuxième semestre 2011.

Cependant, l'espace urbain est un territoire contraint en circulation et en stationnement, sur lequel les offres se multiplient. Rare, non extensible, il devrait faire l'objet d'une forte concurrence entre tous les nouveaux modes et services, concurrence qui nécessitera un arbitrage politique difficile.

Ainsi, pour une place de stationnement, les possibilités d'attribution se multiplient :

- des modes divers (voiture particulière [VP] thermique ou électrique, vélos particuliers ou en libre-service, VP en autopartage ou en covoiturage);
- des usages multiples : livraison, visiteurs, résidents, pendulaires, etc.

Cette diversité soulève la question de l'usage de cet espace : quelle priorité pour quel mode et pour quel usage, et en fonction de quels critères ?

Dans le périurbain non dense, c'est la voiture particulière qui reste le mode prépondérant, l'espace de circulation et de stationnement étant beaucoup moins contraint qu'en zones denses.

La voiture électrique, du fait de ses caractéristiques techniques (faible autonomie, nécessité d'une infrastructure de recharge en terminus de trajet), est pertinente pour de petits déplacements quotidiens et relève donc du domaine d'utilisation d'une deuxième voiture.

De fait, si l'énergie électrique permet de résoudre en partie les problèmes d'émissions de gaz dangereux pour la santé, elle seule ne permet de répondre en rien aux problématiques soulevées par l'étalement urbain, qui ne relèvent pas uniquement des enjeux environnementaux, mais aussi :

- des enjeux d'aménagement du territoire en termes d'usage des sols et de la place des surfaces naturelles et agricoles ;
- des enjeux sociaux d'accessibilité à l'emploi, aux équipements, aux services et aux loisirs, car l'étalement urbain en dégrade globalement les conditions d'accès par une augmentation des temps de parcours du fait, notamment, des congestions récurrentes sur les réseaux routiers ;
- des enjeux économiques de performance des modèles alternatifs à la voiture individuelle. En effet, si des modes collectifs peuvent être mis en place dans les zones périurbaines non denses, ils ne peuvent pas être structurants ni capacitaires et répondent de façon relativement partielle aux besoins de déplacement en augmentation.

Il faut également noter que l'étalement urbain a un coût certain en termes d'investissement public : le tableau ci-dessous, issu d'une enquête mondiale de 2001, montre que plus la densité d'habitat est faible, plus les déplacements coûtent relativement cher (en part du produit intérieur brut) à la collectivité. En période de crise économique et d'augmentation des déficits publics, il conviendrait de prendre la mesure des choix d'aménagement et de leurs incidences sur les dépenses publiques.

TABLEAU 1.1.
RAPPORT ENTRE DENSITÉ, PART DE MARCHÉ DES MODES ALTERNATIFS À LA VOITURE
ET COÛTS DES DÉPLACEMENTS

Zones urbaines	Densité (hab/ha)	Part de déplacements à pied, à vélo et en transports publics	Coût des déplacements (% du PIB)
États-Unis, Canada, Océanie	18	15 %	12,7 %
Europe	55	52 %	8,3 %
Japon, Hong-Kong, Singapour	134	62 %	5,4 %

Source : *Millenium Cities Database*, UITP, 2001.

LE VOLET SOCIAL DU DÉVELOPPEMENT DURABLE : UN ENJEU OUBLIÉ ?

Le marché du véhicule particulier électrique fait l'objet de premières études qui montrent que, au moins dans un premier temps, les ménages concernés seront plus attirés par ce mode du fait de son image (modernité, innovation technologique, cherté, etc.) que par de réelles considérations écologiques. De fait, les premiers acquéreurs seront des ménages aisés, en remplacement d'une deuxième ou troisième voiture, et ce quel que soit le pays concerné. Les seconds acquéreurs (en masse et dans le temps) seront des individus désireux de profiter des avantages financiers liés à ce type de véhicule.

Ces premiers résultats montrent que les véhicules électriques seuls ne motiveront pas une démarche écologique individuelle qui viserait à adapter ses modes de déplacement aux enjeux environnementaux.

En outre, le marché des transports alternatifs en ville est en pleine expansion. On assiste en effet à une multiplication :

- de l'offre (vélos à assistance électrique, auto partage des voitures électriques, covoiturage, voiture électrique en libre-service, réseaux de transport collectif électrifié, transports spécifiques de type minibus, etc.);
- des réseaux d'information. Les supports de communication sont maintenant nombreux et s'individualisent : Internet, téléphone portable, messagerie texte, etc.

Or, la question de l'accessibilité à ces nouveaux services est peu soulevée au sein d'une partie non négligeable de la population. En effet, la population française est vieillissante, puisqu'il est prévu que près du tiers de la population française aura plus de 65 ans en 2030². Or l'adaptabilité à de nouveaux outils, notamment informatiques, est plus difficile avec l'âge.

De plus, une proportion de citoyens n'a et n'aura pas accès à ces services, du fait, soit de handicaps physiques ou psychiques, soit de précarité. Par exemple, en France, on estime que près des deux tiers des individus pouvant accéder à la tarification sociale dans les transports collectifs ne se déclarent pas pour des raisons diverses, aussi liées au nonaccès à l'information qu'à la gêne occasionnée par les modalités d'accès. De même, 9 % de la population aurait des difficultés importantes de lecture³. Enfin, seul un tiers des individus gagnant entre 900 et 1 500 euros par mois (c'est-à-dire entre 1 200 et 2 000 dollars

2. INSEE.

3. INSEE.

canadiens) disposent d'un ordinateur à domicile, contre une proportion de 83 % dans les revenus supérieurs à 3 100 euros (4 000 dollars canadiens)⁴. Nous pourrions multiplier les exemples illustrant les difficultés à venir de ces usagers.

Pour l'ensemble de ces usagers, quelles modalités peut-on développer pour ne pas accroître ce que l'on pourrait appeler « les distorsions sociales » ? Peut-on accepter de négliger le volet social du développement durable au profit de l'environnement ? Qui se chargera des arbitrages entre nécessité d'innovation technologique et adaptabilité des systèmes aux différentes populations concernées ?

LES NOUVEAUX DÉFIS : PREMIÈRES SOLUTIONS

Pour répondre à ces trois défis, liés à l'espace urbain contraint, à l'étalement urbain et à l'accessibilité, des solutions sont susceptibles d'être mises en place, et ce, à l'aide des outils existants.

En France, les outils de planification urbaine permettent de réfléchir, tant à moyen terme qu'à long terme, à la fois à la gestion de l'espace urbain contraint, mais aussi à la mise en cohérence de l'urbanisme et de l'organisation des déplacements. Ces outils se déclinent depuis le programme local de l'habitat (PLH), à charge de la commune, jusqu'au plan de déplacements urbains (PDU), concernant les communautés d'agglomérations, et au schéma de cohérence territoriale (SCOT), appliqué à une échelle encore plus large. Ils ont l'avantage de mobiliser les acteurs et décideurs autour de thématiques aussi larges que le stationnement, les transports collectifs, les livraisons, l'accessibilité, l'environnement et les modes doux (piétons, vélos), etc., et ce, même si leurs ambitions dépendent des consensus obtenus ; ce qui fait que si la démarche est exemplaire, les résultats sont variables.

Un des nouveaux outils mis en place dans ce contexte est le contrat d'axe. Son objectif est de mettre en place une approche urbanisme-déplacements pour faire la promotion de la densité urbaine le long des axes de transport en commun performants, en agissant sur l'aménagement des espaces de manière à favoriser les modes doux (vélo, marche à pied) en complémentarité avec les transports collectifs. De fait, il nécessite un travail partenarial autour d'un projet ou une amélioration d'un transport en commun en site propre. Il s'agit d'un projet qui s'inscrit dans le temps, de par sa prise en compte dans les documents de planification, et de programmation urbaine et dans l'aménagement de la voirie.

4. Voir en particulier : Ministère des Finances du Québec (2008). *Hausse du prix des hydrocarbures : impact sur les équilibres financiers du Québec. Études économiques, fiscales et budgétaires*, 13 mai.

La démarche nécessite des engagements de l'ensemble des acteurs dans leurs champs d'action respectifs :

- d'une part, l'autorité organisatrice des transports s'engage sur un projet de transport en commun et peut participer financièrement aux études urbaines ;
- d'autre part, les communes et les communautés d'agglomération s'engagent sur des moyens permettant :
 - plus de densité et de mixité autour du projet de transport,
 - plus d'accessibilité aux transports en commun, notamment par des actions concrètes sur les trames dédiées aux modes doux,
 - plus de facilité pour l'insertion des sites propres,
 - plus de cohérence entre cette desserte et le stationnement des différents types de véhicules (vélos, voitures, etc.).

Les moyens d'action pour atteindre ces objectifs relèvent de l'organisation de l'espace public et privé autour du transport collectif ; ceci en densifiant et en organisant la trame viaire afin de favoriser l'usage des transports collectifs et des modes doux et en sensibilisant les populations à l'usage de modes alternatifs par divers moyens de communication.

Enfin, en termes de distorsions sociales, tout reste sans doute à faire : peu d'handicaps sont actuellement pris en compte et il conviendrait de réfléchir concrètement à une information accessible à tous. Les avancées technologiques ne doivent pas laisser de côté des catégories d'individus à priori en marge, au risque de voir leur proportion augmenter de façon inquiétante.



Quelle place pour l'électrification des transports dans un contexte de sécurité énergétique et de lutte aux changements climatiques ?

HUGO SÉGUIN

*Président,
Réseau Action Climat Canada (RAC Canada)
Conseiller principal, Équiterre*

Le présent article vise à mieux définir le rôle que pourrait jouer, au Québec, l'électrification d'une partie des systèmes de transport dans le contexte de grands objectifs publics en matière énergétique, environnementale et économique. De manière générale, l'électrification des transports s'avère une pièce importante d'une stratégie québécoise de réduction de la dépendance au pétrole – et par le fait même de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Il s'agit également d'un créneau économique novateur, qui s'insère bien dans une dynamique mondiale de recherche de nouvelles technologies « vertes », un créneau dont le Québec peut tirer profit. Par contre, l'électrification des transports doit compléter des mesures visant un meilleur aménagement du territoire et un transfert modal massif vers les transports actifs et collectifs si on veut atteindre les objectifs ambitieux que s'est fixés le gouvernement du Québec en matière de réduction d'émissions de gaz à effet de serre, à l'horizon 2020.

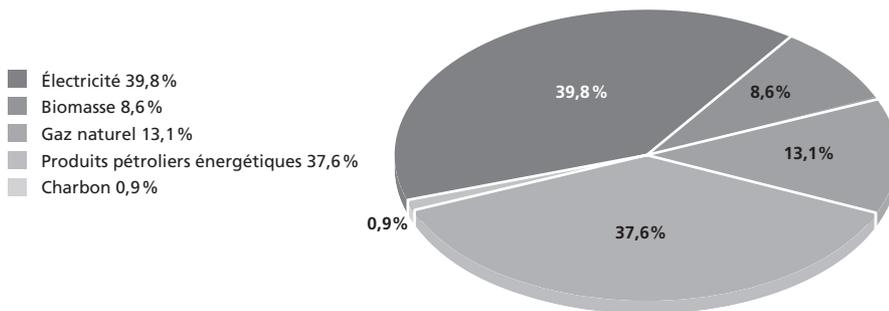
Les discussions actuelles portant sur une éventuelle stratégie québécoise d'électrification des transports s'insèrent dans un contexte international en pleine transformation. De fait, on assiste aujourd'hui à la convergence de problématiques profondes qui transforment rapidement l'économie mondiale, soit :

- les questions climatiques et environnementales;
- les questions de sécurité énergétique, notamment pétrolière et gazière;
- les questions de compétitivité économique, notamment en lien avec l'essor des grandes économies émergentes.

Ces trois grands bouleversements se renforcent mutuellement et affectent les sociétés à travers le monde de façons diverses, selon leurs réalités particulières. C'est au sein de ce triple contexte que s'insère en grande partie le projet d'électrification des transports. Comment s'y situe le Québec, une société développée, non productrice de pétrole, mais au bilan énergétique riche en énergie renouvelable et relativement propre ?

D'abord, sur le plan pétrolier, l'économie québécoise est entrée dans une grande zone de vulnérabilité. Depuis 2002, alors que stagnait la consommation totale de pétrole, le Québec a absorbé de plein fouet la hausse fulgurante des prix mondiaux, sans coussin antichoc. Rappelons certains points essentiels : au royaume des barrages, le pétrole occupe la deuxième place des énergies consommées au Québec, et ce, dans une proportion à peine moins élevée que l'hydroélectricité, soit à près de 38 % du bilan, suivi de très loin par le gaz naturel et la biomasse (voir figure 2.1).

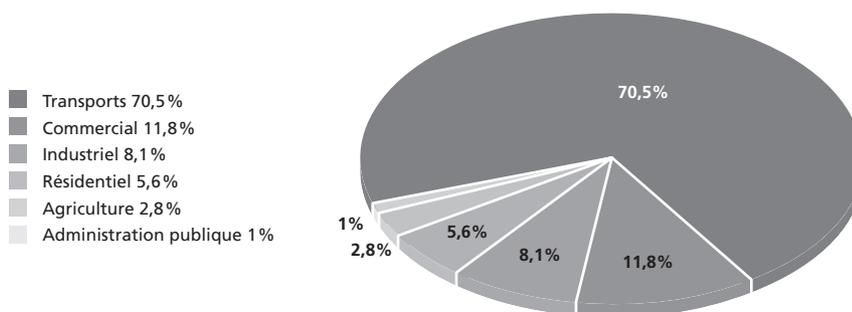
FIGURE 2.1.
BILAN ÉNERGÉTIQUE DU QUÉBEC EN 2007



Source : Les figures et les données présentées dans le présent texte sont tirées de Séguin, H. et Duchaine, T. (2009). *Pour un Québec libéré du pétrole en 2030*, Montréal, Équiterre.

En 2007, le Québec a consommé 112 Mbl de produits pétroliers énergétiques, essentiellement de l'essence, du mazout et du diesel. Ce pétrole est principalement destiné au secteur des transports, soit plus de 70 % du total. Le pétrole, au Québec comme un peu partout ailleurs sur la terre, sert d'abord et avant tout à déplacer des personnes et des marchandises (voir figure 2.2).

FIGURE 2.2.
CONSUMMATION DES PRODUITS PÉTROLIERS ÉNERGÉTIQUES PAR SECTEUR AU QUÉBEC EN 2007

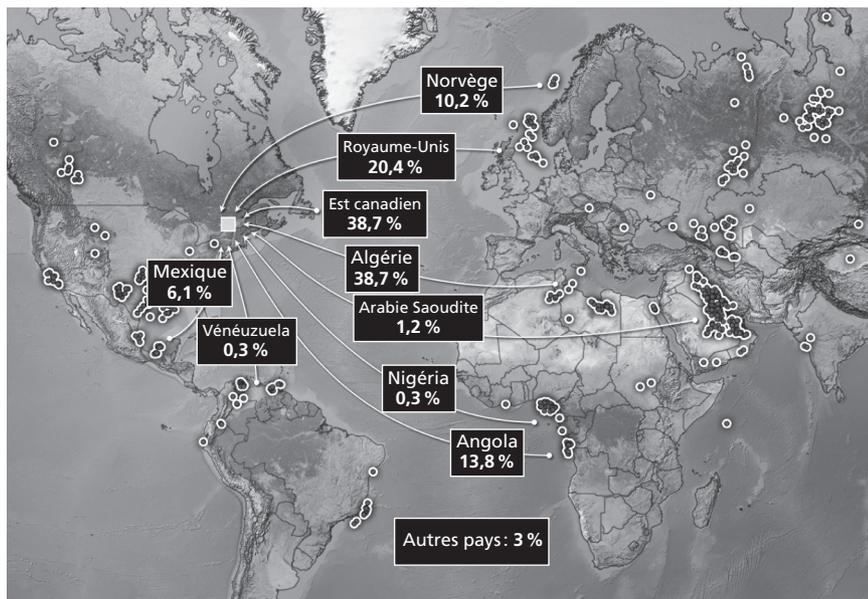


Le pétrole consommé au Québec sert également au chauffage des bâtiments – commerciaux, industriels, institutionnels et résidentiels –, avec encore plusieurs centaines de milliers de ménages québécois et de grands édifices publics (écoles et hôpitaux, notamment) utilisant un chauffage au mazout léger.

Le bon fonctionnement de l'économie québécoise dans son ensemble dépend d'un pétrole à bon marché et relativement abondant ; assurer le transport des matières premières et des produits transformés ou semi-transformés des régions productrices – et aussi de la Métropole et des grands centres – dépend de systèmes de transport fonctionnant exclusivement à partir de produits pétroliers : essence, diésel ou mazout. Approvisionner ces mêmes régions – y compris en produits alimentaires – dépend de ces mêmes systèmes de transport.

Les approvisionnements pétroliers du Québec (voir figure 2.3) sont aujourd'hui en mutation. Jusqu'à récemment, ce pétrole provenait des gisements de la Mer du Nord, du Royaume-Uni et de Norvège. En raison du déclin rapide de cette région productrice, les importations proviennent de plus en plus d'Afrique, soit à plus de 50 % – notamment de l'Algérie, tout d'abord, et aussi de l'Angola.

FIGURE 2.3.
IMPORTATIONS DE PÉTROLE DU QUÉBEC EN 2008



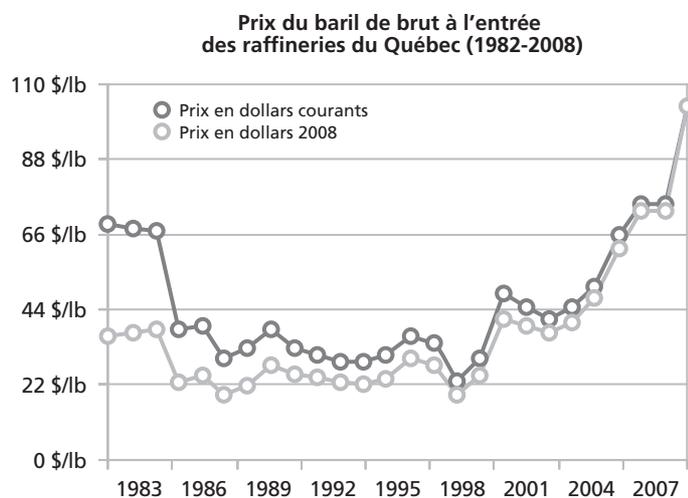
Notons que le Québec importe très peu de pétrole du Golfe Persique, davantage de la côte est de Terre-Neuve et du Mexique. Les gisements de la Mer du Nord représentent toujours une partie importante – quoique déclinant rapidement – des importations totales.

Dans un contexte d'insécurité énergétique, tant sur le plan de la disponibilité de la ressource que sur le plan des prix, les approvisionnements du Québec reposent sur la stabilité économique, politique et environnementale de ses fournisseurs principaux, dont dépendent également d'autres pays consommateurs en forte croissance, dont la Chine, qui cherchent à se garantir une partie croissante des approvisionnements mondiaux par le biais d'ententes politiques ou économiques bilatérales. C'est également là une source d'insécurité énergétique mondiale.

De plus, la hausse des cours du pétrole au cours des dix dernières années a complètement déstructuré la balance commerciale du Québec, le pétrole étant devenu, et de loin, le premier produit importé au Québec, devant les automobiles et les pièces d'automobiles. Si les quantités de pétrole importées s'avèrent relativement stables depuis quelques années, la valeur de ces importations est en forte croissance, tirée vers le haut par la hausse surprenante du prix du baril sur les marchés internationaux.

Les Québécois avaient ainsi payé 41,68 \$ le baril de pétrole brut à l'entrée des raffineries en 2002, en dollar d'aujourd'hui. Le prix moyen s'est élevé à 75,70 \$ en 2007, puis à 104,34 \$ en 2008, pour retomber en 2009 et se raffermir par la suite à un niveau beaucoup plus élevé que la moyenne des dernières années. Entre 2002 et 2008, le prix demandé à l'entrée des raffineries avait augmenté de 150 %. Les Québécois payent toujours, aujourd'hui, en cette fin de récession mondiale, un prix beaucoup plus élevé qu'en 2002, en dollars constants (voir figure 2.4).

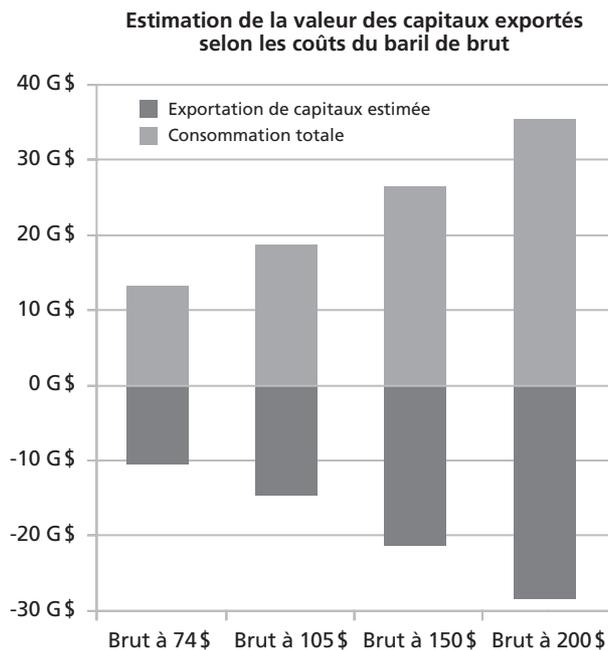
FIGURE 2.4.
COÛTS POUR LE QUÉBEC DE LA CONSOMMATION DE PÉTROLE



Cette hausse est assumée par les consommateurs, par les déplacements en voiture et l'impact indirect de la hausse des prix du pétrole sur le prix des produits et services consommés; les entreprises, par la hausse des coûts de leurs intrants énergétiques (et non énergétiques) et des coûts de transport; et des gouvernements, par la hausse de certaines dépenses énergétiques et la diminution de rentrées fiscales. En somme, cette hausse des prix du pétrole appauvrit l'ensemble de l'économie québécoise.

Au total, quelque 15 milliards de dollars nets sont sortis de l'économie québécoise en 2008 pour acquérir du pétrole – brut ou raffiné – consommé ici même (voir figure 2.5). Il s'agit d'un montant à peu près équivalent au budget du ministère de l'Éducation du Québec. À un prix de 150 \$ le baril, toute chose étant égale par ailleurs, c'est 21 milliards de dollars nets qui sortiraient de l'économie québécoise, soit plus ou moins l'équivalent du budget de la Santé. Et ce niveau de prix est tout à fait envisageable au cours des prochaines années.

FIGURE 2.5.
DRAIN SUR L'ÉCONOMIE QUÉBÉCOISE

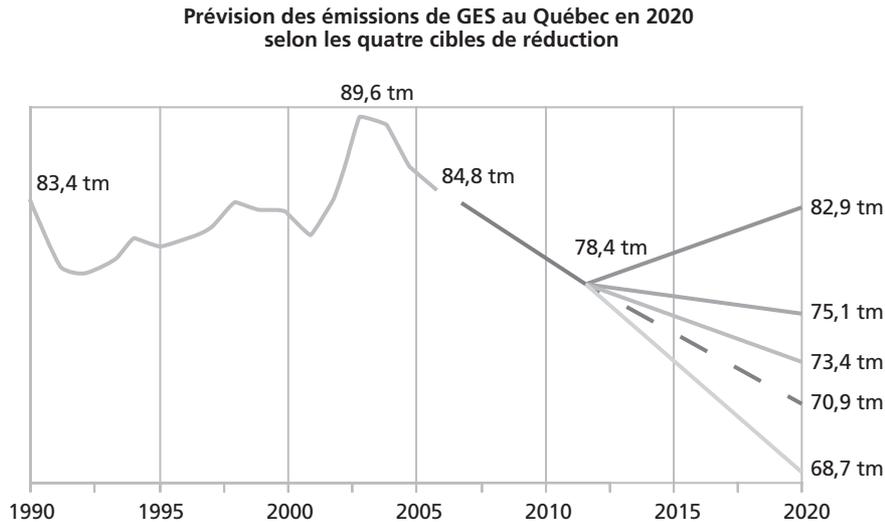


La hausse fulgurante des prix du pétrole constitue donc un drain net pour l'économie québécoise. La réduction de la consommation de produits pétroliers – en faveur d'énergies produites localement et de mesures de conservation – serait de nature à colmater une partie de ces sorties de capitaux, en plus de répondre à des impératifs environnementaux^{1, 2}. Car, en matière environnementale, le Québec s'est engagé à participer en réduisant ses émissions de gaz à effet de serre. La société québécoise s'est d'ailleurs donné des objectifs ambitieux – en fait, les plus ambitieux d'Amérique du Nord – en s'engageant à réduire ses émissions de 20 % sous leurs niveaux de 1990, d'ici 2020 (voir figure 2.6).

1. Voir en particulier : Ministère des Finances du Québec (2008). *Hausse du prix des hydrocarbures : impact sur les équilibres financiers du Québec. Études économiques, fiscales et budgétaires*, 13 mai.

2. 18,4 G\$ en pétrole importé consommé au Québec, moins les marges de raffinage et les profits des détaillants.

FIGURE 2.6.
OBJECTIFS 2020 DU QUÉBEC



Alors que plus de 50 % des émissions québécoises sont directement attribuables à l'utilisation du pétrole, notamment dans le secteur des transports des personnes et des marchandises ainsi que du chauffage des bâtiments, il apparaît peu réaliste de penser atteindre ces objectifs sans une diminution absolue de la consommation de produits pétroliers. De fait, toute stratégie gouvernementale visant à atteindre les objectifs de réduction d'émissions fixés à l'horizon 2020 ne peut que passer par une stratégie délibérée de réduction de la dépendance au pétrole. Une telle stratégie n'a pas à relever d'une vision de sacrifice, mais bien d'une vision d'occasion à saisir, permettant de faire, comme société, d'une pierre plusieurs coups, soit :

- diminuer l'insécurité énergétique, notamment par le développement de nouvelles filières technologiques québécoises ;
- inverser l'hémorragie de capitaux québécois vers l'étranger au profit d'une plus grande génération de richesse et d'emplois ici au Québec ;
- réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Cette manière innovante d'envisager les questions de dépendance énergétique, notamment en matière de pétrole, se retrouve au cœur des réflexions en cours dans plusieurs sociétés développées, comme la Suède, pionnière en la matière, qui a lancé cette réflexion en 2006 avec la publication du rapport *Making*

*Sweden an Oil Free Society*³. C'est en partie ce que recherchent les États-Unis, sans succès, depuis des années, bien avant le fameux « *America is addicted to oil* », mentionné par George W. Bush dans son discours sur l'état de l'Union de 2006. C'est aussi, mais en partie seulement, ce que fait la Chine, en se donnant des normes d'émission pour les véhicules beaucoup plus strictes que celles qui seront prochainement en vigueur aux États-Unis et au Canada, ou même en Europe. Un des exercices les plus achevés de la réflexion et des pistes d'action en matière de réduction de la dépendance au pétrole se retrouve par ailleurs aujourd'hui dans le tout récent rapport du *Industry Task Force on Peak Oil Peak Oil and Energy Security* du Royaume-Uni⁴.

Que ce soit aux États-Unis, en Chine, ou en Europe, un objectif de réduction de la dépendance au pétrole ne peut passer que par la transformation des systèmes de transport, par l'adoption de meilleures pratiques urbanistiques et la mise en place de technologies actuelles ou novatrices.

La recherche et la commercialisation de ces technologies – notamment dans le domaine des carburants et des transports avancés – font dorénavant l'objet d'une course à l'échelle mondiale, baptisée par certains de *The Green New Deal*⁵. La grande financière HSBC a produit, il y a un an, une analyse (que confirme le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), dans une note préparée pour la rencontre des ministres des Finances du G20 à Pittsburgh en 2009⁶) des plans de relance de l'économie du G20, qui incluent donc les économies en émergence comme le Brésil, la Chine et l'Inde. Les conclusions de cette analyse ont fait le tour de la planète :

- aux quatre coins du monde, les États ont consenti, l'an dernier, 430 milliards de dollars dans le développement de mesures liées à l'économie verte, aux transports avancés, aux énergies renouvelables et à la lutte aux changements climatiques – notamment en Chine (où 40 % du plan de relance est allé au développement de l'économie verte);
- aux États-Unis, l'*American Recovery and Reinvestment Plan* a alloué 94 milliards aux énergies vertes, aux réseaux énergétiques dits « intelligents », à l'efficacité énergétique des bâtiments, aux véhicules avancés et aux nouveaux systèmes de transport collectif – dont le développement des réseaux de train à grande vitesse. Cette étude révèle également qu'au Canada, les investissements dans l'économie verte sont beaucoup moins importants que dans la plupart des grandes économies. Au total, les investissements du gouvernement canadien dans ce secteur sont huit fois moins importants par personne qu'aux

3. <<http://www.sweden.gov.se/content/1/c6/06/70/96/7f04f437.pdf>>.

4. <<http://peakoiltaskforce.net/>>.

<<http://www.unep.org/Documents.Multilingual/Default.asp?DocumentID=548&ArticleID=5955&l=en>>.

5. <http://www.unep.org/pdf/G20_policy_brief_Final.pdf>.

6. <<http://www.pembina.org/media-release/1983>>.

États-Unis⁷. À défaut d'un changement de politique important au niveau fédéral en faveur d'un soutien plus affirmé en faveur des nouvelles filières technologiques et des nouveaux créneaux de l'économie verte, l'effort devra être assumé par le secteur privé et les provinces seules.

QUELLE PLACE POUR L'ÉLECTRIFICATION DES TRANSPORTS ?

L'ensemble de l'analyse amène à croire que le Québec sort de plus en plus affaibli économiquement de sa dépendance au pétrole et que cette société aurait intérêt à se donner des objectifs ambitieux de diminution de sa consommation totale de pétrole, d'autant plus que ce serait là la seule façon pour elle d'atteindre ses objectifs ambitieux de réduction d'émissions de gaz à effet de serre. Ce faisant, le développement et la mise en place de technologies vertes dans le domaine de l'énergie et des transports seraient de nature à soutenir le développement économique et la création d'emplois, et ce, d'autant plus si une bonne partie de celles-ci devaient être développées au Québec.

Alors que le secteur des transports est le principal responsable de la consommation de pétrole et des émissions de gaz à effet de serre au Québec, quelle place pourrait donc prendre l'électrification des transports au Québec dans l'atteinte d'objectifs environnementaux (liés à la lutte aux changements climatiques) et économiques (liés à la réduction de la consommation de pétrole)? Une bonne partie de la réponse dépend des choix technologiques qui seront faits, de la fiabilité de ces technologies, des priorités qui seront fixées et de la volonté politique.

À l'horizon 2020, en se limitant aux seuls véhicules individuels, cette place apparaît de prime abord limitée, notamment en raison des délais inhérents au remplacement « naturel » de la flotte de véhicules. Le parc automobile québécois – véhicules de promenade et camions légers (fourgonnettes et VUS) – s'est accru, au net, de plus de 720 000 entre 2000 et 2008, une augmentation nette de près de 80 000 véhicules par année, passant de 3,4 à 4,1 millions de véhicules (SAAQ, 2008). Toute chose étant égale par ailleurs, vu l'augmentation de la population prévue et le taux de motorisation que nous connaissons, on peut s'attendre à ce qu'entre 1,2 et 1,6 million de véhicules s'ajoutent au parc automobile québécois d'ici 2020.

En 2020, la très grande majorité des voitures du parc automobile seront plus performantes que les voitures constituant le parc actuel, ceci en raison des nouvelles normes d'émissions mises en place en Amérique du Nord. Une partie – ou peut-être même la totalité – de cette amélioration de la consommation d'essence par véhicule sera annulée par la croissance de la distance moyenne

7. <<http://www.eea.europa.eu/...towards-a-resource-efficient-transport-system>>.

parcourue – par année, par véhicule – si rien n'est fait pour freiner puis stopper l'étalement urbain, qui augmente la distance des trajets effectués en voiture pour le travail, les loisirs ou les activités de consommation.

Tirons-en certaines conclusions : avec l'atteinte d'un objectif très ambitieux, soit une proportion de 25 % des ventes de véhicules électriques sur les ventes totales de véhicules au Québec en 2020, on pourrait, au mieux, espérer – si tant est que la technologie soit au rendez-vous – 500 000 véhicules électriques roulant à ce moment sur les routes du Québec, soit un peu moins de 10% du parc automobile québécois. Ce nombre de véhicules s'avère nettement insuffisant pour compenser l'accroissement prévu du nombre de voitures du parc automobile. Cette mesure, à elle seule, ne saurait ainsi mener à une réduction absolue de la consommation de pétrole, ni à une diminution des émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports des personnes, première source des émissions québécoises. C'est donc dire que d'autres mesures complémentaires s'avèreront nécessaires à l'atteinte d'objectifs ambitieux de réduction des émissions.

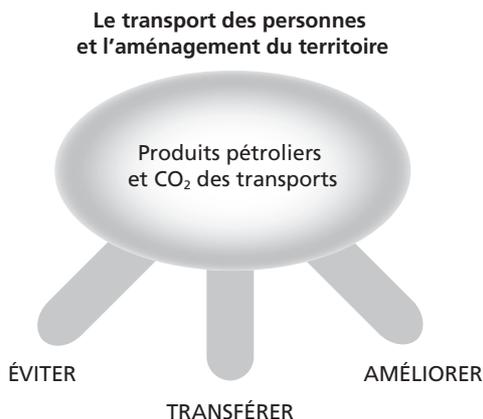
Cette conclusion est d'ailleurs celle à laquelle arrive l'Agence européenne de l'environnement (AEE), dans son dernier rapport – *Towards a Resource-Efficient Transport System* (2010)⁸. Après avoir passé en revue les différentes mesures susceptibles de réduire les émissions de gaz à effet de serre dans le domaine des transports, y compris la mise en œuvre de l'ensemble des technologies visant à améliorer la performance des véhicules et des carburants, dont l'électrification des transports, le rapport de l'Agence européenne de l'environnement conclut, au profit des décideurs publics désireux de réduire les émissions des différents parcs automobiles des pays de l'Union : « *Choose all the described measures and invent a few more* ».

Dans ce rapport, l'Union européenne, tout comme de plus en plus d'intervenants un peu partout dans le monde, utilise maintenant un modèle intégré permettant l'atteinte d'objectifs de réduction des émissions et de la consommation de pétrole, un modèle proposé par Dalkmann et Brannigan (2007)⁹, le modèle ASI, pour *Avoid-Shift-Improve*, soit : 1) éviter les besoins de déplacement ; 2) migrer (transférer) vers des modes de transport moins consommateurs d'essence et moins polluants ; 3) améliorer la performance des systèmes de transport et des carburants pour les véhicules « résiduels ».

8. Dalkman, H. et Brannigan, C. (2007). « Transport and Climate Change: Module 5 », *Sustainable Transportation Sourcebook: A Sourcebook for Policy-Maker in Developing Countries*, by the Sustainable Urban Transport Project, Asia, <<http://www.seutp-asia.org>>.

9. Dalkman, H. et Brannigan, C. (2007). « Transport and Climate Change: Module 5 », *Sustainable Transportation Sourcebook: A Sourcebook for Policy-Maker in Developing Countries*, by the Sustainable Urban Transport Project, Asia, <<http://www.seutp-asia.org>>. Plus de détails au http://www.sutp.org/component/option,com_docman/task,doc_details/gid,383/lang,uk.

FIGURE 2.7.
LE MODÈLE ASI



Ce modèle procède tout d'abord (dans sa composante *Éviter*) d'une vision d'aménagement du territoire et des pratiques urbanistiques, remettant en question le modèle de développement de banlieues monofonctionnelles et peu denses développé tout d'abord en Amérique du Nord. Ce modèle condamne ses habitants à emprunter leur voiture pour l'ensemble de leurs déplacements. Rapprocher les fonctions par une plus grande mixité – commerce, travail, loisirs –, encourager le télétravail, densifier les zones déjà développées et transformer les quartiers existants autour des transports actifs et collectifs font partie d'une suite de mesures susceptibles de réduire les besoins en déplacements motorisés et donc de la consommation de pétrole. Les stratégies d'évitement des déplacements se retrouvent de plus en plus au cœur des plans d'action de plusieurs villes nord-américaines, comme l'excellent plan de réduction de la dépendance au pétrole de la ville d'Oakland, qui fait du concept « *drive less* » une de ses priorités d'action¹⁰.

Alors que les mesures à prendre pour favoriser le transfert modal (volet *Transférer*) vers les transports actifs et collectifs, moins polluants et moins consommateurs de pétrole sont bien connues, l'amélioration de la performance des systèmes de transport et des carburants, et aussi des infrastructures logistiques de signalisation et de communication fait partie des mesures du volet *Améliorer*. C'est dans ce dernier volet que s'insérerait une éventuelle stratégie québécoise d'électrification des transports, c'est-à-dire une composante d'une série beaucoup plus complète de mesures d'urbanisme et de transport.

10. <<http://www.oaklandnet.com/Oil/default.html>>.

Il semble par ailleurs que le gouvernement du Québec jongle avec les composantes de cette vision intégrée. Dans un discours au Conseil des relations internationales de Montréal (CORIM) en novembre 2009¹¹, monsieur le premier ministre du Québec, Jean Charest, présentait les engagements suivants, dans le contexte de l'atteinte des objectifs québécois de réduction d'émissions de gaz à effet de serre à l'horizon 2020 :

Nous développerons davantage le transport collectif et le transport intermodal des marchandises. Nous réviserons la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme*, notamment pour freiner l'étalement urbain et densifier les villes. Nous mettrons en œuvre des mesures pour réduire l'utilisation de l'automobile au profit du transport collectif et nous favoriserons l'électrification des transports de personnes.

Si cette vision, très compatible avec le modèle ASI, semble bel et bien faire partie du discours politique, l'enjeu demeure sa mise en œuvre. À ce sujet, la cohérence entre différentes politiques publiques est essentielle. En Amérique du Nord, cette vision commence à émerger dans de grandes villes telles Oakland, Portland, San Francisco, Denver, Salt Lake City et Vancouver. Ces municipalités doivent être appuyées par les autres paliers de gouvernement, ce qui n'est pas toujours le cas. À Montréal, par exemple, la vision de développement durable de la métropole ne parvient pas encore à s'imposer devant celle du ministère des Transports du Québec, dont la vision est toujours celle des silos d'expertise et de la ségrégation des fonctions. C'est justement l'abandon du travail en silos qui est de nature à augmenter ce niveau de cohérence et à favoriser l'adoption d'une vision intégrée des enjeux et des solutions, notamment en matière de sécurité énergétique, de (re)développement basé sur les vecteurs de l'économie verte et d'environnement, et de lutte aux changements climatiques. Et au sein de cette vision, l'électrification des transports peut jouer un rôle important parmi un ensemble de solutions visant à transformer les pratiques d'aménagement du territoire et d'urbanisme, de même qu'à privilégier un transfert modal déterminant en faveur des transports collectifs et actifs.

11. Ville de Londres. *The Mayor's Transport Strategy: A Consultation on the Key Policies and Proposals*, <<http://www.tfl.gov.uk/corporate/13980.aspx>>, consulté le 13 juillet 2010.



L'électrification des transports urbains

Une réalité technologique

JACQUES DROUIN

*Spécialiste senior,
stratégies et planification de produits,
Bombardier*

Aux quatre coins de la planète, de Montréal à Shanghai ou de Moscou à Santiago, toutes les têtes se tournent vers les transports pour offrir une solution aux problèmes environnementaux qui sont au cœur des préoccupations de tout un chacun. De la diminution de la dépendance aux énergies fossiles en passant par la réduction des émissions polluantes, les enjeux sont à la fois pressants, complexes et déterminants. Dans ce contexte, l'électrification des transports en milieu urbain et périurbain devient un outil incontournable dans la panoplie de stratégies qui s'offrent aux preneurs de décision. Mais est-ce vraiment si facile? Y a-t-il un modèle qui s'impose? Les choix de technologie se multiplient. Les économies s'essouffent. Les décisions ne relèvent plus d'une seule entité, mais d'un ensemble de visions qui interagissent entre elles. Et si l'électrification des transports semble d'emblée la voie à prendre, que nous réserve cette technologie, ses variantes? Est-ce une solution à long terme? Et à quels coûts?

CONTEXTE GLOBAL

En Amérique du Nord, comme bien d'autres régions du monde, la congestion due au trafic automobile fait partie du quotidien. Matin et soir, ponts et autoroutes sont assaillis jusqu'à saturation pendant les heures de pointe. C'est un phénomène connu, ailleurs comme à Montréal, et la situation ne semble guère s'améliorer au fil des années.

Le bruit, le temps perdu, la rage au volant, la pollution et l'usure prématurée des infrastructures ne sont que quelques-uns des effets indésirables que ne cessent de décrier les populations urbaines. Et si le problème date et reste chronique dans la plupart des grandes villes d'ici, il est émergeant ailleurs, particulièrement dans les grandes villes d'Asie. Là-bas, l'industrialisation effrénée, jumelée à une forte densité de population, exacerbe ces mêmes problèmes. Par exemple, Hô Chi Minh-Ville (Saigon) étouffe sous l'invasion des cyclomoteurs fabriqués à bas coûts et qui rendent la traversée d'une rue du centre-ville aussi périlleuse que difficile pour les touristes.

La pollution sonore et atmosphérique engendrée par ce genre de circulation, aussi dangereuse que chaotique, devient vite incontrôlable. Toutefois, le public privilégie encore les solutions à bas coût, au détriment de l'environnement. Et si cette ville d'Asie nous semble lointaine et inaccessible, on peut quand même constater que Montréal et Hô Chi Minh-Ville ont ceci en commun : l'offre en transport public n'est pas à la hauteur de la demande. En effet, comment expliquer alors les engorgements du pont Champlain à Montréal et de la rue Le Lai à Hô Chi Minh-Ville que par le manque de solutions de rechange en transport public. Bien sûr, Montréal a déjà investi dans des infrastructures de transport efficaces, mais elles sont loin d'être suffisantes. Quant à sa cousine d'Asie, heureusement, celle-ci planche déjà sur des réseaux de tramway, car elle en a certainement bien besoin.

On le voit, les problèmes abondent, mais les solutions existent aussi. Qu'elle prenne la forme d'une ligne de train de banlieue, de tramways, de véhicules légers sur rail ou de métro, la technologie de base est déjà au rendez-vous. Ces solutions ne demandent qu'à être appliquées. Alors pourquoi ne le fait-on pas ?

ÉLECTRIFICATION URBAINE

La plupart des lignes de transport en centre urbain utilisant des véhicules sur rail sont déjà électrifiées. Pourtant, et pour aussi peu que l'on sorte des zones urbaines densément ou moyennement peuplées, l'électrification tend à disparaître rapidement et cède la voie à des modes ferroviaires plus traditionnels, tels que des trains tirés par des locomotives diésel.

Si l'électrification a toujours été reconnue comme la forme de transmission d'énergie la plus efficace, elle a aussi été l'objet d'une perception négative quant à ses coûts. Le public en général croit en effet qu'elle coûte plus cher. Mais est-ce bien la réalité? On pourrait en débattre longtemps. En effet, bien que les coûts initiaux soient plus élevés, l'électrification permet d'importantes économies en exploitation échelonnées sur des dizaines d'années et qui, selon le projet, peuvent rendre celle-ci moins coûteuse à long terme.

TABLEAU 3.1.
COMPARAISON DES COÛTS GLOBAUX ENTRE L'ÉNERGIE FOSSILE ET L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

	Fossile		Électrique	
	Infrastructure	Matériel roulant	Infrastructure	Matériel roulant
Coûts initiaux	Moins cher	Moins cher	Plus cher	Plus cher
Coûts opération	–	Plus cher	–	Moins cher
Coûts entretien	Moins cher	Plus cher	Plus cher	Moins cher
Récupération énergie	Non	Non	Oui	Oui
Efficacité énergétique	–	Non	Oui	Oui
Conduite automatique	–	Non	–	Oui
Conduite en mode économie	–	Non	–	Oui

Source : Bombardier.

Toutefois, et plus souvent qu'on ne le pense, les priorités, les méthodes de financement et les divergences politiques s'unissent pour faire en sorte que l'électrification soit la dernière solution retenue.

Mais tout cela a tendance à changer. Les avantages technologiques de l'électrification, bien que nombreux, ne sont plus les seuls ni les plus importants arguments utilisés pour en promouvoir l'utilisation. Les arguments fondés sur les augmentations en capacité et en vitesse côtoient maintenant ceux liés à la réduction des gaz à effet de serre et à la diminution de la dépendance au pétrole.

FIGURE 3.1.
AVANTAGES DE L'ÉLECTRIFICATION



Source : Bombardier.

Et si les arguments techniques d'hier restent toujours valables, ils n'étaient en général peu ou pas compris par le public. Par contre, ceux basés sur la sauvegarde écologique de la planète font partie intégrante de la nouvelle culture planétaire, commune à toute une nouvelle génération. Alors les décideurs n'ont plus le choix. On doit électrifier pas seulement dans une logique de réduction des coûts, mais aussi, et surtout, parce qu'il s'agit d'un enjeu écologique planétaire commun.

LES DÉFIS DE L'ÉLECTRIFICATION DU RAIL URBAIN

Dans ce contexte, on est à même de se demander ce qu'est le véritable défi du ferroviaire urbain. Si les centres sont déjà électrifiés et que les trains de banlieue sont en passe de l'être, que reste-t-il à faire ?

Comme on l'a vu précédemment, l'électrification devient nécessaire, mais ce n'est qu'une étape. La première et sans doute la plus importante, certes, mais il ne faut surtout pas s'arrêter là. Vouloir réduire les gaz à effet de serre est une chose, mais tôt ou tard, il faut aussi tenir compte de l'essoufflement des finances publiques dans la plupart des pays industrialisés. Et si l'état de l'économie japonaise actuel est un signe avant-coureur de ce qui est réservé aux économies des géants que sont la Chine et l'Inde, alors on n'a pas le choix. Il faut rendre l'électrification non seulement attrayante d'un point de vue écologique, mais attrayante aussi comme solution économique, et ce, de façon à en accélérer le développement et éviter qu'elle ne soit mise au rancart aussitôt qu'apparaissent les premiers symptômes d'un ralentissement économique. Il faut donc travailler à trouver des solutions pour en augmenter l'efficacité, en diminuer les coûts et les impacts urbains, tout en offrant un mode de transport intégré, novateur, agréable et emblématique d'une toute nouvelle façon de se

déplacer. L'électrification est garante de cet avenir. Pour la soutenir et s'assurer qu'elle devienne le choix n° 1, il faut donc proposer des solutions novatrices basées sur l'électrification des réseaux.

TECHNOLOGIES COURANTES ET FUTURES

Il y a deux principales façons d'utiliser l'énergie nécessaire au transport. La transporter, comme le réservoir à essence d'une automobile, ou la distribuer via un long corridor. Cette dernière méthode est utilisée par les véhicules de transport urbain sur rail. En effet, ils sont en général conçus de façon à être alimentés par un réseau, qu'il soit aérien, comme sur la ligne Montréal-Deux-Montagnes, ou au niveau du sol (3^e rail), comme pour le métro.

Cette électrification du rail permet d'en améliorer grandement l'efficacité. Ainsi, seulement sur le plan de l'efficacité énergétique, la motorisation permet d'obtenir des efficacités de l'ordre de 90% comparativement à moins de 40% pour les technologies traditionnelles aux carburants fossiles. La marge est si grande qu'on serait tenté de s'arrêter là. Mais ce serait une erreur. En effet, augmenter l'efficacité énergétique de la motorisation n'est qu'un des paramètres permettant de réduire la consommation globale d'un système de transport. Bien au-delà de cette solution, d'autres technologies existent ou sont en voie de développement. Elles promettent des économies énergétiques supplémentaires tout aussi appréciables, comme la régénération en freinage, l'utilisation de moteurs encore plus efficaces, la réduction de la consommation de climatisation et la conduite efficace.

RÉGÉNÉRATION

On le savait, l'électrification des lignes permet d'économiser sur la consommation. Mais on peut aller plus loin. Une importante partie de l'énergie utilisée dans la plupart des modes de transport sert à produire l'accélération initiale nécessaire pour atteindre la vitesse de croisière. Une fois la vitesse atteinte, il n'y a plus qu'à combattre la friction de roulement et le freinage aérodynamique. Dans le cas des trains à haute vitesse, ces derniers paramètres sont très importants et énergivores. Mais dans un environnement urbain, les stations étant rapprochées et les vitesses relativement faibles, les accélérations répétitives constituent le plus important facteur de consommation. Comme c'est aussi le cas pour la conduite automobile urbaine, la consommation d'énergie augmente de façon substantielle lorsqu'un véhicule roule sur un circuit comportant de nombreux arrêts. En effet, toute la consommation requise pour accélérer le véhicule se dissipe en chaleur dans les disques de frein lorsque vient le temps d'arrêter à la prochaine station. Récemment, des techniques de récupération

d'énergie au freinage se sont développées dans le but de contrer cette perte d'énergie. Ainsi, en renversant littéralement le fonctionnement des moteurs électriques de traction, on réussit à régénérer l'énergie de freinage non plus en chaleur, mais directement en électricité utilisable instantanément. Le hic, c'est que si aucun autre véhicule n'a besoin de cette énergie à ce moment, elle doit alors être dissipée en chaleur et est encore perdue à tout jamais. Du moins, c'était vrai jusqu'à aujourd'hui.

Le stockage de l'énergie électrique a toujours été un grand problème. Si les batteries sont connues de tous et font partie du quotidien, il n'en demeure pas moins qu'elles sont le maillon faible de l'énergie électrique. Coûteuses, difficiles à recharger, elles ne contiennent, en fait, que très peu d'énergie. À volume égal, le diesel est un bien meilleur moyen de stocker beaucoup d'énergie dans un petit volume. Ainsi, un kilo de carburant diesel contient près de 70 fois plus d'énergie que le même kilo d'une batterie au lithium. Ce phénomène explique en grande partie les retards de l'apparition d'automobiles électriques, car leur autonomie est de loin inférieure à leurs cousines à essence, malgré de remarquables améliorations d'efficacité énergétique.

Toutefois, sont apparus dernièrement des appareils de stockage d'énergie électrique qui, sans régler tous les problèmes, promettent déjà des améliorations en ce qui a trait aux temps de recharge. Capables d'absorber une grande quantité d'énergie en quelques secondes, ces appareils, à base de supercondensateurs ou *ultracaps*, permettent de récupérer l'énergie de freinage, de la stocker temporairement et de la débiter au besoin et au bon moment. On peut ainsi économiser environ 30 % de la consommation globale d'un véhicule du type tramway, ce qui est tout à fait remarquable.

Cette nouvelle technologie permet donc de récupérer et de fournir de l'énergie rapidement et en quantité suffisante pour accélérer un véhicule sortant d'une station.

MOTEURS À AIMANTS PERMANENTS

D'autres améliorations, celles-là au niveau de la motorisation, ont des effets non anticipés. L'apparition sur le marché de moteurs à aimants permanents permet de révolutionner le monde de la traction. Plus efficaces encore que les moteurs traditionnels, ils promettent d'importantes économies d'énergie. De plus, ils ont la particularité de pouvoir récupérer l'énergie de freinage jusqu'à l'immobilisation complète du véhicule, alors que cela n'était pas possible auparavant. On peut déjà imaginer des trains complètement débarrassés de leur système de freinage classique à disque, rendus inutiles par l'apparition de cette nouvelle technologie. Meilleure fiabilité, meilleur rendement, véhicules plus légers, cette percée ne promet que des avantages.

CLIMATISATION

Dans certains cas, une bonne partie de l'énergie utilisée par un système de transport sur rail sert au confort passager. Ainsi, il n'est pas rare de voir la climatisation des véhicules représenter jusqu'à 30 % de la facture énergétique totale d'exploitation. Cette constatation amène à reconsidérer la façon dont on assure le confort passager. Sans sacrifier la qualité, il demeure possible d'améliorer largement les rendements et l'efficacité de la climatisation. Ainsi, en ajoutant des entrées d'air frais à géométrie variable dans le temps, en couplant au système une pompe thermique adaptée au climat, en récupérant la chaleur générée par les équipements pour chauffer le compartiment passager en hiver, on peut réduire la facture énergétique jusqu'à 30 %. Ceci grâce à la planification intelligente des systèmes de confort passager qui est atteinte en accordant aux préoccupations énergétiques une place importante, et ce, dès les premières phases de conception.

CONDUITE INTELLIGENTE

Bien sûr, la mission première d'un mode de transport urbain, qu'il soit ferroviaire ou autre, reste de faciliter le transport des personnes, d'un point A à un point B, et ce, de façon totalement sécuritaire, confortable et économique. Il existe aujourd'hui des conduites automatiques dont le système rend la présence d'un conducteur parfaitement accessoire. Comme c'est le cas pour le SkyTrain de Vancouver, les trains à conduite intelligente circulent sur la voie de manière complètement automatique, et ce, sans intervention humaine. Cela permet d'assurer une sécurité absolue et une fiabilité incomparable. Mais la conduite assistée rend aussi possible plusieurs autres améliorations et celles-ci ne s'appliquent pas seulement aux systèmes automatisés. Si l'on modélise la voie, qu'on en connaît chaque courbe et chaque montée, et qu'on utilise un ordinateur de bord connaissant chaque seconde de l'horaire à respecter, il est possible de contrôler les accélérations et les freinages de façon à minimiser les demandes énergétiques, tout en respectant l'horaire établi. Il est aisé de le faire dans un système complètement automatisé, mais c'est aussi une approche applicable pour un système non automatisé. Dans un tel cas, des suggestions de conduite sont faites au conducteur pour lui permettre de minimiser les consommations d'énergie, tout en respectant l'horaire. On obtient ainsi un parcours optimal, dont on a éliminé les pertes dues aux inefficiences, un peu comme si un pilote automatique conduisait votre voiture en ayant comme objectif d'optimiser la consommation d'essence tout en vous assurant d'arriver à destination à l'heure.

AUTRES DÉVELOPPEMENTS

L'environnement urbain d'aujourd'hui n'est plus ce qu'il était. Celui de demain le sera encore moins. Si, par le passé, on avait l'impression que des quartiers entiers avaient été pensés surtout en fonction de l'automobile au détriment de l'humain, la tendance inverse s'impose maintenant comme modèle d'avenir. Finies les autoroutes urbaines et les structures entravant la mobilité piétonnière. On encourage le cyclisme, la marche et la vie de quartier revitalisée. Ainsi, les villes se font plus agréables, de dimensions plus humaines, et elles veulent attirer les jeunes en leur proposant de nouvelles réalités urbaines, soit plus d'arbres, de pistes cyclables et de petits commerces locaux. On cherche à rendre une ville attrayante pour ses résidents comme pour les touristes. On protège aussi les zones architecturales sensibles, comme l'arrondissement historique de Québec qui fait aujourd'hui partie du patrimoine mondial de l'UNESCO.



Les tramways avec et sans caténaires, à Barcelone, en Espagne.

Source : Bombardier.

Malheureusement, l'électrification d'un réseau de tramway, par exemple, s'il est désirable dans l'ensemble, peut affronter certaines difficultés d'application particulières. Et, bien que des efforts considérables aient été faits ces dernières années pour camoufler les caténaires, certains, surtout parmi les plus vieux, se souviendront avec amertume du fouillis de fils électriques du siècle dernier, à l'apogée des réseaux de tramway.

Il est indéniable que, si l'on veut participer à l'effort de réduction des gaz à effet de serre, il faut augmenter l'offre en transport électrique urbain. Mais comment réconcilier cet objectif si, d'un autre côté, des fils électriques de caténaire viennent dépareiller le plus bel ensemble architectural d'une ville et compromettre son économie touristique ?

Malgré tout, des solutions existent pour pallier ces difficultés. Parmi celles-ci, la transmission d'énergie par induction se révèle fort prometteuse. Installées dans le sol, entre les rails, des antennes émettrices transmettent sans contact toute l'énergie nécessaire au véhicule. Ce dernier, équipé d'antennes réceptrices, peut ainsi se déplacer sans autre apport d'énergie venant de l'extérieur. Il n'y a même pas lieu d'installer des batteries et, évidemment, il n'y a pas besoin non plus de caténaire ni de fils encombrants. Complètement encapsulé dans le sol, le système ne comporte aucune pièce mobile et se trouve à l'abri des intempéries. Et puisqu'il est « sans contact », l'entretien s'en trouve aussi réduit.

Le système, baptisé Primove, a d'abord été soumis à une batterie de tests une première fois à la piste d'essai de Bautzen en Allemagne, dans les installations de Bombardier Transport. Très récemment, la compagnie a annoncé qu'elle avait signé une entente avec la ville d'Augsburg, toujours en Allemagne, pour tester le système en service commercial sur 800 mètres.

Le système Primove, comme celui installé à Bautzen en Allemagne, transmet l'énergie par induction, sans contact.

Source : Bombardier.



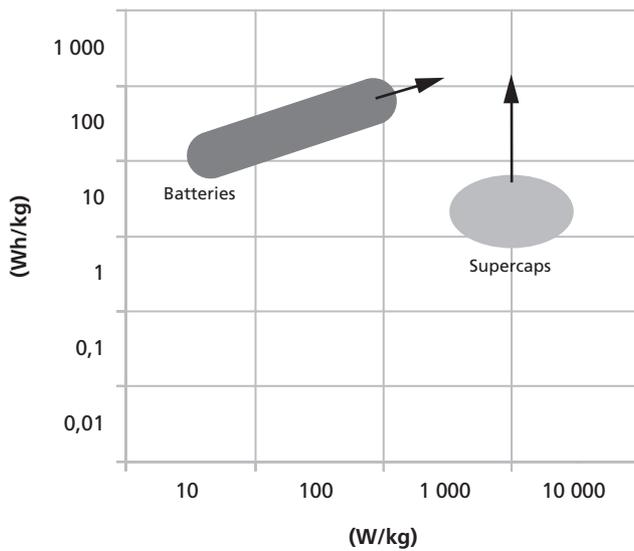
Il est déjà possible d'imaginer des ensembles architecturaux débarrassés de la pollution visuelle créée par les caténaires et les nombreux fils. Il y a plus. Bien que cette technologie ait été développée précisément pour des applications de transport sur rail, elle pourrait aussi, avec un peu d'imagination, être utilisée sur d'autres véhicules. En effet, beaucoup d'efforts ont été faits ces dernières années pour remplacer les réservoirs de carburant par des batteries, et ce, dans toutes sortes d'applications différentes. Toutefois, comme on le sait, les véhicules autonomes, voitures et autobus, à la différence du rail électrifié, ne bénéficient pas d'une alimentation en infrastructure et doivent donc se fier à leurs batteries. Malheureusement, l'autonomie offerte aujourd'hui est limitée et les développements technologiques de ce côté ne laissent pas entrevoir de percées significatives.

TABLEAU 3.2.
LA COMBINAISON BATTERIE-SUPERCAPS EST-ELLE LA SOLUTION ?

	Batterie	Supercaps	Combinaison
Temps de recharge	Lent	Rapide	OK
Durée de vie	Mauvaise	Bonne	OK
Capacité de courte durée	Faible	Forte	OK
Autonomie	Moyenne	Faible	Pas encore suffisant

Source : Bombardier.

FIGURE 3.4.
BATTERIES-SUPERCAPS OU SUPERCAPS SEULEMENT ?



Source : Bombardier.

Ainsi, il faut recharger les batteries régulièrement, de façon ponctuelle et à des endroits désignés. Mais peut-on demander à un conducteur d'autobus de régulièrement descendre et connecter son véhicule à une borne de recharge? La recharge par induction rendrait cette tâche inutile. Ainsi, on peut penser que dans un avenir rapproché, cette technologie permettrait à un autobus électrique de se recharger ponctuellement aux arrêts, le rendant ainsi virtuellement autonome pour toute une journée. Et après les autobus? On peut imaginer faire de même pour tous les autres modes de transport.

Cette vision que nous offre le mariage des supercaps et de la recharge par induction n'est toutefois possible que si la volonté d'électrifier un corridor donné existe. Cela reste, et restera sans doute encore longtemps, le point de départ de toute une nouvelle génération de technologies garantes d'un avenir plus respectueux de l'environnement.

On peut même imaginer qu'un jour, les corridors électrifiés deviendront des réseaux qui couvriront la presque totalité du domaine public. Ainsi, l'électrification se ramifiera, rejoindra toutes les communautés et transcendera les différentes modes de transport en assurant à tous une mobilité efficace, mais surtout une mobilité responsable.



Évolution des technologies liées à l'électrification des transports individuels

SYLVAIN CASTONGUAY

Mobilité électrique Canada

Mobilité électrique Canada est une association canadienne fondée notamment par le Centre pour le développement durable situé, à l'époque, à Toronto. Il s'agit d'une association à but non lucratif qui comprend deux orientations principales. La première porte sur la sensibilisation à la mobilité électrique et la seconde est relative à la création d'une association d'industriels et d'entreprises liés au domaine. Les membres de cette association sont de provenances très diversifiées. Effectivement, des représentants de différents paliers gouvernementaux, d'associations, de centres de recherche, de villes, de consultants et de scientifiques sont au nombre des participants. L'objectif de l'organisation est de faire connaître et de valoriser le potentiel des véhicules électriques.

On le sait, l'électricité peut être utilisée à bien des endroits et le transport individuel sur route en automobile s'ajoute à ses immenses possibilités. L'électrification des transports touche également le secteur maritime et agricole, et, à cet égard, un certain nombre de propositions intéressantes se profilent déjà à l'horizon. Actuellement, au Canada, plusieurs se questionnent à savoir si la population et l'industrie sont prêtes à accueillir les automobiles électriques, y compris les véhicules hybrides rechargeables. La plupart des manufacturiers ont déjà fait l'annonce de la mise en marché éventuelle d'au moins un modèle de véhicule électrique chacun. Ceci constitue un important pas en avant. Actuellement, seule la compagnie Tesla compte parmi ses produits une

voiture électrique certifiée et disponible au Canada. Cette voiture se vend à près de 108 000 dollars canadiens et a provoqué une révolution dans l'industrie depuis sa mise en marché en 2006.

À la suite de l'annonce de la mise en marché de la voiture de Tesla, la compagnie General Motors (GM) a rapidement répondu en annonçant la sortie prochaine de la Volt. Cette concurrence a engendré une nouvelle dynamique et a stimulé le marché de la voiture électrique. En effet, Mitsubishi, de concert avec Hydro-Québec, a par la suite fait l'annonce d'un projet pilote dans la ville de Boucherville. Cinquante unités (voitures électriques) se grefferont ainsi à la flotte actuelle de véhicules de la Ville. Des projets pilotes similaires sont aussi en cours à Vancouver et près de Toronto.

La Leaf de Nissan et la Smart électrique sont d'autres exemples de modèles de véhicules électriques ayant vu le jour. Par ailleurs, Toyota mène aussi de son côté des expérimentations en partenariat avec l'Université Laval. La compagnie Ford, quant à elle, dispose déjà d'un modèle de véhicule, le Ford Transit Connect Electric, fabriqué chez Azure Dynamics. Près de 600 unités sont produites annuellement.

Malgré les bonnes intentions et les annonces de mise en marché de véhicules électriques, les ventes de ces produits connaissent des débuts très lents. Les prédictions laissent entendre que ce type de véhicule serait disponible et facilement accessible au courant de l'année 2010. Or des estimations plus plausibles considèrent que ce serait plutôt le cas en 2012. En effet, la mise en marché des voitures électriques suppose la mise en place des infrastructures nécessaires ou encore d'incitatifs financiers pour encourager l'achat. Ces incitatifs sont incontestablement nécessaires, puisqu'une voiture électrique coûte près de 50 % plus cher qu'une voiture traditionnelle, la batterie étant le principal élément ayant une incidence sur le prix.

Par ailleurs, les propriétaires de voitures à essence conventionnelle paient 1 000 \$ à 2 000 \$ annuellement en moyenne pour mettre de l'essence dans leur voiture. D'un autre côté, alimenter en électricité une voiture électrique coûterait environ 200 \$ annuellement à son propriétaire. La difficulté à promouvoir le véhicule électrique réside donc, d'abord et avant tout, dans son coût d'achat initial, qui est supérieur à la voiture conventionnelle et donc plus difficile à absorber par le consommateur.

Un autre exemple des difficultés de la voiture électrique à pénétrer le marché se situe au niveau des points de recharge disponibles. Malgré l'arrivée imminente sur le marché des VE (voitures électriques), la mise en place des infrastructures nécessaires à leur bon fonctionnement tarde à venir. Par exemple, l'installation de prise de courant de 240 volts n'est pas intégrée à aucun code du bâtiment actuel et même les constructions neuves sont dépourvues de

tels dispositifs à ce jour. Cette situation est particulièrement problématique et constituera un frein majeur lorsqu'il sera temps d'encourager la population à se tourner vers les véhicules électriques.

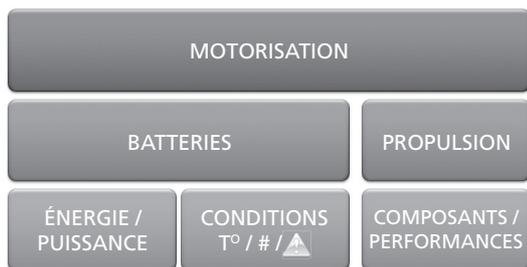
Le domicile représente près de 90 % du potentiel de recharge des voitures électriques. Afin de bien cerner les besoins du public et de rendre la popularisation des VE possible, une réflexion par rapport aux lieux potentiels de rechargement est incontournable et contribuerait à améliorer l'attitude du public face à la voiture électrique. Un certain degré de préparation est nécessaire pour parvenir à la transformation du mode de transport habituel. D'ailleurs, Ressources naturelles Canada a mis en place une feuille de route pour illustrer les enjeux et les retombées potentielles pour les entreprises d'une telle transformation du marché. Il s'agit d'une initiative qui a pris près de trois ans à être finalisée, suite à la création de Mobilité électrique Canada. La feuille de route traite uniquement des voitures électriques et rechargeables, soit une partie seulement du réseau de transport électrique.

Par ailleurs, dans la feuille de route, il y est question de quatre initiatives stratégiques : les technologies (les composantes, la batterie, les infrastructures routières et électriques, etc.), la préparation (l'harmonisation au niveau des réglementations) ainsi que l'éducation et la sensibilisation de la population. Des études et projets pilotes sont nécessaires pour faire ressortir l'information, qui pourra par la suite être vulgarisée et transmise à la population. Par exemple, il faut répondre concrètement aux questionnements qui subsistent quant à l'autonomie de la batterie et à son efficacité en période de grand froid. Aussi, certains défis technologiques doivent aussi être surmontés : le stockage de l'énergie, le coût et le poids des pièces, les effets de structure de chargement (effets de cyclage, tests pratiques, etc.). De plus, des démonstrations de voitures électriques doivent être organisées auprès du public. Dans tous les cas, la conception de batteries performantes reste l'un des défis les plus importants auxquels les chercheurs du milieu doivent s'atteler.

Les normes nord-américaines en matière d'électricité ainsi que le code du bâtiment sont quelques-uns des éléments nécessitant une révision, ceci afin d'être mieux adaptés aux nouvelles réalités qu'impliquerait la commercialisation à grande échelle des véhicules électriques. Afin d'étudier la question plus en profondeur, il a été proposé de créer l'Institut national du transport électrique. Cette organisation pancanadienne aurait notamment pour tâche de coordonner l'harmonisation et les efforts d'implantation des manufacturiers. Cela faciliterait l'étude de l'impact sur les systèmes électriques des milliers de branchements effectués chaque nuit afin de recharger les véhicules ou encore le rôle des incitatifs, notamment financiers, pour promouvoir ce type de transport. Plusieurs projets d'évaluation devront être menés. Notons, par exemple, l'évaluation des économies réalisées grâce à l'achat de véhicules électriques, l'étude

des possibilités de récupération sur les revenus gouvernementaux, les sources d'électricité renouvelable et leur compatibilité avec la recharge des véhicules à domicile ou ailleurs, la possibilité de location de batteries de recharge, etc.

FIGURE 4.1.
ÉLÉMENTS ET SOUS-COMPOSANTS DE LA MOTORISATION ÉLECTRIQUE



Source : Sylvain Castonguay.

FIGURE 4.2.
ÉLÉMENTS ET INTERACTION RELIÉS À LA RECHARGE D'UN VÉHICULE ÉLECTRIQUE



Source : Sylvain Castonguay.

Par ailleurs, plusieurs personnes se demandent, avec raison, pourquoi n'y a-t-il pas de voiture électrique canadienne qui ait été mise au point et commercialisée à grande échelle à ce jour. Avec l'effervescence de l'industrie automobile et l'évolution des connaissances liées à l'électrification des véhicules, les choses sont sur le point de changer. En effet, un conglomérat canadien se penche désormais sur ce secteur en particulier et il devrait d'ailleurs y avoir une annonce à cet égard très prochainement.

Outre les nombreux efforts dans le milieu de la recherche, l'éducation et la sensibilisation demeurent des étapes préalables essentielles à la commercialisation et à popularisation des véhicules électriques. Il s'agit d'éduquer, non seulement la population, afin que celle-ci comprenne davantage l'importance de changements de comportement et la pertinence et l'efficacité des véhicules électriques, mais aussi d'éduquer les acteurs professionnels impliqués, par des programmes de formation spécialisés, ou du moins adaptés aux nouvelles réalités du milieu. Effectivement, l'ajustement et la création de certains programmes de formation semblent de plus en plus incontournables pour assurer le développement et la pérennité de ce type de véhicule dans le futur ainsi que le développement des infrastructures nécessaires à son fonctionnement. L'intervention de plusieurs corps de métiers est nécessaire; on pense à l'apport des ingénieurs, des électriciens et des urbanistes, entre autres.

D'un point de vue technologique, deux aspects principaux ressortent lorsqu'il est question de véhicules électriques. En premier lieu, il y a la motorisation. La motorisation est un élément très vaste qui englobe plusieurs composants importants, dont la batterie et le moteur. La batterie doit être en mesure de rivaliser avec un véhicule thermique, de fournir de l'énergie (autonomie) et de soutenir la puissance du moteur (lors des accélérations notamment.) Au niveau de la propulsion, il faut également considérer les notions de sécurité, de performance ainsi que les nombreux critères nécessaires pour satisfaire aux normes actuelles. La recharge est le second élément non négligeable à considérer. Effectivement, la technologie de recharge suscite elle aussi plusieurs préoccupations telles que le procédé de facturation, le temps de recharge des véhicules, la disponibilité des points de recharge et la résistance de la batterie aux différentes intensités de recharge. Plusieurs efforts en recherche et développement sont effectués présentement afin d'apporter des réponses concrètes à ces interrogations au sein de différentes organisations privées et publiques et chaires de recherche.

La voiture électrique est l'élément qui relie maintenant deux grandes industries: l'industrie électrique et celle de l'automobile. Des efforts importants restent toutefois nécessaires, entre autres au plan politique, plus particulièrement au niveau fédéral, en ce qui a trait à l'harmonisation des normes FMVSS (*Federal Motor Vehicle Safety Standards*). L'harmonisation doit se faire avec les États-Unis également afin que les modèles de véhicules distribués chez nos voisins américains soient également disponibles ici. Cela permettrait ainsi de garantir une offre de produits plus intéressante et d'accroître les possibilités d'un changement de comportements chez le consommateur. Au niveau provincial, l'immatriculation et certains éléments des législations actuelles doivent aussi être révisés. Par ailleurs, l'Association canadienne de normalisation et Mobilité électrique Canada ont créé un comité pour examiner quelques-uns de ces éléments ainsi que les infrastructures municipales et protocoles relatifs

aux véhicules électriques. Ce processus de concertation vise à favoriser, dans un avenir rapproché, la soumission de suggestions. Le financement reste toutefois à trouver pour enclencher le processus d'harmonisation de manière plus concrète.

Bien que le financement semble pouvoir constituer une entrave importante en ce qui a trait au développement des véhicules électriques, d'autres pays et leurs gouvernements ont mis en place des mesures visant à faciliter la recherche. L'Allemagne, par exemple, a investi plus d'un milliard de dollars afin de favoriser la recherche sur les véhicules électriques. Pour les États-Unis, il s'agit de près de 2,5 milliards et beaucoup d'efforts qui sont consacrés à l'industrialisation et à la fabrication des batteries. De nombreuses actions sont entreprises dans d'autres pays; le Canada doit suivre la cadence et s'imposer à son tour. À ce jour, la lacune principale au niveau fédéral est le manque d'engagement à long terme. En effet, les engagements à long terme se traduisent davantage par des incitatifs et au niveau provincial par des efforts afin de favoriser l'électrification des transports publics.

Ainsi, plusieurs avancées technologiques laissent présager un avenir brillant aux différents modes de transport électriques. Cela nécessite toutefois l'engagement des différents paliers gouvernementaux, la continuation des efforts en matière de recherche et de développement, et une plus grande considération des conséquences d'un tel processus d'électrification sur les infrastructures, les bâtiments, les habitudes de conduite, etc. La commercialisation à grande échelle des véhicules électriques est imminente et tous doivent agir de concert afin que les VE puissent prendre leur place sur le marché et remplacer progressivement les automobiles actuelles, nettement plus polluantes.



Le plan des véhicules électriques collectifs et individuels de la ville de Londres

KULVEER RANGER

*Adjoint principal du maire,
responsable des politiques de transport,
Ville de Londres*

Londres est une ville très proactive en matière de transport en commun, de valorisation de la mobilité verte et, de ce fait, de l'électrification des transports. Déjà en 2001, la ville a mis en place un plan de transport et la réponse de la population a été immédiatement très positive. Effectivement, une grande proportion de Londoniens ont troqué leur automobile pour le transport collectif et actif. L'amélioration des services d'autobus, le développement du réseau souterrain ainsi que l'introduction de la « *Oyster card* » ne sont certainement pas étrangers à ce changement de cap en matière de transport. Ainsi, Londres est l'un des chefs de file dans le monde lorsqu'il est question de transport public¹.

Les responsables des transports de la Ville de Londres tentent quotidiennement de s'attaquer aux problématiques et défis suscités par ce secteur. Par exemple, Londres est sur le point de conclure une entente avec la compagnie Bixi pour l'utilisation et l'application du concept dans la ville. À ce jour, près de 6 000 vélos ont été achetés. La proactivité et l'innovation sont des éléments conducteurs de la politique londonienne.

1. Ville de Londres. *The Mayor's Transport Strategy: A Consultation on the Key Policies and Proposals*, <<http://www.tfl.gov.uk/corporate/13980.aspx>>, consulté le 13 juillet 2010, p. 15.

L'un des éléments communs à Londres et à Montréal est la multiplicité des cultures et l'enchevêtrement harmonieux de celles-ci. La densité urbaine et les préoccupations communes par rapport au transport ponctuent la vie urbaine. De plus, la relation importante et incontournable entre le transport et la qualité de vie dans les villes est désormais un élément reconnu et incontournable. De nombreux problèmes liés au transport persistent toutefois et peuvent fragiliser le niveau de qualité de vie des individus.

Il est possible de constater que l'achat de véhicules automobiles est toujours en pleine croissance dans le monde, malgré l'amélioration de la conscientisation des individus en matière environnementale. Il y a quelques années, et c'est encore vrai pour un certain nombre d'individus, la préoccupation principale lorsqu'il était question d'un véhicule automobile, ce n'était pas son empreinte écologique, mais plutôt sa couleur ou encore son design. Cette tendance tend heureusement à s'inverser. Ce renversement s'effectue, en premier lieu, grâce à l'implantation par le gouvernement londonien de politiques fermes afin de favoriser le transport collectif et actif propre et responsable. Simultanément, des actions sont entreprises afin de dissuader le public d'utiliser les modes de transport polluants et responsables de problématiques urbaines diverses (défiguration du paysage urbain, grande consommation d'espace et de ressources, congestion routière, perte d'argent et de temps, etc.). Ainsi, les choses changent et l'industrie, tout comme la perception des individus face au transport, s'adapte à cette nouvelle réalité et aux préoccupations environnementales qui l'accompagnent.

Le maire de Londres a posé les questions suivantes à son équipe : comment peut-on faire pour que nos réseaux de transport souterrains fonctionnent mieux ? Comment faire pour que l'air de Londres soit meilleur ? Peut-on parvenir à engendrer une amélioration tangible et pérenne en favorisant l'utilisation de véhicules à faible émission de CO₂, voire même des véhicules électriques ? Les réponses n'ont pas tardé puisque, effectivement, il est possible de répondre à ces questionnements et ainsi améliorer la situation, pas seulement à Londres, mais aussi ailleurs dans le monde, de manière à développer la capacité de mobilité des individus et aussi la préservation de la planète. Pour y parvenir, la Ville de Londres a passé plus de deux ans à mettre au point une nouvelle stratégie de transport.

Le nouveau Plan de transport de la Ville de Londres s'inspire des besoins de la population, mais aussi de considérations économiques et environnementales. L'objectif est d'apporter des solutions concrètes aux problèmes contemporains de transport. Dans cette optique, le maire de Londres et ses conseillers en matière de transport en sont venus à la conclusion que le véhicule électrique (VE) deviendrait indéniablement l'un des éléments primordiaux de toute politique de transport éventuelle qui se veut sensée et moderne.

Londres désire rester à l'avant-garde dans le domaine du transport. Aussi, des experts se sont penchés sur les caractéristiques propres à cette ville en pleine croissance. Il faut tenir compte notamment du phénomène de croissance démographique au sein même de la ville et du fait que plus de 20 millions d'individus transitent dans cet espace quotidiennement pour différents motifs. À l'égard de ces quelques considérations, il est effectivement nécessaire de mettre de l'avant une vision en matière de transport à plus long terme. La mise en œuvre de mesures cohérentes et valables pour les 5 à 10 années suivant leur implantation est nécessaire. Pour ce faire, la ville doit avoir de la vision et une capacité à prévoir les technologies susceptibles d'occuper une place grandissante dans le domaine du transport, telle que l'électrification des transports, par exemple. Ainsi, la stratégie de transport qui a été élaborée représente une nouvelle image de la ville et des déplacements qui y sont effectués. L'emboîtement des modes de transport et l'accent mis sur leur interconnectivité par le biais des titres de transport et des lieux de transit, notamment, en sont quelques exemples.

Par ailleurs, la planification du transport doit être un exercice permettant de considérer tous les impacts et pratiques relatifs à ce domaine, qu'ils soient techniques, sociaux ou environnementaux. Effectivement, les décisions prises aujourd'hui engendrent irrémédiablement des conséquences pour les générations futures. Cela justifie l'importance de bien comprendre les enjeux relatifs au transport. En ce sens, la stratégie de transport de Londres élabore les bases du développement dans ce domaine jusqu'en 2031. Il y est question de réduction du trafic automobile et donc de la congestion routière, du développement d'une ligne de train haute vitesse liant Londres et d'autres villes importantes d'Angleterre, de l'amélioration des liaisons suburbaines et de celles vers les zones résidentielles du secteur, d'assurer une liaison efficace en transport collectif de la ville vers les aéroports et d'encourager les modes de transport collectifs, verts et actifs et les nouvelles technologies s'y rattachant².

L'amélioration de l'expérience de transport pour les usagers, la préservation de l'environnement et de la qualité de l'air ainsi que la réduction de la pollution sonore et l'amélioration de l'état de santé de la population sont quelques-unes des conséquences escomptées dans les années suivant l'adoption des mesures précédemment mentionnées et incluses dans le Plan de transport de la Ville de Londres. Une attention particulière est également accordée à la sécurité dans ce système de transport complexe, aux différents véhicules et installations le composant, ainsi qu'à l'accessibilité à ces installations pour tous les types de clientèles.

2. Ville de Londres. *The Mayor's Transport Strategy: A consultation on the Key Policies and Proposals*, <<http://www.tfl.gov.uk/corporate/13980.aspx>>, consulté le 13 juillet 2010, p. 15.

Par ailleurs, l'organisation des transports dans une grande ville comme Londres passe par la gestion de nombreuses infrastructures et plus de 28 programmes sont liés à ce domaine. Le projet principal est toutefois celui de « *Cross road* ». Il s'agit d'une liaison est-ouest qui nécessite des investissements de plus de 15 milliards de livres. Ce projet permettra une augmentation de 10 % de la capacité du système de transport londonien d'ici 2017. Celui-ci est particulièrement important, surtout lorsque l'on observe les besoins croissants de mobilité de la population. Ce projet constitue un moyen d'équilibrer davantage les besoins des piétons et des différents modes de transport pour fonctionner adéquatement et de favoriser leur harmonisation.

Toutefois, malgré toute l'offre de transport collectif et d'infrastructures pour le transport actif, la voiture solo reste un outil de transport présent et nécessaire dans certaines situations et dans quelques secteurs de la ville. Dans cette optique, chaque mode de transport doit être considéré dans le Plan de transport. Simultanément, des solutions pour les rendre le plus verts et les plus durables possible doivent être envisagées; l'électrification, par exemple, doit être considérée.

Les défis pour parvenir à un système de transport efficace et, simultanément, à une qualité de vie acceptable sont bien présents. La congestion routière, la détérioration de la qualité de l'air, le réchauffement de la planète et les gaz à effet de serre sont quelques-uns des éléments sur lesquels il est nécessaire de se pencher de manière urgente. Le Plan de transport de Londres tient donc compte du fait que l'automobile continuera à avoir un rôle dans la société de demain, mais il faut considérer et valoriser davantage les modes de transport alternatifs afin d'atteindre les objectifs fixés.

La ville de Londres dispose d'ores et déjà de systèmes favorisant la dissuasion de l'utilisation de l'automobile par un péage coûteux. Les utilisateurs du système routier paient en fonction du temps passé sur la route et selon les zones fréquentées.

Par ailleurs, la Ville de Londres tente de mettre en place des autobus d'une autre génération de type hybride. La technologie persiste à être très dispendieuse, soit près de trois fois supérieure au coût d'un autobus standard. Malgré tout, les véhicules hybrides sont favorisés et la ville offre une exemption de péage, à certaines conditions, à l'achat de ce genre de véhicule. Il est question de valoriser, mais aussi d'utiliser de manière optimale cette technologie. Ainsi, la Ville de Londres dispose de 8 000 autobus. La ville reste donc constamment à l'affût de toute amélioration technologique dans ce domaine, puisque celle-ci peut avoir un impact important étant donné la flotte imposante de véhicules dont elle dispose. C'est dans cet esprit qu'une commande de nouveaux autobus hybrides a été effectuée. Lors de son inauguration en 2012, ce sera l'autobus le plus propre et vert au monde. Ces véhicules permettront une réduction de la consommation de carburant de l'ordre de 40 %.

Par ailleurs, il semble nécessaire de souligner qu'en eux même, les véhicules électriques ne sont pas un fait nouveau. En effet, leur existence date d'il y a plus de 100 ans déjà. L'électricité est un type d'énergie qui a eu du succès dans le passé en tant que source d'alimentation de différents modes de transport et il semble, aux vues des récents développements technologiques, qu'elle aura certainement un brillant avenir également. Cette source d'énergie est intéressante puisqu'elle ne génère pratiquement aucune émission.

Du travail reste à faire en ce qui a trait à la popularisation des véhicules électriques. Effectivement, la solution serait de rendre ces véhicules attrayants pour les utilisateurs potentiels et concurrentiels par rapport aux véhicules conventionnels à essence, et ce, tant au niveau des performances que du prix. La Ville de Londres est proactive et tente effectivement de favoriser l'utilisation de voitures électriques. Elle compte d'ailleurs déjà près de 1 700 véhicules électriques enregistrés sur son territoire. La tendance se répand et certaines compagnies comme FedEx modernisent leur flotte de véhicules pour se tourner, à leur tour, vers les véhicules électriques.

La vision du maire dans ce domaine est claire: il est nécessaire de promouvoir le partenariat avec les entreprises, les gouvernements et les usagers pour faire bouger les choses et parvenir à des résultats probants le plus rapidement possible. D'ailleurs, en juillet 2008, un partenariat pour les véhicules électriques a vu le jour. Celui-ci a permis de regrouper des manufacturiers, des organisations non gouvernementales (ONG), des utilisateurs et des acteurs gouvernementaux.

Certains éléments sont priorisés depuis, tels que l'implantation des infrastructures nécessaires pour ce type de véhicule, ainsi que le marketing et la publicité. Préalablement à l'implantation des véhicules électriques, il est nécessaire de se questionner sérieusement sur l'aménagement urbain et sur les infrastructures nécessaires pour assurer le fonctionnement de ce type de véhicule, comme les bornes de recharge, par exemple. La disponibilité des infrastructures de recharge des véhicules sera utile à la fois pour les entreprises et les consommateurs qui ne seront pas coincés avec d'incessants problèmes de recharge. Il est nécessaire de configurer le réseau de bornes et de s'assurer que les conducteurs ne soient jamais à plus d'un mile de distance d'une borne de recharge afin que le réseau soit efficace, viable dans le temps et susceptible d'encourager les consommateurs à se tourner vers ce type de véhicule de manière permanente. Londres a déjà mis en place un grand nombre de bornes, dont près de 6 000 d'entre-elles à proximité des principaux lieux de travail, 7 500 bornes seront installées ailleurs dans la ville d'ici 2013. (Par exemple, 500 dans les rues, 300 dans les zones publiques de stationnements, 50 près des métros, 114 près des supermarchés, 120 près des *cars clubs*.) En 2011, la ville estime qu'il y aura sur son territoire près de 160 000 de ces bornes.

L'intégration efficace de ce nouveau mobilier urbain nécessite une planification soignée à laquelle il faudra intégrer les nouveaux développements résidentiels et industriels.

Le marché potentiel pour ces véhicules est important et les entreprises doivent en être conscientes. Elles doivent offrir une gamme de produits diversifiés, attrayants et de qualité. Les villes doivent elles aussi montrer l'exemple en convertissant leurs flottes de véhicules vers le tout électrique. Ce type d'investissement massif des villes permettra de donner un coup d'envoi au marché; de telles initiatives peuvent clairement faire la différence. L'objectif est qu'au bout du compte, les véhicules électriques deviennent des choix courants et sensés pour les ménages et les entreprises.



L'exemple américain en matière de développement et d'électrification des transports collectifs

ARTHUR L. GUZZETTI

*Vice-président,
politiques et développement,
American Public Transportation Association (APTA)*

La mission de l'Association américaine publique de transport (APTA) consiste à représenter la vision des États-Unis en matière de transport, à établir des standards, à effectuer de la recherche et à tenir des statistiques, proposer des recommandations, à renseigner et mettre en ligne des informations ; bref, à représenter les transporteurs d'une voie unifiée. En plus des États-Unis, l'APTA compte des membres provenant d'autres pays, dont le Canada. De solides liens de travail se sont d'ailleurs tissés avec l'Association canadienne de transport urbain.

L'objectif du présent texte est d'exposer les bénéfices que l'on retrouverait à électrifier les modes de transport relativement aux préoccupations environnementales et économiques actuelles, et ce, plus particulièrement dans une perspective américaine. D'ailleurs, actuellement à Washington, un projet est débattu au Congrès en matière de transport durable. Le dialogue est amorcé à propos des possibilités de juxtaposer un plan énergétique à un plan économique. L'objectif est de joindre ces deux plans et qu'il en ressorte, au final, un traité sur la puissance énergétique. Ce traité faciliterait l'implantation de lois stratégiques favorisant la réduction des émissions de gaz à effet de serre. L'amélioration de l'efficacité énergétique dans le secteur du transport représente indéniablement

une grande part de la solution à ce problème et, en ce sens, des actions concrètes doivent être entreprises par les différents paliers gouvernementaux, y compris par le gouvernement fédéral américain. La conscientisation en ce qui a trait au transport est d'autant plus critique lorsque l'on sait qu'aux États-Unis, plus de 33 % des gaz à effet de serre sont attribuables à ce secteur et que 70 % de la consommation des produits du pétrole est liée à ce secteur. L'électrification du transport constitue une partie importante de ce projet législatif, mais il y est aussi question d'environnement, de sécurité nationale et de dépendance en ressources pétrolières et énergétiques, qui proviennent essentiellement de l'étranger. L'électrification des transports est perçue comme une solution de plus en plus séduisante, accessible et envisageable. En effet, notre forte dépendance aux ressources pétrolières nous oblige à prendre conscience de la fragilité de l'approvisionnement et de la nécessité de se tourner rapidement vers d'autres types d'alimentation en énergie, comme l'électricité par exemple.

Le développement durable est un thème de plus en plus présent dans les discours des acteurs sociopolitiques ainsi qu'au sein de la population. Effectivement, les dirigeants américains expriment des préoccupations claires en ce sens et tentent d'intégrer les concepts liés au développement durable dans leurs prises de décision. L'APTA fait aussi sa part en tentant de rendre les systèmes de transport plus conformes aux préceptes du développement durable. Les maires des grandes villes du pays affirment vouloir aller dans ce sens et les universités se questionnent pour savoir quelle pourrait être leur contribution. Il s'agit incontestablement d'un mouvement généralisé et global. Par ailleurs, rendre les États-Unis plus conformes aux préceptes du développement durable passe nécessairement par une recherche approfondie sur les impacts que pourraient avoir les modes de déplacement et les réseaux de transport ainsi que technologies disponibles, ceci afin d'améliorer sur les nouvelles ce domaine complexe.

Pour sa part, l'APTA a contribué au développement d'une méthodologie pour évaluer et comprendre plus concrètement la multitude de questions qui tendent à surgir lorsqu'il est question de réviser notre manière de se mouvoir dans l'espace et, surtout, d'intervenir sur les modes de transport tributaires de cette mobilité. Elle tente de répondre à plusieurs questionnements relatifs à la pertinence des plans métropolitains de transport durable ou encore aux technologies propres les plus adaptées aux caractéristiques très diversifiées du territoire américain. Beaucoup de temps et d'efforts ont été consacrés au regroupement et à la concertation des acteurs de partout au pays afin d'élaborer une méthodologie acceptable et apte à répondre à leurs besoins.

Un important élément de cette démarche est lié à la recherche et au développement dans le domaine du transport et s'intéresse à définir comment le transport public peut devenir plus « durable » et s'intégrer au projet de réduction des gaz à effet de serre. Un rapport intitulé *Moving For* a été rédigé à cet effet. Beaucoup de temps et d'argent ont été investis pour sa réalisation.

Ce rapport a été produit de concert avec les groupes environnementaux. La conclusion de ce document évoque qu'aucune stratégie ne fonctionne si elle est implantée de façon individuelle. Aux États-Unis, certains intervenants mettent de l'avant des outils comme le péage ou encore l'imposition d'un coût en fonction de l'utilisation du véhicule automobile, ceci afin de réduire la congestion routière. Il ne peut s'agir d'une stratégie adéquate à long terme pour assurer la réduction des gaz à effet de serre, et ce, d'autant plus si elle est appliquée de façon individuelle. D'autres intervenants avancent l'idée d'ajouter des frais aux coûts des assurances, mais, encore une fois, il ne s'agit pas d'une solution globale, puisque le nombre de kilomètres parcourus ne correspondra pas au montant payé. On suggère donc de bonnes idées, mais comportant chacune des limitations et un certain nombre de lacunes. C'est ce qui justifie la pertinence de mettre en place plusieurs outils simultanément afin d'améliorer réellement la situation. Il n'est pas logique de simplement imposer un coût sur le kilométrage parcouru par une automobile ni sur les assurances ou les stationnements, par exemple. Il faut d'abord et avant tout promouvoir des modes de transport alternatifs à l'automobile. Il est primordial de lier les stratégies entre elles et de favoriser des solutions plus englobantes et susceptibles de toucher la population.

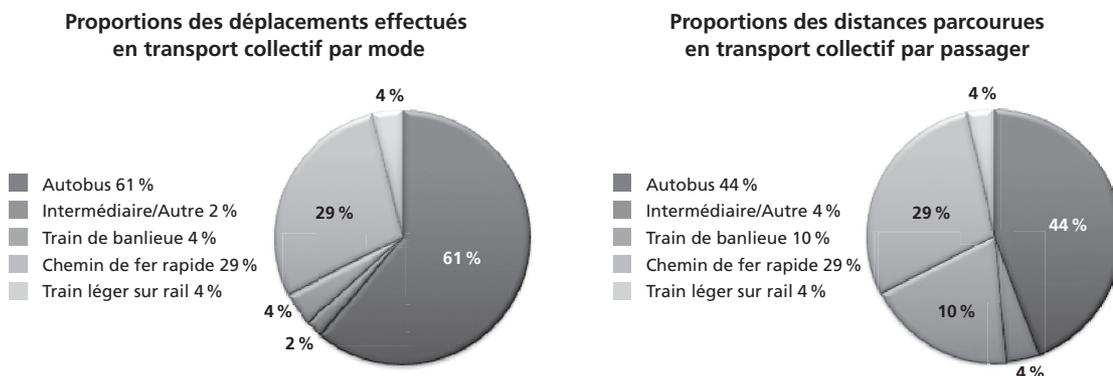
Des travaux récents ont été effectués en collaboration avec le Département de l'énergie du gouvernement des États-Unis, dirigé par Steven Chow, récipiendaire d'un prix Nobel. Ce dernier avait déjà commencé à étudier les bénéfices de l'électrification des transports avant même que l'APTA ne prenne connaissance du dossier. L'APTA s'est toutefois engagée à approfondir cette question et à inclure la communauté des transports dans cette réflexion.

L'arrivée au pouvoir de l'administration américaine actuelle a insufflé un vent de fraîcheur en matière de gestion et de transport durables. Les concepts d'environnement viable et durable ont été mis de l'avant et l'APTA travaille pour les faire valoir dans chacune de ses actions et pour les rendre jour après jour toujours plus concrets. Par ailleurs, les congressistes travaillent sur la question du transport en établissant ce qu'ils appellent des repères ou objectifs annuels. Malheureusement, cela a été démontré au cours des dernières années, ce n'est pas une bonne façon d'aborder le problème. En effet, l'utilisation de critères fondés sur des perspectives à court terme engendre inévitablement des difficultés en matière de planification.

Des fonds importants sont maintenant consentis au secteur du transport et surtout à de nouvelles priorités, comme la durabilité, la viabilité des espaces, et la réalisation de projets avec des énergies propres. De plus, une part des fonds est consacrée à l'éducation. En effet, afin que les dirigeants des associations de transport, mais aussi les agents gouvernementaux et la population, reconnaissent l'interrelation entre les changements climatiques et le transport, il a fallu des efforts importants d'éducation et de sensibilisation. Des méthodes de

mesures permettent aujourd'hui d'indiquer à quel point l'amélioration des transports individuels et collectifs est susceptible de réduire les émissions des gaz à effet de serre. Il a été prouvé que la prépondérance du transport collectif est liée à la substitution de déplacements qui auraient autrement été effectués en automobile. Cela signifie également moins de congestion routière et une plus faible empreinte environnementale pour la communauté. C'est la manière la plus réaliste et la plus sensée d'entrevoir les choses actuellement.

FIGURE 6.1.
ACHALANDAGE DES TRANSPORTS COLLECTIFS PAR MODE



Source : American Public Transportation Association (APTA).

Par ailleurs, la situation économique particulièrement difficile des dernières années aux États-Unis se reflète par un taux de chômage atteignant les 10 %. L'APTA tente donc de faire des recoupements entre la nécessité de développement économique, le besoin de desserte en transport en commun, et les retombées et emplois générés par la mise en chantier d'infrastructures de transport. Ces grands projets sont, en effet, source d'emplois et donc favorables à la relance et au maintien à long terme de l'économie, et ce, malgré les importants investissements de départ nécessaires. De plus, il est intéressant d'entrevoir cette période de crise comme une période de restructuration. Les énergies propres sont en plein développement et la recherche et le développement dans ce secteur favorisent aussi la création d'emplois. La situation est similaire dans le secteur des transports collectifs. Celui-ci est en pleine croissance et son rôle est de plus en plus déterminant, clair et reconnu de tous.

En 1982, des efforts étaient déjà effectués afin de contrer les problèmes d'approvisionnement en essence, la fluctuation de son coût, la congestion routière et la pollution. Or ces problèmes sont encore présents aujourd'hui. Il faut nécessairement mettre de l'avant de nouvelles mesures plus intégrées et structurantes.

À la lumière des informations recueillies, on constate que l'électrification des transports engendre des coûts initiaux non négligeables. En contrepartie, il s'agit d'un investissement voué à desservir une collectivité à long terme. L'achat et l'entretien d'une automobile représentent des milliers de dollars annuellement pour l'utilisateur, en plus du coût d'achat initial et des conséquences néfastes liées à l'utilisation de ce mode de transport. C'est pourquoi on peut s'étonner de la controverse que suscite, aux États-Unis, la taxe de 18 sous sur l'essence pour financer le transport collectif. Les investissements sont totalement disproportionnés entre le transport collectif et le transport individuel. L'industrie du transport individuel représente près de 48 milliards de dollars, mais l'industrie du transport collectif est encore plus importante en termes d'infrastructures et d'emplois, pourtant très peu de fonds lui sont consentis.

Afin d'étayer l'importance du changement de cap en matière de consommation et de sources d'énergie utilisées, voici quelques statistiques. Près de 70 % de l'énergie consommée provient du pétrole et 29 % de cette énergie est utilisée pour le transport. Vingt milliards de barils de pétrole par jour sont actuellement nécessaires pour répondre à la demande et la tendance est croissante. Les estimations laissent croire que, sous peu, 27 milliards de barils par jour seront nécessaires à l'approvisionnement des États-Unis uniquement. Par ailleurs, le Canada est avantagé par le fait que l'hydroélectricité y est déjà utilisée de façon importante depuis plusieurs générations, contrairement à ce qui se fait aux États-Unis. La grande disponibilité et le faible coût de cette ressource énergétique positionnent favorablement le Canada en vue de l'électrification des transports à grande échelle.

Toutefois, l'utilisation adéquate du territoire et l'implantation de systèmes de transport desservant correctement celui-ci sont nécessaires, et ce, avant même de penser à électrifier les transports. Une planification logique et réfléchie pourrait à elle seule représenter une avancée majeure sur le plan économique et environnemental. L'approche actuelle en matière de transport n'est pas durable. L'APTA croit qu'il est possible de changer la politique en matière de transport aux États-Unis et de l'améliorer significativement. Le système de transport public représente une solution à plusieurs des problèmes mentionnés précédemment. Ainsi, l'électrification des transports contribue à la réduction de la congestion routière, à l'amélioration de la qualité de l'air, en plus d'attirer de la clientèle dans le réseau de transport public et donc d'en favoriser le développement.

Aux États-Unis, il est possible de constater que près de 53 % des déplacements en transport en commun sont effectués en autobus et 42 % se font sur rail. Qui utilise le transport public aux États-Unis? Des sondages ont démontré que le transport collectif est utilisé par des personnes de tous horizons. L'offre de transport est un élément primordial qui conditionne l'utilisation ou non des transports collectifs.

Par ailleurs, il y a des discussions à Hamilton et à Ottawa, en Ontario, à propos du type de transport souhaitable, et ce, à savoir entre le bus à transit rapide (*Bus Rapid Transit* – BRT) ou le système léger sur rail. Les résidents doivent indéniablement avoir l'occasion d'exprimer leur point de vue sur le projet. L'APTA est d'avis qu'il ne devrait pas y avoir de pressions de la part du gouvernement fédéral quant au choix du système de transport à prioriser. La gamme des technologies disponibles est maintenant très vaste et seuls les besoins et caractéristiques locaux devraient conditionner le choix final. Il faut toujours garder à l'esprit que ce nouveau mode de transport se doit d'être durable, mais aussi adapté et apprécié de la clientèle.

Bien que les systèmes sur rails ne soient pas tous électrifiés à ce jour, la tendance est croissante. Aux États-Unis, une grande proportion des systèmes sur rail est électrifiée, notamment dans le Nord-Est.

En ce qui a trait au système léger sur rail, 36 systèmes sont présents sur le territoire et toujours en utilisation à ce jour. La majorité d'entre eux ont été mis en service dans les années 1980. Sept de ces systèmes plus anciens fonctionnaient dans des espaces où circulaient aussi des voitures. Les systèmes légers sur rails sont aujourd'hui davantage utilisés pour effectuer la liaison entre le centre et la périphérie et de moins en moins pour effectuer des liaisons intérieures dans la ville. Donc, les critères pour la mise en place de tels systèmes sont différents aujourd'hui. Plusieurs projets sont en préparation, mais une problématique principale demeure: le manque de fonds pour la réalisation de tous ces projets. Il s'agit d'un obstacle récurrent qui limite indéniablement l'expansion des systèmes de transport collectif vert.

La popularité du métro est aussi en expansion, bien que de façon moins marquée. Seize systèmes de métro seraient en activité aux États-Unis, et ce, de manière très intensive, comme c'est le cas à New York, Chicago, Philadelphie et Boston.

Pour ce qui est des trains à grande vitesse, l'administration américaine, à la surprise de plusieurs, a mis de l'avant un comité afin d'étudier la possibilité d'implanter des systèmes de train à grande vitesse sur le territoire et simultanément de stimuler, par ces grands chantiers, l'économie américaine. Donc après des années d'études et de réalisation de rapports, il y a maintenant de plus en plus d'investisseurs désireux de concrétiser ce projet. Le leadership du gouvernement dans ce dossier a envoyé aux entreprises un signal quant au sérieux du projet. Celles-ci sont désormais désireuses d'y contribuer, tout comme les médias et les États qui ont, eux aussi, été convaincus du réalisme d'un tel projet.

La création, l'implantation et l'opération de ces systèmes seront une source importante d'emplois et représenteront un puissant moteur de développement économique. On espère voir les employeurs chercher de la main-d'œuvre et non seulement voir des travailleurs en recherche d'emploi, comme c'est souvent le cas en période de récession économique. De plus, ce genre de projet propose une vision de ce que sera le transport de demain.

L'idée clé est d'offrir au public plus de choix en matière de transport et de lui fournir l'information nécessaire afin qu'il soit en mesure de faire les bons choix. La réalisation d'études pour connaître les besoins en matière de transport et les préférences des individus est indispensable. Ainsi, près de 59,2 milliards de dollars sont prévus annuellement pour le transport de la part des différents paliers gouvernementaux, mais seuls 14 milliards par an sont réellement attribués. L'APTA travaille donc pour faire connaître des projets porteurs et sensibiliser le public tout comme les élites politiques à l'importance de tels investissements. Près de 88 projets sont prêts à être mis en œuvre et n'attendent que l'aval des gouvernements et leur financement pour être lancés. L'APTA tente de faire en sorte, là où des systèmes de transport collectif sont nécessaires, de rallier les acteurs privés et publics autour d'un objectif mobilisateur.

FIGURE 6.2.
LE TRANSPORT EN COMMUN DIMINUE NOTRE DÉPENDANCE FACE
AUX ÉNERGIES IMPORTÉES; RÉDUIT NOTRE CONSOMMATION D'ÉNERGIE

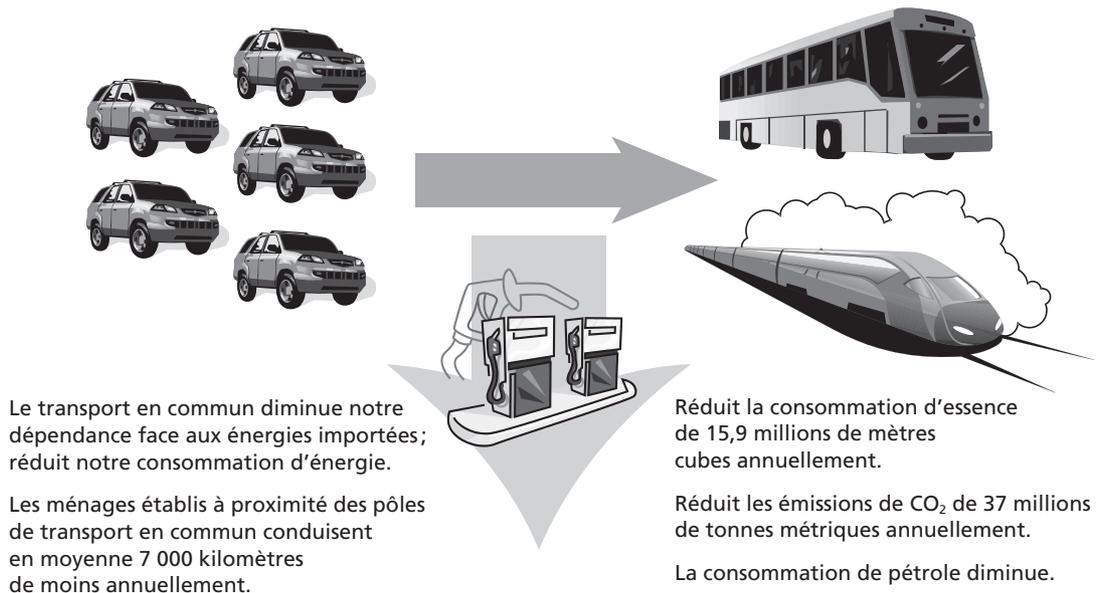


FIGURE 6.3.
PROPORTIONS DES SOURCES DE REVENUS
DÉDIÉS AU TRANSPORT COLLECTIF PAR LE
GOUVERNEMENT FÉDÉRAL AUX ÉTATS-UNIS

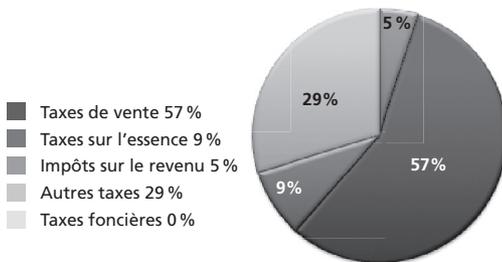


FIGURE 6.4.
PROPORTIONS DES SOURCES DE REVENUS
DÉDIÉS AU TRANSPORT COLLECTIF PAR LES
GOUVERNEMENTS LOCAUX AUX ÉTATS-UNIS

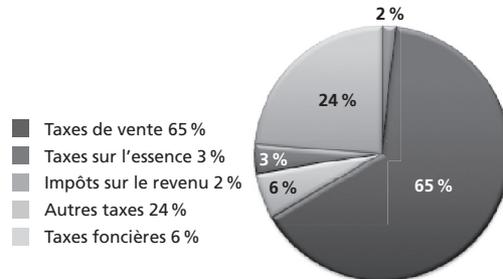
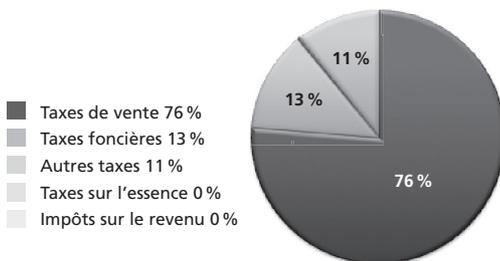


FIGURE 6.5.
PROPORTIONS DES SOURCES DE REVENUS DIRECTEMENT GÉNÉRÉS POUR L'OPÉRATION
DU TRANSPORT COLLECTIF



Source : American Public Transportation Association (APTA).

Contrairement à un mythe répandu, au cours des dix dernières années, dans 70 % des cas, la population a accepté une augmentation de ses taxes pour l'implantation de systèmes de transport collectif pouvant desservir une grande proportion de la population. En effet, lorsque la démonstration du bienfait de tels réseaux est faite, il est rare que la population s'y oppose. Combien d'argent peut-on épargner en ayant une voiture de moins par ménage ? Les statistiques aux États-Unis démontrent que 19 % du budget total d'un ménage est consacré au transport, cela est supérieur aux fonds alloués à la nourriture et aux frais de santé combinés. Le transport collectif est donc une solution tout à fait logique par rapport à ces informations. La situation est d'autant plus urgente quand on constate l'accroissement de la concentration de la population dans les centres urbains.

Malgré tous les efforts investis en matière de transport sur rail et de transport collectif durable, la présence de l'automobile et d'autres modes de transport routier persistent de façon importante. Les autobus, par exemple, malgré l'expansion notable d'autres modes de transport, détiennent encore une part considérable du marché. L'apparition des véhicules hybrides rechargeables, il y a quelques années, et celle prochaine des automobiles électriques justifie l'importance des infrastructures routières, notamment pour le transport des marchandises. Malgré la croissance souhaitée des modes de transport collectif, il semble donc que les routes ne sont pas du tout en voie de disparaître et qu'elles persisteront à être grandement utilisées.

Il est intéressant de souligner quelques statistiques à propos de gaz à effet de serre. Après une étude en profondeur de la question, les systèmes de transport actuels, sans même tenir compte des avancées et améliorations qui seront apportées dans les prochaines années, permettent une réduction de 37 millions de tonnes métriques d'émissions annuellement. L'énergie économisée correspond à 4,16 milliards de gallons d'essence.

Par ailleurs, le financement est le nerf de la guerre en matière de transport. Il y a plusieurs types de fonds disponibles pour mener à bien des projets. Il y a les fonds provenant du fédéral, des États, des localités, des mesures fiscales particulières et bien sûr des sommes provenant du secteur privé. Il faut être en mesure d'avoir accès à ces sources de financement fiables et durables. Or les modèles de demande sont, encore aujourd'hui, conçus en fonction de projets traditionnels, soit des modes de transport alimentés à l'essence, donc parfois inadéquats pour faire valoir les bénéfices liés à des projets de transport électrifié.

Enfin, par rapport à la question des trains à grande vitesse, il faut indéniablement que le fédéral soutienne les grands projets, mais aussi que les localités aient la possibilité de se prononcer sur le type de transport qui leur serait approprié. En effet, il serait incohérent d'installer un train à grande vitesse qui accélérerait jusqu'à 200 km/h, mais qui devrait s'arrêter à chaque mile de distance, puisque c'est de cette façon que sont configurés les espaces urbains dans une bonne partie des États-Unis. Une accélération intense suivie presque immédiatement d'une décélération constitue un gaspillage d'énergie et n'est pas une solution souhaitable. Il faut donc réfléchir à la configuration du territoire, aux populations à desservir et, par la suite, aux modes de transport adaptés selon les cas. Il est aussi pertinent de s'inspirer des expériences menées par d'autres pays et d'évaluer leurs avantages et inconvénients en regard des particularités locales. Il est aussi possible d'en apprendre davantage quant à la structuration et à la demande de main-d'œuvre, aux coûts, aux avantages et inconvénients, aux infrastructures et autres éléments nécessaires. Le financement des projets reste un défi de taille. Il faut exiger des dirigeants des projets fiables et des estimations fondées et réalistes. Il est aussi nécessaire

d'avoir un type d'entente favorisant le partage des risques, puisqu'un projet d'envergure comme la construction d'un système de train à haute vitesse est nécessairement accompagné d'imprévus. Il est certes possible de prévoir les retombées éventuelles et les risques encourus, mais il faut tout de même que les acteurs du projet soient prêts à continuer dans l'éventualité, par exemple, où des dépassements de coûts surviendraient. De plus, il est souhaitable de s'inspirer des modèles internationaux existants, mais en les considérant dans leur contexte. Les États doivent proposer des projets incluant un partage des frais et dans lesquels ils sont parties prenantes. Lorsqu'il est question d'implantation de modes de transport nouveaux, il est primordial de considérer prioritairement les questions d'amélioration de la mobilité, de performance des engins, mais aussi de création d'emplois; d'ailleurs, cette notion est particulièrement intéressante en période de crise économique comme aujourd'hui. Finalement, il faut maximiser l'utilisation des infrastructures existantes, éviter leur étalement et assurer une interconnexion entre tous les modes de transport.



Des expériences étrangères dont le Québec pourrait s'inspirer

PIERRE LAVALLÉE

*Directeur général,
Centre national des transports avancés (CNTA)*

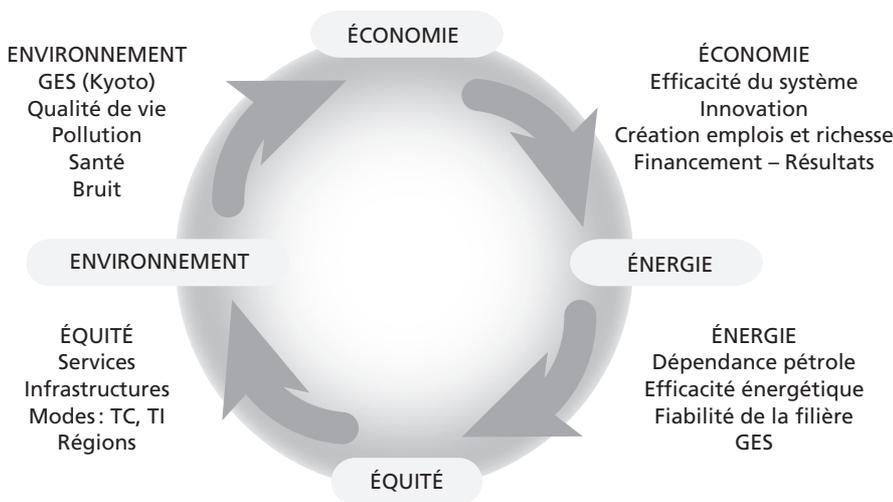
Plusieurs pays dans le monde ont mis au point des expériences en matière de transport dont nous pouvons nous inspirer. Au premier abord, ce flux d'informations est vaste et complexe. Aussi, grâce aux réflexions proposées dans ce texte, il sera possible de faire le tri et de cibler quelques-unes de ces expériences, leurs avantages ainsi que leurs inconvénients, mais aussi, dans certains cas, leur transposition potentielle dans le système québécois. Certaines expériences étrangères sont déjà source d'inspiration et il est fort à parier qu'elles se refléteront dans le plan d'électrification des transports promis par le gouvernement du Québec depuis déjà un certain temps.

L'Europe est l'une des régions du monde où les efforts en développement durable sont particulièrement bien structurés et intégrés. À ce titre, le président de la Commission européenne, José Manuel Barroso, insistait sur le fait que le développement des véhicules électriques, associé au transport durable, aura des répercussions importantes. « La prochaine Commission doit continuer à promouvoir [...] la décarbonisation de notre approvisionnement en électricité et celle du secteur des transports, de tous les transports, y compris le transport maritime et aérien, ainsi que le développement de voitures propres et électriques¹. » Un cahier des charges a été mis au point afin d'arriver, à brève échéance, aux résultats escomptés en matière d'électrification des transports.

1. <<http://www.ipcc.ch>>.

L'Union européenne tente ainsi de devenir un leader mondial de l'électromobilité en proposant des actions ambitieuses pour lever les verrous technologiques, économiques et règlementaires qui entravent l'émergence d'une véritable alternative au véhicule thermique. Le développement de la standardisation des infrastructures de recharge et d'une partie des véhicules, l'amélioration de l'autonomie et de la durée de vie des batteries tout en réduisant leur coût ainsi que la limitation du poids et du volume des composants sont quelques-unes des préoccupations sur lesquelles se penche la commission. Notons également l'investissement croissant pour la création d'une infrastructure de recharge et d'opérations correspondantes, l'intégration de la problématique du véhicule électrique dans l'adaptation des infrastructures électriques ainsi que l'adoption de filières de recyclage des nouvelles technologies de batterie.

FIGURE 7.1.
ENJEUX DE LA MOBILITÉ



Source : Centre national des transports avancés (CNTA).

Les principaux enjeux concernent la standardisation et le développement des technologies de recharge, l'autonomie et la durée de vie des batteries ainsi que le recyclage de leurs composants. Les dirigeants et les industries influentes de l'Union européenne se penchent sur ces enjeux. Il est aussi question de privilégier l'adoption de ces nouvelles technologies en mettant en place des mesures appropriées, comme des incitatifs fiscaux ou encore des stationnements réservés. À cet effet, il est possible de s'inspirer de pays comme l'Angleterre,

L'Espagne, la Belgique et la France qui ont mis de l'avant des initiatives sont somme toute comparables à ce qui commence à se faire au Québec avec des programmes comme les déductions fiscales à l'achat d'un véhicule électrique, pouvant aller à près de 8 000 \$. En ce sens, le Québec se joint au rang des pays les plus avancés en matière d'électrification des transports et tente d'y demeurer, s'illustrant principalement sur le plan des incitatifs fiscaux.

Évidemment, lorsqu'il est question de mobilité électrique en transport public, il faut comprendre que cela touche plusieurs domaines, que l'on pense, entre autres, à l'autobus, au tramway, au téléphérique, etc.

Ce sont toutes des technologies qui circulent d'ores et déjà librement sur les routes européennes. Les Européens ont aussi dû faire face à une explosion du parc automobile et tentent toujours de réagir afin de limiter les conséquences néfastes de la propagation de l'automobile solo traditionnelle. Cette explosion continue à poser un défi en Occident, mais représente aussi un défi de plus en plus considérable en Europe de l'Est et en Asie. Malgré les mesures mises en place dans plusieurs grandes villes du monde afin de limiter la croissance du parc automobile, des données de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) prévoient que le parc automobile mondial va doubler d'ici 2030. Un autre élément particulièrement intéressant concerne l'augmentation importante du kilométrage, ce qui fait en sorte que nous sommes en présence simultanément d'une croissance du nombre de véhicule, mais aussi de la distance parcourue, et ce, malgré les solutions imaginées et mises en place à ce jour. Lorsqu'il est question de mobilité et des dommages liés à l'exacerbation de cette mobilité, il faut aussi prendre en considération des éléments tels que la pénurie annoncée d'énergies fossiles et l'accroissement de la population mondiale plus particulièrement dans les milieux urbains denses. Tout ceci a incontestablement des impacts sur l'environnement et sur la qualité de vie des individus.

La façon la plus concrète de prendre en compte la juxtaposition de ces phénomènes est de regrouper ces variables sous la forme de grandes questions économiques, énergétiques et environnementales. Chacune de ces questions soulève des interrogations encore plus précises qui sont étudiées par les scientifiques du monde entier, comme l'impact des voitures sur la qualité de l'air par rapport aux différents modes de transport en commun. La question de la dépendance au pétrole est un autre exemple éloquent, d'autant plus que l'on sait que près de 99 % des moyens de transport au Québec sont dépendants des carburants découlant de cette ressource fossile. Cette problématique est une réalité dans nombre de pays, ce qui explique les efforts dans plusieurs régions du monde pour réduire cet état de dépendance.

TABLEAU 7.1.
TRANSPORT PUBLIC ÉLECTRIQUE : PRÉSENCE ET DISPONIBILITÉ

	Québec	Monde	Bombardier
Métro	Oui	Oui	Oui
Train léger rail (SLR)	Non	Oui	Oui
Tramway sur pneus	Non	Oui	Oui
Tram-Trains	Non	Oui	Oui
Transport guidé automatisé (APM)	Non	Oui	Oui
Trolleybus	Non	Oui	Non
Navette automatisée câble	Non	Oui	Non
Train grande vitesse (TGV)	Non	Oui	Oui
Train régional	Oui	Oui	Oui
Bus électrique (BHR)	Oui	Oui	Non
Bus hybrides	Oui	Oui	Non

Source : Centre national des transports avancés (CNTA).

TABLEAU 7.2.
VÉHICULES ÉLECTRIQUES AU QUÉBEC

Métro de Montréal
Train de banlieue Deux-Montagnes
Funiculaire et télécabine (câble)
Bus hybride et électrique
Auto électrique et hybride rechargeable
Véhicule utilitaire et à basse vitesse
Surfaceuse de glace
Bateau moteur
Vélo
Appareil de transport personnel motorisé

Source : Centre national des transports avancés (CNTA).

Par ailleurs, lorsqu'il est question de voitures et de camions légers électriques, ce qu'il est intéressant de soulever est le processus pour parvenir à une commercialisation massive de ces véhicules qui demeurent encore trop peu répandus.

Pour y parvenir, des facteurs tels que la souplesse d'utilisation, la fiabilité, la compétitivité des prix à l'achat, les coûts d'entretien et de réparation doivent être pris en considération. La présence d'incitatifs comme des remises en argent ou des réductions sur coût unitaire de ces véhicules souvent plus chers que les véhicules conventionnels, des stationnements gratuits ainsi que la présence de voies réservées sont des éléments pouvant contribuer à une popularisation rapide des voitures et camions électriques. De plus, mettre l'accent sur les avantages environnementaux de ces véhicules, comme le fait qu'ils seront moins polluants en raison de leur cycle de vie complet et aussi le fait qu'ils sont socialement plus acceptables, contribue à leur attractivité.

L'un des pays qui a retenu notre attention en matière d'électrification des transports est la France. En effet, récemment, plusieurs déclarations relatives au transport durable ont été faites. En octobre 2009, le gouvernement français annonçait son Plan national de véhicules électriques. De plus, la France a le projet de faire circuler 2 millions de véhicules sur son territoire d'ici 2020. Il est possible d'imaginer le progrès que suppose cette affirmation. Cette politique est fortement soutenue par les organismes qui protègent l'environnement. Les prédictions actuelles considèrent qu'à l'horizon de 2025, les véhicules électriques et hybrides rechargeables devraient représenter près de 27% du marché européen estimé à 50 à 90 milliards d'euros. Évidemment, avec de telles estimations, il est compréhensible de constater l'accentuation de la recherche et du développement chez les constructeurs automobiles, toujours à l'affût de nouveaux marchés potentiels.

Par ailleurs, il est intéressant de souligner que les Français étaient loin d'être en retard dans ce domaine. En effet, en comparaison avec l'annonce des gouvernements provincial et fédéral canadiens en matière de réduction des gaz à effet de serre, la norme québécoise en 2010 était fixée à 180 grammes de CO₂ par kilomètre. Cette mesure était considérée par les constructeurs automobiles et concessionnaires d'ici comme étant très avant-gardiste. Pourtant, est-il nécessaire de souligner que la moyenne des émissions de CO₂ par kilomètre pour les véhicules neufs en Europe était d'ores et déjà de 133 grammes? Alors, si les pays européens ont décidé d'aller encore plus loin et de mettre l'accent sur les véhicules électriques et hybrides, c'est parce qu'ils considéraient qu'il y avait encore du chemin à faire, notamment dans le domaine du transport individuel.

Dans la foulée de ces engagements, le gouvernement français a annoncé, le 23 avril 2010, une opération d'achat groupé de 50 000 véhicules électriques. Pour la France, il s'agit d'amorcer le mouvement et d'annoncer la propagation de ce type de véhicules. De grandes sociétés se sont aussi mises ensemble pour lancer un appel d'offres aux constructeurs pour au moins 50 000 véhicules. Le processus est en place, ou en voie de l'être, au moment actuel. La commande pourrait même aller jusqu'à 100 000 véhicules. Chez nous, on

pourrait imaginer que les municipalités du Québec, les propriétaires de grandes flottes de véhicules comme Bell Canada, Hydro-Québec, Poste Canada et bien d'autres entreprises pourraient, elles aussi, décider sous peu d'effectuer un achat groupé. D'ailleurs, ce genre de plan est de plus en plus discuté ici au Québec, le cas de la France constituant un bon modèle.

Un autre élément très important quant aux véhicules électriques et hybrides rechargeables concerne la filière batterie. Il s'agit d'un chaînon complexe. Pour pallier le plus possible cette difficulté, les Français ont décidé d'investir dans ce domaine à travers différents programmes. Le consortium mené par Renault, par exemple, va permettre de développer des batteries grâce aux fonds investis tant par le privé que par le gouvernement. En effet, le gouvernement français a décidé de soutenir son industrie fabricante de batteries. Un autre élément intéressant est lié aux montants investis pour apprendre à mieux gérer les batteries devenues inopérantes. Pour être logique et favoriser un environnement plus sain, le changement de mode doit indéniablement se pencher sur la question de la gestion des batteries après leur vie utile et c'est précisément ce que font les industries de recherche en ce moment. La possibilité de donner une seconde vie aux batteries par l'intermédiaire du recyclage est à l'étude.

Un autre aspect important lié à l'industrie des véhicules électriques et hybrides rechargeables concerne les infrastructures de recherche. Il est encourageant de constater que le scénario français de développement prévoit aujourd'hui la mise en place de 900 000 points de recharge, dont près de 75 000 points de recharge qui seront accessibles dès 2015. L'implantation devrait se poursuivre pour atteindre près de 4 millions de points de recharge privés et 400 000 points de recharges publics en 2020. Il s'agit incontestablement d'une décision spectaculaire qui engendrera des investissements massifs et susceptibles de transformer à long terme les villes françaises. Par la mise en place de ces infrastructures, on vise à structurer et stimuler l'offre industrielle. Ces technologies doivent, de plus, être développées, testées et implantées sur le territoire. Nous assistons donc à une situation de prise en main par l'État pour faire bouger les choses plus rapidement et dans la direction souhaitée.

Par ailleurs, une fois ces infrastructures de recharge construites, il faudra les intégrer. Pour ce faire, 12 arrondissements pilotes se sont engagés à déployer des infrastructures dès 2010. Ces projets pilotes permettront d'évaluer les besoins du public, la manière dont la population va utiliser ces infrastructures, etc. Il est alors question d'un marché estimé à 200 millions d'euros par an à l'horizon de 2020 sur la base de l'objectif d'un parc de 2 millions de véhicules.

Outre l'Europe, le Japon constitue aussi une importante source d'inspiration pour le Québec. En matière de recharge rapide (400 volts), plusieurs protocoles de recherche sont en cours afin de maîtriser l'un des types de recharge les plus complexes à mettre en œuvre et qui demande le plus de recherche-développement à ce jour. Un consortium japonais, qui œuvre déjà depuis

plusieurs années à ce projet, regroupe Toyota, Nissan, Mitsubishi et plusieurs autres sociétés pour rendre disponible aux pays du monde qui le souhaitent une structure de recharge rapide extrêmement efficace.

De retour en France, en ce qui a trait aux projets particulièrement significatifs, il y a Autolib' Paris. Il s'agit d'un parc de près de 3 000 véhicules en usage libre. Ce projet tente de répondre à une nouvelle réalité de mobilité par l'intermédiaire de l'autopartage. Ce mouvement, bien que moins répandu, est aussi présent au Québec par l'intermédiaire de Communauto. À Paris, Autolib' est un service d'autopartage qui fonctionne jour et nuit, 7 jours sur 7. Il compte un réseau de 700 stations et l'usage de la voiture se fait moyennant des frais somme toute très abordables. Bien sûr, l'implantation d'un réseau semblable occasionne des coûts. À Paris, le coût s'est élevé à près de 250 millions d'euros, dont 50 millions à la charge des collectivités locales. Le chiffre d'affaires annuel est de près de 100 millions. Quatre consortiums se sont fait concurrence afin d'avoir le contrat du renouvellement d'une grande partie du parc automobile d'Autolib' en véhicules électriques. Il s'agit d'une expérience très intéressante et significative. Par ailleurs, ce concept de véhicules en libre-service avait été développé en France avant le projet Autolib'. Le plus ancien projet a d'abord été élaboré dans la ville de La Rochelle et comptait à ses débuts seulement 50 véhicules. Dans ce cas précis, la Ville a depuis rétrocédé son service à la compagnie Veolia. Celle-ci a depuis lancé un appel d'offres international afin de renouveler sa flotte de véhicules, puisque celui-ci est encore, pour l'instant, composé de voitures Peugeot de première génération.

Une autre expérience particulièrement intéressante se déroule à Strasbourg et soulève, par ailleurs, beaucoup de questionnements. Ainsi, à Strasbourg, Toyota compte introduire quelques centaines de ses modèles Prius nouvelle génération branchables. Ce projet devrait s'élargir à l'Allemagne et devenir, par le fait même, encore plus englobant. Qui sont les acteurs et en quoi consiste le projet concrètement? En fait, il regroupe de nombreux partenaires tels que EDF, Shnidlers, Technolia et plusieurs autres.

Dans certains cas, ces partenaires sont responsables de l'installation de points de recharge. Donc, plusieurs entreprises sont responsables de l'implantation de bornes, ce qui va permettre de tester différentes technologies sur le terrain, et ce, autant dans les milieux résidentiels, commerciaux que privés. Des bornes de recharge communicantes, avec lesquelles il est possible d'obtenir un certain nombre d'informations, seront installées afin de faciliter l'utilisation par l'utilisateur. Elles lui permettront aussi d'avoir des informations quant à l'état de la batterie et au coût de la recharge. De plus, des applications comme le iPhone intègrent déjà des fonctions permettant de localiser les bornes libres et donc de simplifier la vie des usagers. Ce que l'on tente de comprendre avec ce genre de projet est comment l'utilisateur vit et fonctionne avec ce type de véhicules branchables. Dans le cas de Strasbourg, il est question de 100 véhicules hybrides

rechargeables de Toyota regroupés dans la même ville et non pas dispersés sur un territoire élargi correspondant à une aire métropolitaine. Une question persiste tout de même : qui devrait payer pour la réalisation et l'implantation de ces bornes de recharge ? Il s'agit d'un enjeu bien réel qui se pose actuellement. Est-ce la compagnie productrice d'énergie électrique qui doit payer ? La ville ? Cette question est encore en suspens de manière générale.

Du côté de l'Espagne, on constate que ce pays a aussi des ambitions assez spectaculaires, ayant un objectif d'un million de véhicules électriques rechargeables, mais cette fois d'ici 2014. Ce projet se justifie par le fait qu'il est question de véhicules électriques, d'hybrides rechargeables et de véhicules hybrides classiques. Il n'en reste pas moins qu'une bonne partie de la communauté européenne, dont la France, l'Espagne, l'Angleterre et plusieurs autres pays se sont engagés dans une volonté de promouvoir ce type de véhicules plus verts et qu'ils vont de l'avant en établissant des objectifs clairs et ambitieux.

En Allemagne, la première puissance automobile d'Europe et l'un des pays producteurs de véhicules les plus réputés au monde, des mesures concrètes sont aussi implantées depuis déjà quelques années. Effectivement, ce pays vise, d'ici 2020, un million de véhicules électriques. Ce positionnement en faveur des véhicules électriques est toutefois relativement récent pour l'Allemagne qui a tardé à développer ce créneau, mais qui se voit quelque peu forcée aujourd'hui de s'inscrire dans la course. En effet, le diesel, largement utilisé en Allemagne, ne constitue plus une option avantageuse d'un point de vue environnemental, comparativement à l'électricité. Volkswagen a d'ailleurs lancé un programme de promotion des véhicules électriques.

À l'extérieur du continent européen cette fois, le super projet de l'organisation « *Better Place* » est en cours. Dans cette lignée, la Banque HSBC a annoncé un investissement de 350 millions. *Better Place* est capitalisée actuellement à raison de 1,2 milliard de dollars américains. Il s'agit d'une organisation basée originellement en Californie qui a décidé de se lancer à la conquête de la planète en fournissant un service intégré pour véhicules électriques. Les Californiens ont commencé à travailler de manière significative avec Israël. Ils sont aussi les premiers à avoir établi des programmes de promotion à grande échelle dont le début est prévu en 2011. Ce projet est présent au Danemark, au Portugal, aux États-Unis, en Australie, en Ontario, au Canada et à bien d'autres endroits. *Better Place* offre donc un service intégré en plus d'offrir des véhicules électriques normaux, mais l'organisation veut aussi effectuer des tests pour l'implantation éventuelle de taxis électriques au Japon. Il s'agit donc d'un acteur très important proposant une solution clé en main et déjà présent presque partout sur le globe.

Un autre élément incontournable en matière d'électrification des transports est la question du transport collectif et de son évolution. Une conclusion est évidente : les modes de transport électrifiés ne sont pas très répandus ici au Québec. Cette situation est d'autant plus paradoxale que plusieurs entreprises locales sont reconnues mondialement et produisent des technologies performantes de transport utilisant l'électricité. On note aussi que les transports publics dans le monde sont très électrifiés et que Bombardier a plusieurs solutions technologiques à point. En matière de transport collectif au Québec, des secteurs sont peu ou pas électrifiés et d'autres véhicules font l'objet d'analyses comme le trolleybus, etc. Dans ce domaine un certain nombre de questions demeurent non résolues, notamment à cause de variables technologiques.

En guise de conclusion, il est intéressant de constater que la Communauté européenne a élaboré un projet nommé SIVITAS. Il s'agit d'un projet important qui inclut 36 villes et repose sur un budget de près de 300 millions d'euros. L'objectif est d'évaluer les modes de transport propres et leur performance. À ce jour, l'électricité dans les transports au Québec représente 0,2 TW/heure, soit essentiellement la consommation combinée du fonctionnement du métro de Montréal et du train de banlieue d'Oka. Au même moment, en France, c'est plus de 12 TW/heure qui sont consommés, soit près de 60 fois plus. La présence de TGV, métro, trolleybus et autres technologies dispersées sur tout le territoire contribue indéniablement à cette situation. Malgré les avancées significatives du Québec en matière d'électrification des transports, beaucoup d'efforts restent nécessaires afin d'améliorer l'efficacité des réseaux de transport de la province.



L'électrification des transports au Québec

L'idée est belle, la réalité est têtue !

CLAUDE VILLENEUVE

*Directeur, Chaire en Éco-conseil
Professeur, Université du Québec
à Chicoutimi (UQAC)*

L' électricité est un vecteur d'énergie de haute qualité dont les divers usages dans une société moderne rendent la vie plus facile à de multiples égards. Transformer la force motrice en électricité ou l'inverse sont des processus physiques bien connus et maîtrisés, conceptuellement et techniquement, depuis plus d'un siècle. Dans la période du développement industriel toutefois, les usages de l'électricité comme source d'énergie dans les transports individuels et collectifs se sont heurtés à diverses difficultés, incluant la très forte compétition du moteur à essence qui présente l'énorme avantage de l'autonomie et du temps de recharge du réservoir. L'infrastructure nécessaire pour alimenter les centaines de millions de véhicules à essence qui sillonnent nos routes pour le transport des personnes et des marchandises s'est donc progressivement mise en place au xx^e siècle. Les conséquences de ce choix sur le développement des villes et du réseau routier ont été déterminantes et c'est sur le terrain des véhicules à essence que devront aujourd'hui faire compétition les véhicules électriques, qui sont la condition *sine qua non* de l'électrification des transports.

Le Québec, qui dispose d'abondantes réserves d'énergie renouvelable et qui est capable de générer de l'électricité à faible coût, paraît à première vue avantagé dans sa démarche visant à électrifier rapidement ses transports dans une stratégie visant à la fois l'autonomie énergétique et la lutte aux changements climatiques. Nous verrons dans cet article que les avantages escomptés, du moins sur le plan des changements climatiques, ne pourront pas utilement

contribuer à l'objectif annoncé par le gouvernement du Québec, soit de réduire ses émissions en absolu de 20 % par rapport au niveau de 1990, et ce, d'ici 2020. En conclusion, nous discuterons des voies à suivre pour favoriser de manière réaliste l'objectif d'électrifier les transports individuels et collectifs au Québec.

LE CONTEXTE DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES

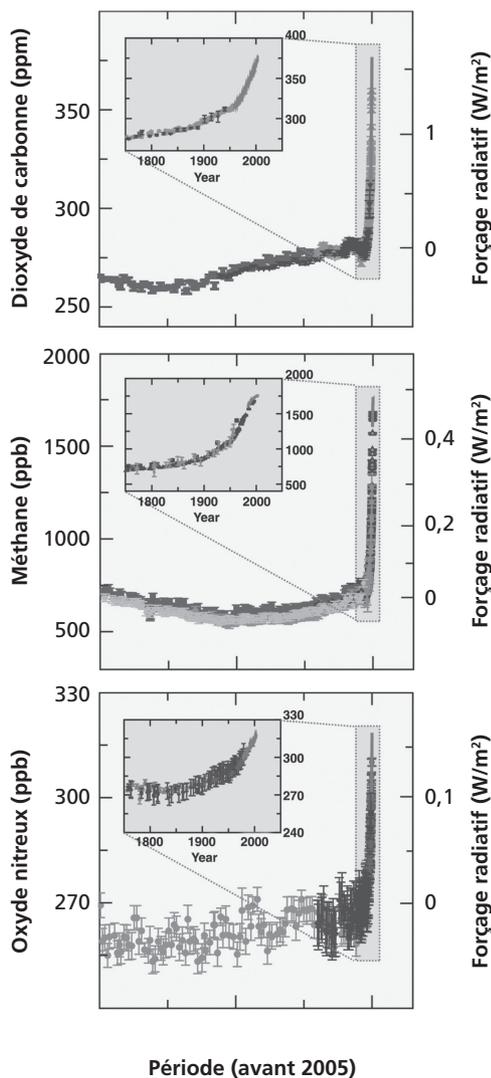
La dépendance de nos sociétés aux carburants fossiles (pétrole, charbon et gaz naturel) dans la fourniture de services énergétiques divers est telle que 80 % de l'énergie primaire consommée sur la planète provient de ces sources dont la combustion est le principal facteur de l'enrichissement de l'atmosphère en gaz à effet de serre (GES). La littérature scientifique recensée dans les rapports¹ du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) en 1990, 1995, 2001 et 2007 converge toujours plus vers un lien de cause à effet entre l'enrichissement de l'atmosphère en GES et le réchauffement du climat (Villeneuve et Richard, 2007). Pour l'immense majorité des spécialistes, on peut associer le réchauffement du climat planétaire enregistré au xx^e siècle (et qui se poursuit depuis) aux émissions de gaz à effet de serre provenant de divers secteurs de l'activité humaine.

La figure 8.1 montre les courbes d'évolution des trois principaux gaz à effet de serre naturels (dioxyde de carbone, méthane et protoxyde d'azote) au cours des 10 000 dernières années qui correspondent à la période du développement de l'agriculture. En médaillon, on peut voir le détail de l'évolution de ces mêmes gaz au cours des 250 dernières années qui correspondent, quant à elles, au développement de la société industrielle. Il est à noter que la société agricole a principalement contribué à l'augmentation des GES par la déforestation nécessaire pour libérer des terres (libération de CO₂ par la combustion des arbres et perte de puits de carbone) et par la production de riz et de bétail, deux importantes sources de méthane. La société agricole n'a jamais compté plus d'un milliard d'êtres humains, ce qui limitait son impact potentiel sur la composition de l'atmosphère. La société industrielle, pour sa part, en tirant ses ressources énergétiques de manière croissante dans les combustibles fossiles, a amélioré sa productivité et permis la multiplication de ses effectifs par cinq en seulement 150 ans. Parmi les différences essentielles, la société industrielle produit du CO₂ par la combustion des carburants fossiles, mais génère aussi des quantités accrues de méthane par l'augmentation de la demande pour les produits agricoles (riz et viande) et de protoxyde d'azote par la production des engrais chimiques et la gestion des fumiers. Des populations agricoles de plus

1. <<http://www.ipcc.ch>>.

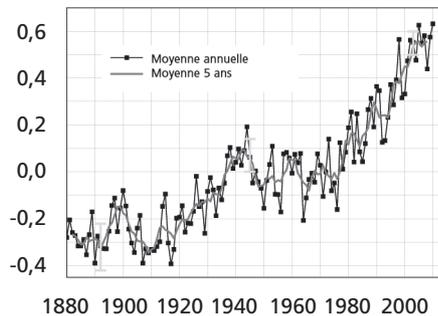
en plus marginalisées et nombreuses en zone tropicale ont aussi entrepris de prendre de nouvelles terres sur la forêt, favorisant ainsi les émissions liées au changement d'usage des terres.

FIGURE 8.1.
ÉVOLUTION DES GAZ À EFFET DE SERRE NATURELS AU COURS DES DERNIERS 10 000 ANS



La figure 8.2 montre l'évolution de la température moyenne globale dans les 130 dernières années, soit depuis que des relevés scientifiquement utilisables sont compilés. Selon les rapports successifs du GIEC, ces deux phénomènes sont liés. De plus, la poursuite des tendances observées dans l'utilisation des carburants fossiles et dans la croissance de la population laisse présager au cours de ce siècle une augmentation de 2,5 à 6 degrés Celsius, ce qui correspond à une différence de l'ordre de celle qui nous sépare du maximum de la dernière ère glaciaire.

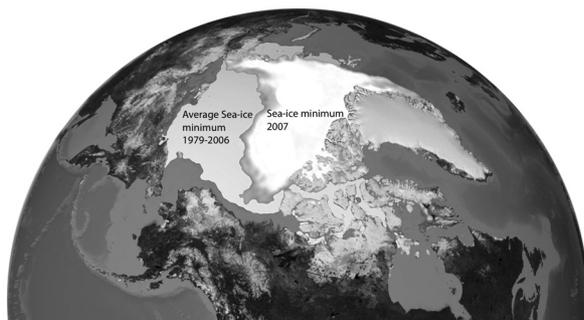
FIGURE 8.2.
ÉVOLUTION DE LA TEMPÉRATURE MOYENNE TERRESTRE DEPUIS 1880



Source : NASA, <<http://data.giss.nasa.gov/gistemp/graphs/fig.A2.lrg.gif>>, consulté en février 2010.

Cette augmentation de la température a déjà des impacts que l'on peut constater en particulier dans les latitudes élevées où l'augmentation de température se fait plus rapidement. La figure 8.3 nous montre, par exemple, l'étendue de la banquise (formée de glaces pluriannuelles) dans l'océan Arctique entre 1979 et 2007, telle que mesurée par des relevés satellitaires.

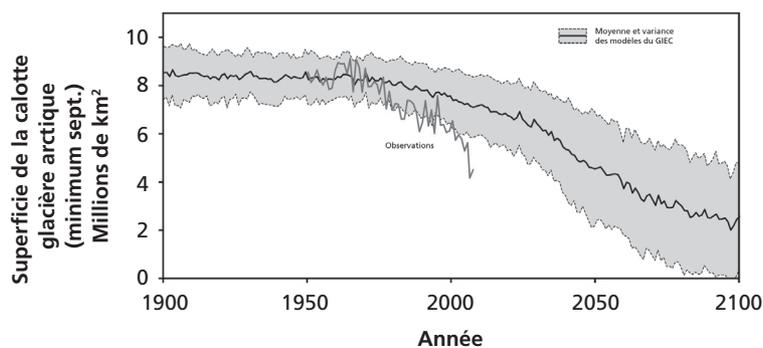
FIGURE 8.3.
ÉVOLUTION DE L'ÉTENDUE DE LA BANQUISE DANS L'OCÉAN ARCTIQUE DE 1979 À 2007



Source : NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization Studio, 2007.

La figure 8.4, pour sa part, montre que les prévisions de fonte qui avaient été simulées par les modèles climatiques sous-estiment grandement la vitesse de disparition de la banquise par rapport aux observations. Ces phénomènes inquiètent la communauté scientifique, car il existe des possibilités de phénomènes de rétroaction positive qui accéléreraient la vitesse des changements climatiques et amèneraient le climat terrestre à un point de basculement encore théorique où il ne serait pas possible de revenir en arrière (Rokström *et al.*, 2009).

FIGURE 8.4.
ÉVOLUTION COMPARÉE DE LA DIMENSION DE LA BANQUISE ARCTIQUE ENTRE LES MODÈLES ET LES OBSERVATIONS

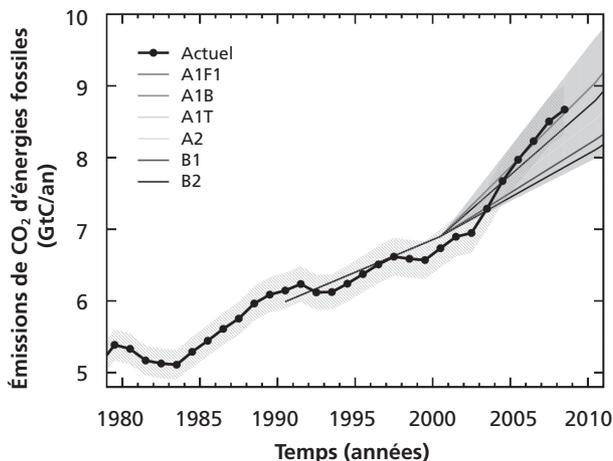


Source : Allison *et al.*, 2009.

La conjoncture d'une augmentation de la population mondiale, qui ne devrait plafonner que vers 2050 à environ 9 milliards de personnes, de la globalisation de l'économie mondiale et de la société de consommation et de la dépendance de cette économie aux combustibles fossiles laisse croire que les changements climatiques représentent une tendance lourde et inévitable. La volonté de croissance économique des pays tant développés qu'en voie de développement obligerait une multiplication par 15 de l'économie mondiale en 2050 et de 40 en 2100 si l'on voulait étendre le niveau de vie des pays de l'OCDE à l'ensemble de l'humanité (Jackson, 2009). Cela correspond à une vitesse de croissance équivalente à cinq fois la croissance du produit mondial brut enregistrée entre 1970 et 2010. Une telle situation, dans un scénario de statu quo, obligerait une multiplication par neuf et par 25 de la consommation d'énergie si l'on suit les tendances observées au cours des quarante dernières années.

La figure 8.5 nous présente l'évolution des émissions de dioxyde de carbone provenant de l'usage des carburants fossiles telle que prévue depuis 1990 par les experts du GIEC et les données observées. On y constate que la réalité suit constamment l'hypothèse haute, ce qui explique les tendances illustrées par secteur à la figure 8.6. La transition vers une économie moins intensive en carbone ne devrait pas se réaliser sans une période pendant laquelle les émissions mondiales continueront d'augmenter.

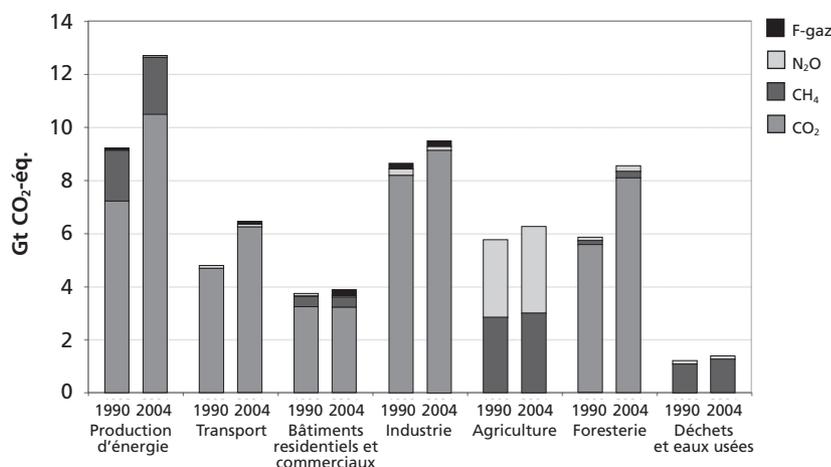
FIGURE 8.5.
ÉMISSIONS ATTRIBUABLES À L'USAGE DES CARBURANTS FOSSILES MODÉLISÉES
ET OBSERVÉES DE 1990 À 2010



Les stratégies qui s'offrent alors aux pays signataires de la Convention cadre sur les changements climatiques doivent donc combiner l'abandon de certaines pratiques, des réductions des émissions par la réduction de l'intensité carbonique de l'économie ainsi que des mesures d'adaptation qui permettront de limiter les dégâts anticipés par les modifications du climat. Dans la première catégorie, on trouve des mesures comme le remplacement des carburants fossiles pour la production d'électricité ou de chaleur par des sources d'énergie renouvelable (hydraulique, éolien, géothermie, biomasse) et l'amélioration de l'efficacité énergétique. Dans la seconde catégorie, des stratégies de réduction de la pollution urbaine et de lutte aux îlots de chaleur interpellent directement la gestion du transport et de l'aménagement du territoire.

Comme l'indique la figure 8.6, les principales activités productrices de GES sont la production d'électricité, le transport, les procédés industriels, la gestion des bâtiments commerciaux et résidentiels, le changement d'usage des terres, l'agriculture et la gestion des déchets. Dans la plupart des pays, les émissions de GES liées au transport représentent autour de 25 % des émissions totales. Le transport fait aussi partie, avec la production d'électricité et le changement d'usage des terres, des trois secteurs qui ont connu la plus forte progression depuis 1990. Une stratégie visant la lutte aux changements climatiques doit donc s'attaquer aux émissions dans ce secteur.

FIGURE 8.6.
ÉVOLUTION DEPUIS 1990 DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE PAR SECTEUR



Source : Metz *et al.*, 2007.

LE TRANSFERT D'ÉMISSIONS

L'électrification du transport est une mesure qui combine à la fois l'efficacité énergétique et la réduction de la pollution de l'air. Elle répond donc aux impératifs de cohérence d'une politique de lutte et d'adaptation aux changements climatiques. Il faut toutefois apporter un bémol à cette affirmation. En effet, même si le transport pouvait être complètement électrifié, il n'y a dans la plupart des pays du monde pas de garantie de réduction nette des émissions de GES. Les avantages pour la qualité de l'air en milieu urbain doivent aussi être relativisés, et ce, compte tenu de l'importation de certains polluants pré-curseurs du smog à l'échelle régionale ou continentale.

Le plus grand problème qu'il faut mettre en perspective dans le domaine de l'électrification du transport correspond au transfert d'émissions liées à l'utilisation d'essence ou de carburant diesel vers les émissions associées à la production d'électricité par des carburants fossiles. En effet, selon la composition de la grille énergétique au Canada, par exemple, les émissions par kWh peuvent varier d'un facteur 100 ou plus entre les provinces. En 2008 par exemple, au Québec, on émettait 2 g CO₂éq/kWh, alors qu'en Alberta c'était 700 g CO₂éq/kWh (Ressources naturelles Canada, 2010). Aux États-Unis, la variation est moins forte, mais peut facilement atteindre un facteur cinq. Cette donnée est fondamentale pour estimer les gains en termes d'émissions de GES qui peuvent être attendus d'une électrification du transport. En effet, si les émissions peuvent être réduites à presque zéro au Québec, il n'en va pas de même en Ontario, où les gains sont plus proches de la moitié, ou en Alberta, où l'électrification du transport pourrait se traduire par une augmentation des émissions comme l'indique le tableau 8.1.

TABLEAU 8.1.
ÉMISSIONS ESTIMÉES PAR KILOMÈTRE D'UN VÉHICULE COMPACT (2010) SELON LE TYPE
DE MOTORISATION POUR TROIS PROVINCES CANADIENNES

Motorisation	Consommation ²	Émissions g CO ₂ éq/km ³
Essence (autoroute)	67 kWh/100 km	158
Essence (ville)	95 kWh/100 km	225
Hybride (assistance ⁴) autoroute	43 kWh/100 km	102
Hybride (assistance) ville	47 kWh/100 km	111
Hybride (électricité-essence ⁵) autoroute	40 kWh/100 km	94
Hybride (électricité-essence) ville	37 kWh/100 km	88
Hybride (plug-in ⁶) ville (Québec)	25 kWh/100 km	2,5
Hybride (plug-in) ville (Ontario)	25 kWh/100 km	50
Hybride (plug-in) ville (Alberta)	25 kWh/100 km	193
Hybride (plug-in) autoroute	60 kWh/100 km (est.)	142
Véhicule tout électrique ⁷ Québec	15 kWh/100 km	1,5
Véhicule tout électrique Ontario	15 kWh/100 km	30
Véhicule tout électrique Alberta	15 kWh/100 km	111

Source : Claude Villeneuve.

Les données du tableau 8.1 nous démontrent bien les risques de transfert des émissions du secteur des transports à celui de la production d'électricité dans les provinces et territoires où l'on utilise des carburants fossiles pour produire de l'électricité. Paradoxalement, la meilleure performance en termes d'émissions dans une province comme l'Alberta appartient aux voitures hybrides conventionnelles. Même en Ontario, où le contenu carbonique de l'électricité est l'un des plus bas en comparaison avec les États-Unis, les gains escomptés d'une voiture rechargeable à partir du réseau (plug-in) sont limités. Cependant, c'est au Québec que les gains à escompter d'une électrification du transport individuel deviennent les plus intéressants en termes de bilan GES. Le Québec, avec le Manitoba et la Colombie-Britannique, fait figure d'exception en Amérique du Nord et présente l'un des bilans carbone les plus faibles au monde pour sa production d'électricité (en 2007 : 12 g CO₂éq/kwh, en 2008 : 2 g CO₂éq/kwh selon Ressources naturelles Canada, 2010). Cette

2. Selon Ressources naturelles Canada (2010) (1 litre d'essence = 10 kWh).

3. Essence : 2,36 kg CO₂ éq/l; Électricité : selon *l'Inventaire canadien 2008*.

4. Honda Civic Hybrid 2010.

5. Toyota Prius 2010.

6. Chevrolet Volt 2011.

7. Nissan Leaf 2011.

situation est essentiellement au choix fait dans les années 1970 de développer de manière prépondérante la filière hydroélectrique, option qui, combinée à la production croissante d'électricité par des éoliennes et des centrales à biomasse, assure la spécificité carbonique de l'électricité québécoise.

Notons enfin que ces données sont biaisées en faveur de l'automobile tout électrique et de l'hybride plug-in. En effet, un seul modèle de ces deux types de voitures est susceptible d'être mis en marché en 2010 ou 2011. Ces modèles ne correspondent pas aux préférences des acheteurs. Un parc d'automobiles toutes électriques comporterait vraisemblablement un grand nombre de véhicules consommant plus de 15 kWh/100 km.

D'AUTRES MOTIVATIONS POUR L'ÉLECTRIFICATION ?

Les données du tableau 8.1 font aussi ressortir une autre constatation importante en ce qui concerne les gains à attendre d'une électrification des transports individuels : les gains relatifs à l'électrification des automobiles en termes de lutte aux changements climatiques sont généralement faibles étant donné la composition actuelle des parcs de production électrique. Il ne s'agit donc pas d'une option susceptible d'aider une juridiction à atteindre des objectifs de réduction significatifs des émissions, à moins d'une action massive.

La lutte aux changements climatiques, qui aurait pu motiver un développement accéléré de la motorisation électrique, ne pourra vraisemblablement pas être invoquée comme facteur déterminant dans l'état actuel des choses. Cela signifie que ce sont les facteurs de compétitivité économique de l'électricité par rapport aux carburants issus du pétrole et la qualité de l'air urbain qui resteront les arguments les plus importants en faveur de l'électrification de l'automobile individuelle. Or le premier facteur dépend directement du prix du pétrole. Plus celui-ci sera élevé, plus l'électricité sera concurrentielle. Le tableau 8.2 nous montre un exemple d'économies qui pourraient être réalisées en faisant varier le prix du kWh domestique et le prix du litre d'essence à la pompe.

TABLEAU 8.2.
SIMULATION DES ÉCONOMIES QUI POURRAIENT ÊTRE OBTENUES EN FONCTION DES PRIX RELATIFS DE L'ÉLECTRICITÉ ET DE L'ESSENCE

Motorisation	Consommation annuelle (kWh) ⁸	Coût essence (\$/litre)			Coût électricité (\$/kWh)			Économie annuelle (\$)⁹ (min-max)
		1,00	2,00	3,00	0,10	0,20	0,30	
Conventionnelle	1 610	1 610	3 220	4 830	–	–	–	–
Assistance	904	904	1 808	2 712	–	–	–	706-2 118
Essence/Électricité	767	767	1 534	2 301	–	–	–	843-2 529
Plug-in (75 % route, 25 % ville)	1 015	900	1 800	2 700	11,50	22,50	33,50	677-2 097
Plug-in (75 % ville, 25 % route)	465	90	180	270	37,50	75,00	112,50	1 408-4 448
Électricité	500	–	–	–	50	100	150	1 460-4 680

Source : Claude Villeneuve.

L'analyse du tableau 8.2 nous indique que le temps de retour sur investissement ne pourra être réellement intéressant que si le prix des automobiles électriques est relativement proche de celui des véhicules conventionnels, sauf dans le cas où le prix de l'essence serait fortement augmenté par rapport à la situation actuelle. En tenant compte d'une différence de 5 000 \$ sur le coût d'achat plus les taxes applicables, par exemple, on aurait un temps de retour sur investissement variant entre dix-huit mois et cinq ans pour une voiture totalement électrique. Le meilleur des cas suppose une essence à 3 \$ le litre, ce qui présenterait par ailleurs probablement un fardeau politique pour le moins difficile à porter à court terme, l'industrie n'ayant pas, en 2011, la capacité de satisfaire un marché fortement demandeur qui voudrait remplacer son parc automobile à essence en moins de dix ans.

Ces chiffres doivent aussi tenir compte des préférences des consommateurs si l'on devait remplacer une portion significative du parc automobile. En effet, avec une consommation moyenne autour de 11 litres aux cent kilomètres, si l'on garde en proportion le rapport de consommation entre les automobiles

8. Selon Ressources naturelles Canada (2010).

9. L'économie minimum est basée sur :

1. Pour les hybrides assistance et essence/électricité : Comparaison avec le modèle conventionnel pour un même prix de l'essence.
2. Pour le plug-in : Comparaison avec le véhicule conventionnel : Économie minimum = prix minimum de l'essence moins le prix maximum de l'électricité. Pour le maximum : Prix maximum de l'essence moins le prix maximum de l'électricité.
3. Pour l'auto électrique : Comparaison avec le véhicule conventionnel : L'économie minimum est calculée en soustrayant le prix maximum de l'électricité du prix minimum de l'essence. L'économie maximum correspond au prix maximum de l'essence moins le prix maximum de l'électricité. Cette opération prend en compte que le prix du pétrole entraînant à la hausse le prix des autres combustibles, une augmentation de l'essence serait probablement suivie d'une augmentation du prix de l'électricité.

énumérées au tableau 8.1 et le parc d'automobiles électriques qui devrait le remplacer, il est plus que probable que la consommation moyenne des véhicules se situe autour de 25 à 30 kWh, plutôt que des 15 kWh de l'exemple utilisé.

Quant à la pollution de l'air en milieu urbain, plusieurs facteurs y contribuent, dont l'automobile individuelle. Aussi, la complexité du phénomène ne garantit pas qu'une électrification du parc automobile puisse à elle seule régler le problème, compte tenu du rôle joué par les polluants importés (par exemple les NO_x, les particules et les hydrocarbures en provenance des centrales thermiques). L'électrification des voitures individuelles ne réduira pas non plus les hydrocarbures et particules générés par le transport de marchandises, un terrain propice à l'électrification qui demeurera sans doute tributaire des hydrocarbures.

LA SITUATION AU QUÉBEC

En décembre 2009, le gouvernement du Québec se fixait l'objectif de réduire de 20% ses émissions de GES par rapport à l'année de référence 1990, et ce, dès 2020. Il venait ainsi de se doter de l'objectif le plus ambitieux des états nord-américains dans ce domaine.

Le Québec a un portrait assez différent du Canada en ce qui concerne la répartition de ses émissions de GES, comme l'indique la figure 8.7. Le transport y occupe non seulement la place prépondérante, mais c'est aussi le secteur qui a le plus augmenté en proportion depuis 1990 comme le montre la figure 8.8. Cette augmentation est attribuable à l'augmentation du parc automobile et à la préférence des consommateurs pour les véhicules plus puissants et les camions légers (MDDEP, 2009).

FIGURE 8.7.
RÉPARTITION DES ÉMISSIONS DE GES AU QUÉBEC PAR SECTEUR D'ACTIVITÉ

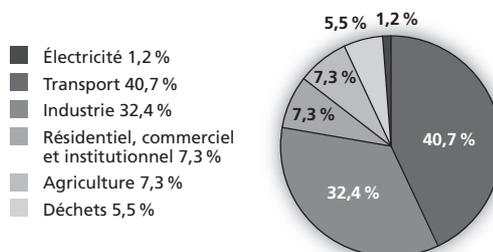
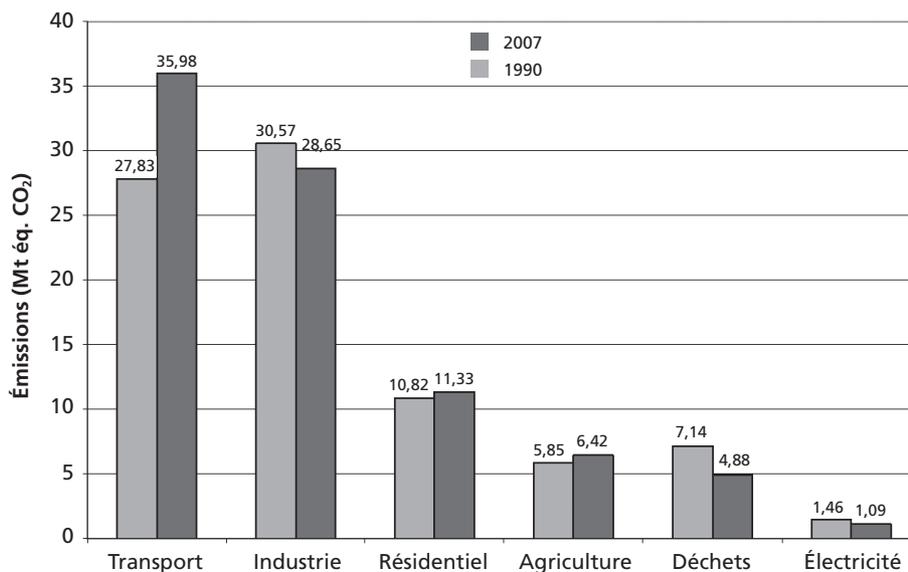


FIGURE 8.8.
ÉVOLUTION DES ÉMISSIONS PAR SECTEUR AU QUÉBEC DE 1990 À 2007



Source : MDDEP, 2009.

Dans un tel contexte, l'atteinte de l'objectif de 20% des émissions de 1990 pour 2020, en supposant une croissance même faible de l'économie québécoise entre 2010 et 2020, ne peut se faire que de deux façons : soit en réduisant de moitié les émissions du transport, soit en réduisant du tiers les émissions de l'industrie et du quart celle du transport. Les émissions des autres secteurs totalisant moins de 30% du total, les progrès que l'on peut y faire, compte tenu de l'augmentation de la population et du taux de pénétration du chauffage électrique, sont relativement mineurs, voire insignifiants. Si l'on pousse plus loin l'analyse, on constate que les deux voies proposées sont elles aussi limitées. Réduire de moitié les émissions du secteur des transports obligerait le Québec à éliminer complètement les émissions liées aux automobiles individuelles et camions légers d'ici 10 ans. En effet, le transport par camions, avions, trains et bateaux compte pour 47% des émissions attribuables au transport au Québec en 2008 (Ressources naturelles Canada, 2010). Le taux de remplacement du parc automobile et la non-disponibilité de véhicules électriques abordables et de bornes d'approvisionnement en 2010 rendent cet objectif illusoire. Ainsi, même si le Québec remplaçait la moitié de son parc automobile par des véhicules électriques en 2020, il faudrait que ce parc diminue significativement et que les distances parcourues par l'ensemble des véhicules

fonctionnant avec des carburants fossiles diminuent considérablement (ce qui est improbable vu la croissance économique et démographique) pour atteindre l'objectif de réduction des émissions.

Quant aux diminutions dans le secteur industriel, des efforts remarquables ont notamment été faits dans le secteur de l'aluminium pour réduire les émissions liées aux effets anodiques, ce qui représentait le gain facile. À titre d'exemple, cette industrie a réduit ses émissions de 1,7 million de tonnes dans la première période d'engagement volontaire, mais ne s'engage qu'à les réduire de 150 000 tonnes dans la seconde phase de cet engagement. Par ailleurs, la période 2007-2010 a vu fermer plusieurs usines du secteur des pâtes et papiers, qui sont, on le rappelle, de grands émetteurs de CO₂. Ces fermetures réduisent d'autant le potentiel de diminution des émissions du secteur industriel au cours de la prochaine décennie. Il est permis d'être très sceptique quant à la capacité du gouvernement du Québec à atteindre l'objectif ambitieux qu'il s'est fixé en 2009.

L'IDÉE EST BELLE, MAIS...

L'électrification des transports individuels au Québec apparaît donc comme une formule gagnante sur plusieurs plans. D'abord, le Québec dispose de ressources hydroélectriques abondantes et peu dispendieuses. Ainsi, la quantité totale d'énergie nécessaire pour remplacer le carburant de toutes les automobiles (de l'ordre de 4 TWh) pourrait être fournie par une seule centrale du type Eastmain-1 ce qui s'intègre assez facilement dans le plan de développement d'Hydro-Québec étalé sur une dizaine d'années. Ensuite, les frais d'exploitation des automobiles seraient au minimum divisés par quatre, voire plus. Enfin, en ce qui concerne la balance commerciale du Québec, la réduction de la dépendance envers les carburants importés serait sans équivoque positive. Ces avantages sont intéressants dans une perspective de développement durable, sans compter les avantages évidents qui pourraient être anticipés pour la qualité de l'air urbain et la réduction des impacts sur la santé qui y seraient associés.

En conséquence, si le gouvernement est sérieux dans son engagement de réduire ses émissions dans l'absolu de 20 % d'ici 2020, l'électrification des automobiles individuelles devrait normalement faire l'objet d'une stratégie musclée de sa part. Malheureusement, peu de signes indiquent une réelle volonté du gouvernement dans ce domaine. On pourrait se demander alors si l'électrification des transports en commun ne pourrait pas faire partie de la solution.

Les transports collectifs sont un élément important de la mobilité urbaine dans une stratégie de développement durable. Cependant, les choses ne sont pas simples. La structure des villes issues de l'étalement urbain post 1950 rend très difficile le maintien d'un système de transport collectif attrayant et rentable. La facilité d'utilisation de l'automobile individuelle, le taux de possession de véhicules personnels, les habitudes des citoyens et la sollicitation commerciale incessante donnent à l'automobile individuelle un rôle et une présence qui rendent difficile le développement d'un système de transport collectif si une volonté politique affirmée et des moyens financiers considérables ne sont pas mobilisés.

Malgré qu'elle soit un élément positif pour la qualité de l'air urbain et pour le confort des usagers, l'électrification des transports collectifs apportera peu de gains en termes de réduction des gaz à effet de serre. Par exemple, la Société de transport de Montréal (STM) consomme moins de 1 % du carburant vendu à Montréal¹⁰. L'électrification complète de son parc de véhicules aurait donc un effet relativement mineur sur les émissions globales du Québec.

En revanche, une amélioration de la compétitivité du service pourrait, si elle réussit à diminuer sensiblement l'usage de l'automobile personnelle, avoir un effet de substitution qui réduirait proportionnellement les émissions liées à l'automobile. Malheureusement, si des mesures dissuasives ne sont pas mises en vigueur, l'amélioration de la fluidité du trafic qui pourrait résulter d'une amélioration de l'achalandage du transport en commun redonnera à l'automobile un avantage comparatif qui pourrait inciter les propriétaires à les utiliser plus. Sans une stratégie forte combinant incitation, émulation et coercition, il semble donc peu probable qu'on puisse contribuer de manière efficace à la lutte aux changements climatiques par l'électrification du transport en commun.

CONCLUSION

Dans son mémoire de maîtrise, Julie Guicheteau propose quatre moyens réputés efficaces pour favoriser la mobilité durable :

- Le développement de moyens de transport alternatifs;
- La régulation par la congestion et la restriction du stationnement;
- La transformation de l'environnement bâti;
- La transformation de l'environnement réglementaire.

10. Bourbonnière, Michel et Stafford, Robert, STM, communication personnelle, 22 mai 2010.

Selon cette analyse (Guicheteau, 2009), la tarification et les innovations technologiques, comme l'électrification, ne peuvent que venir appuyer ces quatre mesures. Il s'agit donc de gérer la complexité et mettre en œuvre une démarche politique intégrée faisant appel à plusieurs paliers gouvernementaux.

Les technologies associées à l'électrification des transports, en particulier celles des batteries des automobiles électriques présentent encore certains défis. La production de masse d'automobiles électriques et la mise en place d'un réseau de recharge demandent encore des investissements importants. Malgré les incitatifs apportés par les gouvernements à l'achat de ces véhicules, si la production de masse n'est pas assurée, leur présence dans le marché restera marginale, voire insignifiante.

Sur ce point, le Québec est à peu près impuissant, ne disposant d'aucune prise sur la production d'automobiles. Ce sont les grands joueurs des pays industrialisés ou des pays émergents (où la flexibilité technologique est plus grande et les coûts de production beaucoup plus bas) qui détermineront la vitesse à laquelle l'automobile électrique pourra faire son entrée sur le marché et dans le parc automobile québécois. Compte tenu de la législation américaine, il est peu probable qu'on assiste à une offre conséquente de véhicules électriques avant 2016. La vitesse de renouvellement du parc automobile étant plus proche de dix à douze ans que de cinq ans, la contribution du secteur du transport individuel à la réduction des émissions passera plutôt par la motorisation hybride.

L'électrification du transport collectif, pour sa part, demande d'importants investissements publics et leur effet sur la réduction des émissions de GES sera relativement faible. En conséquence, le Québec ne peut se fier à cette seule voie pour atteindre son objectif de réduction de ses émissions de GES.

Les priorités à mettre en œuvre au Québec pour réduire ses émissions de GES dans le domaine du transport doivent donc être focalisées sur un ensemble de moyens afin de rendre l'automobile personnelle moins attrayante et augmenter l'attrait des transports alternatifs. Cette stratégie devra cibler prioritairement les régions de Montréal et de Québec, et être modulée en fonction de la réalité des régions moins peuplées où l'alternative à l'automobile individuelle n'existe pas.

Du côté du développement du transport électrique, les initiatives qui ont d'ores et déjà été mises en place devraient se concentrer sur les créneaux du développement de composantes clés du véhicule électrique et sur les projets de démonstration tels que celui qu'Hydro-Québec développe avec la Ville de Boucherville. Notre économie, notre culture et nos villes ont été influencées profondément par la voiture à essence au xx^e siècle. Il serait étonnant que cela puisse changer en une seule décennie.

BIBLIOGRAPHIE

- Allison, I., Bindoff, N.L., Bindschadler, R.A., Cox, P.M., de Noblet, N., England, M.H., Francis, J.E. *et al.* (2009). *The Copenhagen Diagnosis, 2009: Updating the World on the Latest Climate Science*, Sydney, The University of New South Wales Climate Change Research Centre (CCRC).
- Guicheteau, J. (2009). «Facteurs de succès des projets de mobilité durable», Rapport de projet présenté en vue de l'obtention d'un diplôme de maîtrise, Montréal, Département des génies civil, géologique et des mines, École polytechnique de Montréal.
- Jackson, T. (2009). *Prosperity Without Growth, the Transition to a Sustainable Economy*, *The Sustainable Development Commission*, disponible en ligne : <<http://www.sd-commission.org.uk/publications.php?id=914>>.
- Le Quéré, C. *et al.* (2009). «Trends in the Sources and Sinks of Carbon Dioxide», *Nature Geosciences*, vol. 2, p. 831-836.
- Metz, B., Davidson, O.R., Bosch, P.R., Dave, R. et Meyer, L.A. (dir.) (2007). *Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs du Québec (2009). *Inventaire québécois des émissions de gaz à effet de serre 2007 et leur évolution depuis 1990*, Québec, Direction des politiques de la qualité de l'atmosphère.
- Ressources naturelles Canada (2010). *Rapport d'inventaire national, sources et puits de carbone au Canada*, partie 3, disponible en ligne : <<http://www.ec.gc.ca>>.
- Rockström, J., Steffen, W., Noone, K., Persson, A., Chapin, F.S. 3rd, Lambin, E.F., Lenton, T.M. *et al.* (2009). «A Safe Operating Space for Humanity», *Nature*, septembre, vol. 24, n° 461(7263), p. 472-475.
- Villeneuve, C. et Richard, F. (2007). *Vivre les changements climatiques, réagir pour l'avenir*, Montréal, Éditions Multimondes.



Le plan d'action d'Hydro-Québec et les initiatives d'électrification des transports

PIERRE-LUC DESGAGNÉ

*Directeur principal,
planification stratégique
et affaires gouvernementales,
Hydro-Québec*

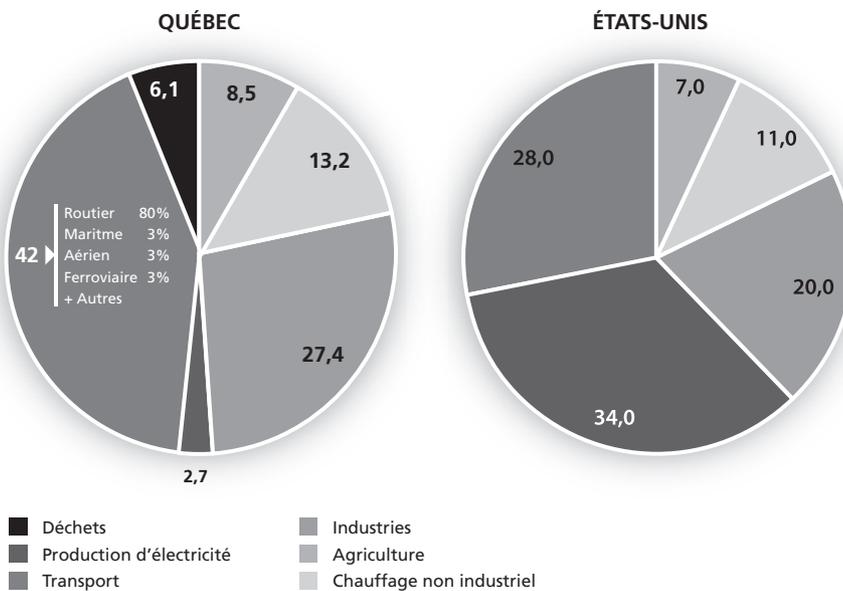
Si le pétrole a dominé le secteur des transports terrestres au cours du dernier siècle, l'électricité est dorénavant appelée à occuper une place de plus en plus importante dans les transports collectifs et individuels. Cette évolution, souhaitable sur le plan de la sécurité énergétique et nécessaire sur le plan de la réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES), est maintenant en marche. Hydro-Québec contribue à cette évolution. Elle possède pour cela les atouts nécessaires : une énergie propre et renouvelable, un réseau fiable, une expertise reconnue et des technologies d'intérêt.

La voiture électrique n'est pas une invention récente. Déjà, il y a plus de 100 ans, en 1910, la compagnie Baker Electric avait mis au point un modèle de voiture électrique et certaines avancées et études en ce qui a trait à la recharge de ces véhicules étaient déjà en cours.

Au Québec, le secteur des transports a généré 36 tm de gaz à effet de serre (GES) en 2007, soit 42% des émissions totales. Par contre, le secteur de l'électricité n'a produit que 2,7% des émissions, une performance remarquable que l'on doit à l'hydroélectricité. Si elle alimentait des véhicules électriques, cette énergie propre et renouvelable pourrait remplacer une part considérable du

pétrole utilisé sur les routes. Un usage répandu de véhicules électriques – tant des moyens de transport collectif que des véhicules personnels rechargeables – aurait donc un impact important sur le bilan environnemental du Québec. L'impératif de réduire les émissions de GES au Québec et à l'échelle mondiale requiert aujourd'hui des actions significatives pour diminuer la consommation d'énergies fossiles. Compte tenu de leur poids dans le bilan énergétique mondial, les transports constituent un secteur incontournable à ce chapitre. On ne peut espérer atteindre les cibles de réduction de GES sans opérer une profonde et rapide transformation des transports terrestres. Cette transformation doit toucher aussi bien les comportements que les technologies : les comportements, pour accroître notamment l'usage des transports collectifs ; les technologies, pour améliorer l'efficacité énergétique de l'ensemble du secteur avec l'introduction à grande échelle de l'électricité dans les transports individuels. L'électricité est une solution intéressante dans le domaine des transports, puisqu'il s'agit d'un vecteur énergétique efficace qui englobe plusieurs sources renouvelables et à faibles émissions.

FIGURE 9.1.
LES SOURCES D'ÉMISSIONS DE GES (2007)

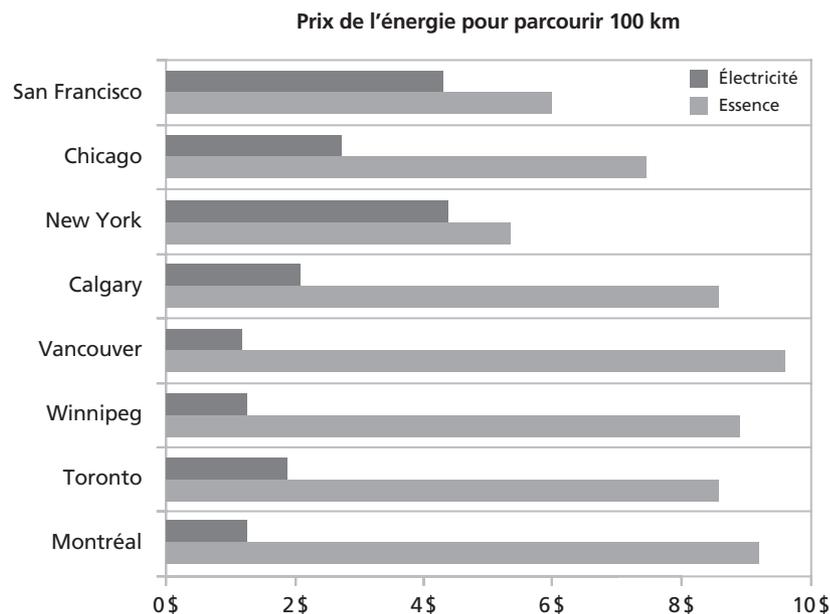


Sources : Hydro-Québec (données tirées de EPA pour les États-Unis, <<http://www.epa.gov/climatechange/emissions/usinventoryreport.html>> et UNFCCC pour le Québec, <http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/4771.php>).

Hydro-Québec serait en mesure de répondre à la demande d'un million de véhicules rechargeables, et ce, sans intervention ou investissement substantiels sur son réseau. À titre d'illustration, un million de véhicules représentent actuellement près du quart du parc automobile du Québec. Si l'on remplaçait un million de voitures au Québec, on diminuerait les émissions de GES de 3,4 tm par année. Par ailleurs, ces dernières ne consommeraient qu'environ 3 TWh par année. Cela correspond à la production annuelle d'une centrale hydroélectrique de taille moyenne, comme l'Eastmain-1, ou encore à moins de 2% des ventes d'électricité d'Hydro-Québec au Québec en 2008. Un véhicule rechargeable tout électrique représente, sur une base annuelle, l'équivalent d'un chauffe-eau en matière de consommation d'énergie.

L'écart de prix entre l'essence et l'électricité produite ici au Québec est tout à l'avantage des véhicules électriques. Un simple coup d'œil au graphique suivant le démontre. À Montréal, il en coûterait sept fois moins cher de faire le plein d'électricité que le plein d'essence. C'est au Québec et en Colombie-Britannique que cet écart est le plus intéressant. À titre d'exemple, pour l'équivalent d'un modèle de véhicule comme la Honda Civic, il est question d'un coût d'électricité au tarif résidentiel d'environ 220 \$ pour 18 000 km parcourus par année.

FIGURE 9.2.
ÉCART ESSENCE-ÉLECTRICITÉ



Le plan d'action d'Hydro-Québec en matière d'électrification des transports, publié dans son plan stratégique 2009-2013, comprend quatre pôles.

Le premier concerne le transport collectif. Dans ce domaine, Hydro-Québec veut participer aux études de faisabilité des sociétés publiques de transport pour déterminer la nature exacte de l'infrastructure électrique nécessaire à leurs projets et le niveau des investissements qui seraient pris en charge par Hydro-Québec pour le volet électrique.

Hydro-Québec veut aussi développer et commercialiser des technologies de pointe. L'entreprise est active notamment avec sa filiale TM4 dans la conception de systèmes de motorisation électrique. TM4 a en sa possession des technologies fort intéressantes. Un groupe de Mumbai (le groupe Tata) est d'ailleurs venu ici et a ciblé le moteur TM4 pour sa nouvelle voiture électrique qui sera à mise à l'essai en Europe. Il y a la question de la technologie des batteries. Au Québec, Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) a une expertise de classe mondiale dans le domaine des matériaux de batteries. L'IREQ détient bon nombre de brevets et travaille sur chacun des éléments d'une batterie : l'anode, la cathode et l'électrolyte. La raison de cette recherche poussée est fort simple. La batterie, c'est la base du véhicule électrique. Plus les recherches avancent et plus les batteries produites par l'industrie deviennent intéressantes en termes d'autonomie, de durée de recharge et de longévité.

Un autre aspect important pour Hydro-Québec est les essais sur route et en interface avec le réseau. Hydro-Québec veut être en mesure de connaître adéquatement les besoins de ses clients pour mieux s'adapter. Quelle sera la fréquence d'utilisation des véhicules? Où seront-ils rechargés? Selon quelle séquence?

Une étude a été effectuée en 2001 (*National Household Travel Survey; GM Data Analysis [Tate/Savagian] – SAE paper 2009-01-1311*) afin de mesurer l'utilisation générale actuelle des véhicules individuels. Les résultats sont étonnants. Ainsi, une automobile passe plus de 50% du temps stationnée à la résidence. Elle passe ensuite en moyenne 10 à 20% du temps stationnée au travail et moins de 10% du temps en fonction sur la route. La recharge devrait donc se faire majoritairement à domicile.

Le projet d'Hydro-Québec à Boucherville, mené en collaboration avec Mitsubishi, est le plus grand projet de démonstration au Canada. Dans le cadre de ce projet, jusqu'à 50 véhicules électriques seront mis à l'essai sur la route à partir de l'automne 2010. Ces véhicules seront utilisés en particulier par la ville et d'autres institutions, puis le projet sera étendu aux entreprises de Boucherville et, dans une phase subséquente, aux autres conducteurs. Ce projet de démonstration permet de faire l'expérimentation des voitures, de

connaître l'expérience de conduite, le comportement de recharge, les besoins en matière d'infrastructure de recharge et de mieux comprendre l'interface avec le réseau. La technologie sera aussi testée en conditions hivernales.

Il y a deux raisons principales pour lesquelles la collaboration avec Mitsubishi est maintenant effective. En premier lieu, il y a la qualité de l'énergie produite au Québec et le fait que près de 50% des ventes de cette entreprise sont répertoriées ici au Québec. Puisque les conditions hivernales étaient la source de nombreuses préoccupations, Hydro-Québec a bâti, de concert avec Mitsubishi, une plateforme de tests hivernaux. Effectivement, les grandes fluctuations de température entre l'été et l'hiver peuvent représenter un défi considérable, mais il n'en reste pas moins que pour progresser, et afin que les véhicules électriques puissent réellement devenir une solution de transport à moyen et long termes, ce type d'expérimentation est nécessaire.

En ce qui a trait au choix de la ville, Boucherville a été préférée aux autres municipalités des environs entre autres parce qu'Hydro-Québec opère, à proximité, le poste Pierre Boucher qui sert souvent de poste de test. De plus, on retrouve à proximité les bureaux de l'IREQ, le siège social de TM4 et un concessionnaire Mitsubishi (élément non négligeable puisque tout le service sur les véhicules sera effectué par la compagnie). Enfin, la ville a manifesté clairement sa volonté de participer et le tissu industriel avoisinant a été jugé très intéressant pour y effectuer ces tests. Effectivement, le tissu industriel diversifié de Boucherville permettra de tester en entreprises, de cibler des employés dont les habitudes de conduite sont différentes et ainsi d'obtenir une image représentative des conditions d'utilisation possibles de ces voitures (par exemple : livraison, service à domicile, etc.).

Hydro-Québec est d'avis que ceux qui bénéficieront le plus des véhicules électriques (VE) seront les usagers qui font de 40 à 60 kilomètres par jour (moyenne des déplacements en Amérique du Nord) et qui ont tendance à utiliser leur automobile de manière assidue.

Hydro-Québec entend aussi mener des projets visant à expérimenter la mise en place et l'utilisation des infrastructures de recharge. Il existe plusieurs types d'infrastructure de recharge : le niveau 1 (120 volts), soit l'équivalent des prises électriques à la maison ; le niveau 2 qui consiste en une recharge à 240 volts, donc l'équivalent de votre prise pour votre sècheuse à linge ; et enfin le niveau trois, qui est la recharge rapide, à près de 400 volts. Au niveau 1, il serait possible de charger l'automobile dans un délai de 12 à 14 heures et au niveau 2, de 6 à 8 heures de recharge. Dans toutes ses initiatives touchant les infrastructures de recharge, l'entreprise aura pour comme principale préoccupation de favoriser des solutions technologiques simples, conviviales et économiquement rentables.

L'électrification des transports terrestres est fort prometteuse. Les prochaines années seront marquées par de grands progrès technologiques, l'apparition sur les routes des premières voitures rechargeables de série, la mise en place d'infrastructures de recharge efficaces pour l'intégration de ces véhicules aux réseaux électriques et le lancement de projets de transport collectif électrique. Hydro-Québec entend poursuivre des initiatives sur tous ces fronts.



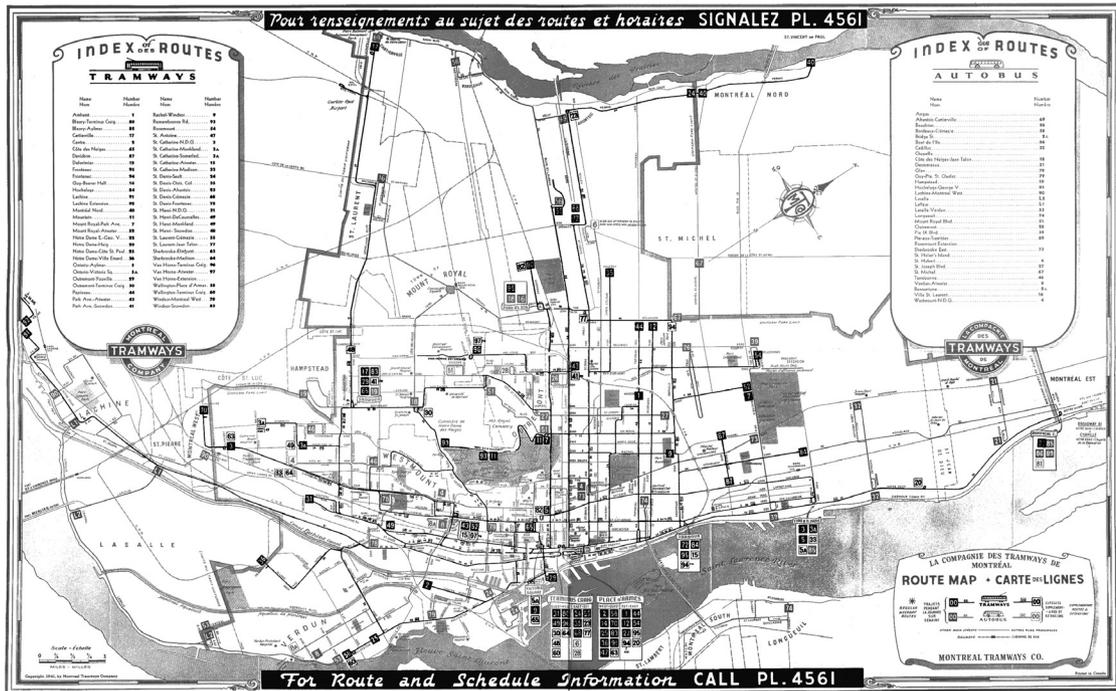
Les tramways à Montréal : passé et perspectives d'avenir

MARC BLANCHET

*Directeur général
de l'arrondissement Saint-Laurent*

De 1895 à 1959, Montréal a vu circuler dans ses rues un grand nombre de tramways, sur un réseau assez étendu et bien maillé. C'est en 1892 qu'apparaît à Montréal le tramway électrique et que l'ère du transport en commun débute. Les tramways sont communément appelés « p'tits chars ». En plus de constituer un moyen pratique pour se déplacer d'un bout à l'autre de la ville, ils permettent le développement de nouveaux quartiers, les ouvriers pouvant dès lors se permettre de vivre à une distance plus éloignée de leur lieu de travail. Les wagons ont envahi les rues de la ville pendant plus de 67 ans. En 1945, on compte 350 km de rails, 1 000 voitures en service et un million de passagers par jour. Le 30 août 1959, une foule de 20 à 50 000 personnes, endimanchées pour l'occasion, assiste à la cérémonie d'adieu aux « p'tits chars ». Un anniversaire qui a été souligné fin août 2009 par une exposition portant sur les tramways anciens et modernes.

FIGURE 10.1.
CARTE DU RÉSEAU DE 1941



Note : Les traits foncés indiquent les circuits de tramway.

Source : STM.

LES TRANSPORTS COLLECTIFS ÉLECTRIFIÉS À MONTRÉAL

Montréal possède un important patrimoine de transports collectifs électrifiés. En octobre 1960, les élections municipales viennent relancer une question qui avait déjà fait l'actualité en 1910 : Montréal doit-elle se doter d'un métro ? Depuis la fin de la guerre, la jeune métropole connaît un rythme de croissance impressionnant. Elle annexe à son territoire de nombreuses municipalités. Son centre-ville prend un nouvel essor et l'augmentation rapide de l'utilisation de l'automobile comme moyen de transport urbain cause, dans ses rues, des problèmes de congestion sans fin. Bien plus qu'une simple question de fierté, la ville de Montréal a réellement besoin du métro. Il constitue un atout essentiel à son développement, comme support technologique à la réorganisation de ses espaces urbains. La nomination de Montréal comme ville hôte de

l'exposition universelle en 1967 vient confirmer les intentions du maire Jean Drapeau. L'inauguration du métro a eu lieu en 1966 (soit sept ans après la disparition du tramway), le réseau comptait alors 26 stations réparties sur trois lignes. À la fin des années 1970, le gouvernement du Québec a emboîté le pas à Montréal pour la consolidation du métro.

Le métro de Montréal compte aujourd'hui 65 km de lignes souterraines et accueille 700 000 passagers par jour (240 millions par an), soit trois usagers des transports en commun sur cinq. Chaque station possède un design distinctif en lien avec le quartier qu'il traverse. Le réseau de métro, devenu l'épine dorsale du système de transport de Montréal, est un formidable catalyseur du développement urbain et économique. Il constitue une pièce essentielle au bon fonctionnement et à l'efficacité du transport en commun à Montréal. Le métro de Montréal est l'un des plus performants au monde. Il est le troisième plus long au Canada et le deuxième en nombre de passagers annuels, avec 240 millions en 2008. De fait, Montréal peut être considérée comme l'une des grandes villes de transport en commun en Amérique du Nord. Le métro dessert l'Île de Montréal, mais également la Rive-Nord (Laval) et la Rive-Sud. Toutefois, comme dans bien d'autres grandes villes, les déplacements automobiles ont augmenté plus rapidement que les déplacements utilisant d'autres modes de transport. Entre 1987 et 2003, on assiste à une augmentation de 1,5 % pour les déplacements automobiles, alors que les transports en commun ont chuté de 0,3 %.

LES PLANS STRATÉGIQUES

Ainsi, le projet de tramway montréalais présentement sur la table répond bien aux objectifs et orientations des différents plans stratégiques, municipaux et provinciaux :

- 2004 : Le Plan d'urbanisme de Montréal favorise les transports collectifs et le développement d'un environnement urbain plus sain ;
- 2005 : Le Plan stratégique de développement durable de la collectivité montréalaise concilie la protection de l'environnement avec le développement de Montréal ;
- 2006 : La Politique québécoise du transport en commun vise une augmentation de l'achalandage ;
- 2008 : Le Plan de transport se tourne résolument vers les transports collectifs électrifiés et le tramway constitue le premier chantier ;
- 2009 : Le Plan stratégique d'Hydro-Québec propose l'électrification des transports collectifs grâce à une énergie propre et renouvelable.

Le plan de transport développé par la Ville de Montréal constitue un choix ambitieux et stimulant pour la ville. Il propose d'investir massivement dans le développement des modes de remplacement de l'automobile, dont le transport en commun, d'augmenter le nombre d'usagers du transport en commun et de favoriser le transfert modal de la voiture vers le transport en commun en améliorant sa performance.

UN CHOIX DE SOCIÉTÉ

Le tramway de Montréal est le 1^{er} chantier du Plan de transport et a pour objectif d'offrir des conditions optimales de déplacement en termes de temps, de confort, d'accessibilité et de sécurité. Il vise aussi à améliorer l'environnement, la qualité de vie des citoyens tout en soutenant le dynamisme de l'économie montréalaise et promouvant la planification conjointe du transport et de l'aménagement du territoire. Le Plan de transport repose sur le thème des relations entre le transport et les espaces urbains. Ce thème est à l'origine de la majorité des principes qui sous-tendent le développement durable en général et le transport durable en particulier. Aujourd'hui, nous devons faire face à différents problèmes contemporains qui émanent d'une intégration déficiente de la planification des transports et de l'urbanisme tels que : la pollution atmosphérique, la congestion routière, le gaspillage énergétique et l'étalement urbain.

Les multiples facettes de ce thème ont suscité, ces dernières années, de nombreuses recherches qui ont démontré qu'il n'était plus possible, dans le contexte de nos grandes villes, d'ignorer la relation intrinsèque entre planification des transports et urbanisme. Cette réflexion a d'ailleurs favorisé l'émergence de nouvelles approches de planification des transports ainsi que de nouveaux modèles de développement urbain, chacun visant à influencer l'autre.

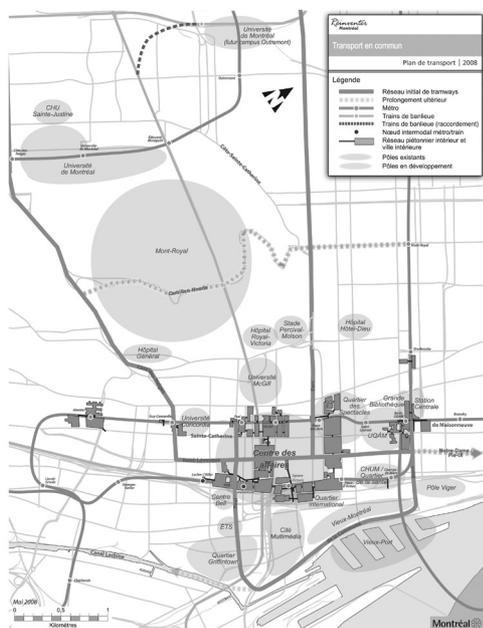
DIAGNOSTIC: RÉSEAU INITIAL DE TRAMWAY

Une analyse de l'offre de transport actuelle du service d'autobus sur les corridors Côte-des-Neiges, René-Lévesque, du Parc a démontré que le réseau est saturé, avec une charge de voyageurs par quart d'heure très élevée, et qu'il présente une faible vitesse ainsi que des retards importants. Cela rend l'exploitation du réseau très complexe.

La Cité du multimédia et le secteur Griffintown dans la zone sud du centre-ville sont des secteurs en développement. Les secteurs du Vieux-Port et du Vieux-Montréal connaissent aussi une forte densification, mais aucun

développement de leur desserte en transport collectif. Sur les axes forts, l'auto-bus actuel, en exploitation standard, ne peut répondre aux objectifs du Plan de transport ni des autres plans stratégiques. La solution visant à instaurer un réseau initial de tramway d'environ 20 kilomètres au centre de l'agglomération est donc privilégiée. En effet, il s'agit d'un système attrayant et comportant un grand potentiel de développement urbain. C'est aussi un mode de transport qui entraînerait des retombées économiques intéressantes.

FIGURE 10.2.
CARTE DU RÉSEAU INITIAL



Source : STM.

LE TRAMWAY MODERNE

Le tramway confère une image de modernité et de dynamisme aux villes qui l'adoptent. Son insertion s'accompagne d'un réaménagement de qualité du domaine public, aux abords des stations et le long de la ligne. Il favorise ainsi l'aménagement d'un environnement convivial pour les piétons et les riverains.

De plus, certaines villes jalonnent leur circuit d'œuvres d'art. Dans le cadre de ce projet, Montréal s'assurera de mettre en valeur son caractère de métropole culturelle et son statut de ville UNESCO de design. La présence des lignes d'alimentation électrique des tramways modernes est beaucoup plus discrète que par le passé. Les nouvelles technologies et les méthodes d'implantation offrent des solutions harmonieuses d'intégration au paysage urbain.

Le tramway moderne est un véritable outil de développement durable. Il représente un moteur pour le développement économique, urbain, social, culturel et environnemental de Montréal. En effet, le tramway va circuler dans des secteurs denses et diversifiés, relier les grands pôles d'emploi et de service, favoriser l'accès aux différents lieux culturels d'importance, desservir plusieurs secteurs à fort potentiel de développement immobilier et s'accompagner de réaménagements de qualité du domaine public.

Des statistiques sur le réseau de Portland démontrent que la ville a connu une exploitation maximale des espaces disponibles à proximité de sa ligne de tramway. Les îlots riverains ont été utilisés à 95 % de leurs possibilités de développement et les îlots secondaires à 76 %¹. Ce mode de transport est moderne et efficace : les temps de déplacement sont plus courts, les montées et descentes facilitées (larges portes). Le tramway possède la priorité aux intersections et les voies qui lui sont dédiées lui permettent d'échapper aux embouteillages.

Le tramway est spacieux, souvent climatisé et chauffé, et ses fenêtres panoramiques offrent aux passagers une belle visibilité sur la ville. Le tramway est équipé de planchers bas, au niveau des quais, permettant ainsi aux passagers d'entrer et de sortir sans difficulté, comme dans le métro. Des espaces sont réservés, entre autres, aux personnes à mobilité réduite et aux poussettes. Des dispositifs visuels et sonores annoncent les différentes stations. Un large couloir traversant toute la rame facilite les déplacements dans les véhicules. Les stations sont dotées d'abris, de sièges, de quais rehaussés, d'afficheurs dynamiques de temps d'attente, de panneaux d'information et de distributeurs automatiques de billets. Des bandes podotactiles, installées en bordure du quai, facilitent l'embarquement des voyageurs malvoyants.

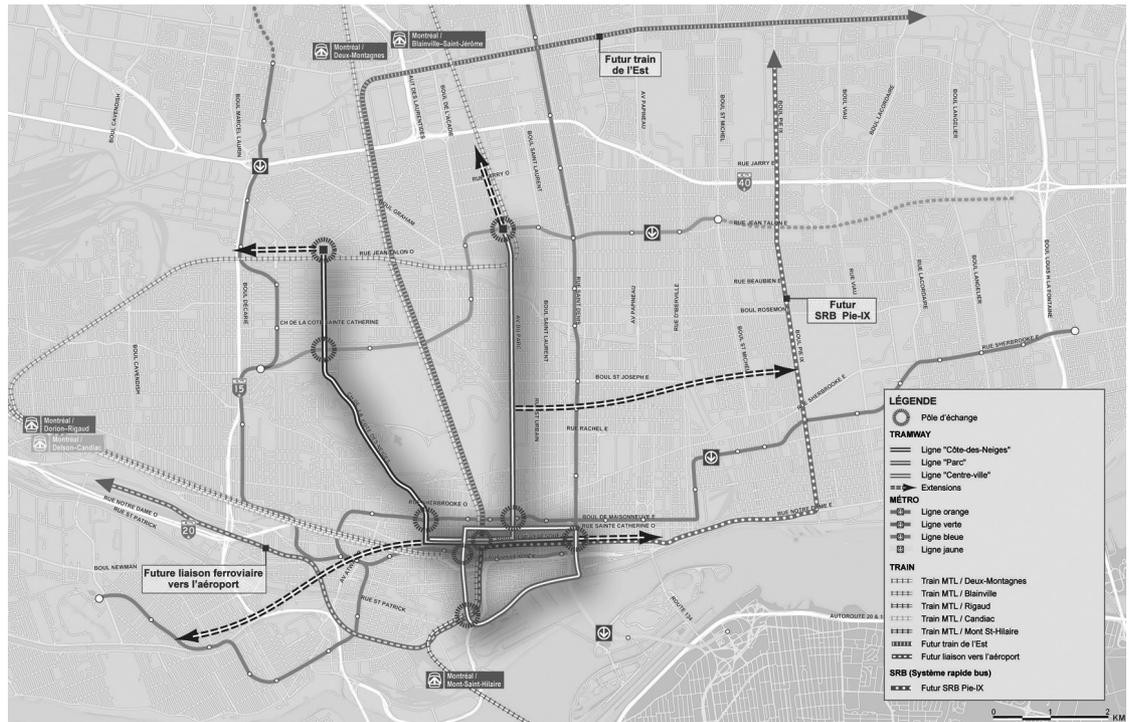
Le tramway moderne est un transport collectif qui respecte les principes du développement durable. Il utilisera l'une des sources d'énergie les moins polluantes : l'hydroélectricité. Il ne rejette ni gaz ni particules dans l'air, contribuant ainsi à la réduction des gaz à effet de serre et à la diminution des polluants à l'origine du smog. Le tramway limite considérablement le niveau de bruit par l'usage de matériaux et de procédés à la fine pointe de la technologie, mais aussi par la réduction de la circulation automobile qu'il entraîne ; ainsi, il améliore du même fait la qualité de vie.

1. <<http://www.portlandstreetcar.org>>.

UN RÉSEAU BIEN INTÉGRÉ ET ACHALANDÉ

La première phase d'étude a permis de confirmer l'organisation du réseau en trois lignes : La ligne « Côte-des-Neiges » ; la ligne « du Parc », par le boulevard René-Lévesque ; et la ligne « centre-ville », par la rue Sainte-Catherine.

FIGURE 10.3.
CARTE ILLUSTRANT L'INTERMODALITÉ DU RÉSEAU AVEC LES MÉTROS, LES TRAINS ET LES AUTOBUS



Source : STM.

Les lignes Côte-des-Neiges et du Parc correspondent à des corridors de forte demande pendulaire pour des déplacements domicile-travail, avec un achalandage relativement bien équilibré dans les deux directions. Vu les achalandages estimés, le tramway est le mode de transport adéquat pour répondre aux besoins de transport et à la volonté de redynamiser les secteurs périphériques du centre-ville. La ligne centre-ville tient plus lieu de « *people mover* » urbain, permettant de faciliter les déplacements de courte distance,

internes au centre-ville, couvrant une multitude de motifs de déplacement (domicile-travail, domicile-études, rendez-vous d'affaires, dîner, magasinage, tourisme, événements culturels, etc.). Par ailleurs, la mise en place d'un tel système permettrait de créer de nouveaux déplacements en permettant un rapprochement des différents lieux d'intérêt et d'attractivité du centre-ville. C'est la volonté de rendre cette ligne attrayante et conviviale, dans un environnement adéquatement aménagé, qui oriente le choix du tramway comme mode approprié pour offrir une nouvelle desserte du centre-ville de Montréal.

Une première étude du réseau estime qu'il y aurait plus de 32 millions de passagers annuellement et plus de 110 000 voyages par jour. Ce qui place le futur réseau montréalais de tramway en tête de liste des réseaux nord-américains de par ses performances projetées. Ces achalandages sont en cours de révisions pour tenir compte du transfert modal (auto vers tramway) et de l'ensemencement, c'est-à-dire les nouveaux usagers générés par les projets de développement prévus à court et moyen termes dans le corridor du tramway.

LA PREMIÈRE LIGNE : CÔTE-DES-NEIGES-CENTRE-VILLE

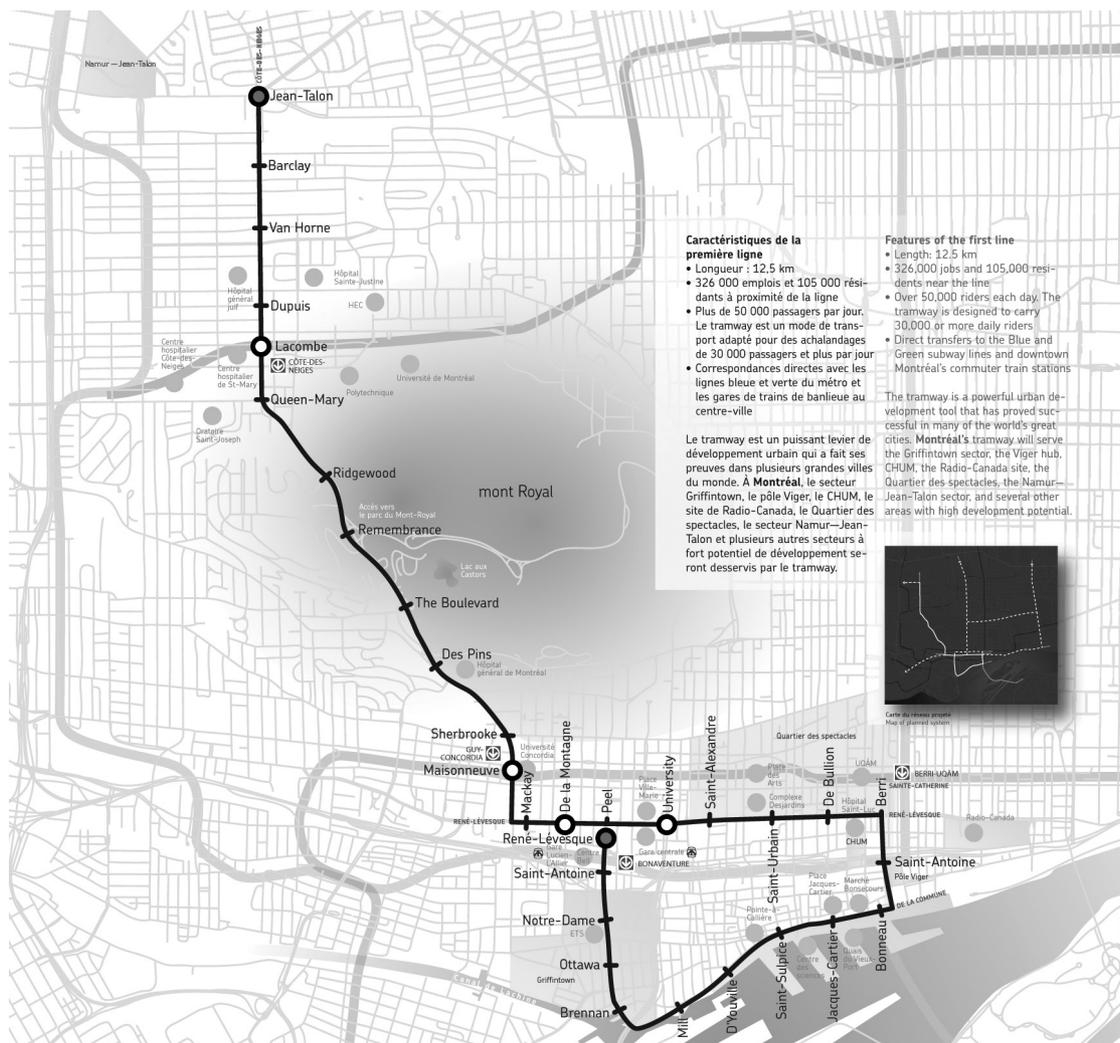
La première ligne que l'on nomme « Côte-des-Neiges-centre-ville » empruntera les axes Côte-des-Neiges/Guy/René-Levesque/Berri/de la Commune/Peel.

Le choix de la première ligne est fondé sur les objectifs suivants :

- maximiser l'achalandage de la première ligne ;
- désenclaver les secteurs mal desservis du centre-ville, notamment le sud de la ville ;
- maximiser les potentiels de développement urbain ;
- lier les pôles d'emploi, de service, d'études, de loisirs et culturels du centre-ville ;
- permettre de poursuivre le déploiement du réseau initial (révision en cours).

L'achalandage anticipé est estimé à plus de 50 000 passagers par jour, avec un temps d'attente entre chaque rame de 4 à 5 minutes en heure de pointe. Cette première ligne va desservir un nombre important de grands générateurs dans les domaines de l'emploi, de l'enseignement et de la culture. On compte environ 320 000 emplois et 100 000 résidants à proximité de la ligne. De plus, le potentiel de développement à proximité de la ligne est important : on compte 220 hectares de terrains vacants ou sous-utilisés avec un potentiel de 30 000 logements et de 1,6 million de m² de plancher pour des commerces et bureaux.

FIGURE 10.4.
LA PREMIÈRE LIGNE



Source : STM.

PERSPECTIVES DE L'ÉLECTRIFICATION À MONTRÉAL

Les atouts de l'électrification sont nombreux. L'implantation d'un réseau de tramway à Montréal permettrait une meilleure utilisation de l'énergie. De plus, l'utilisation de l'énergie électrique engendrerait une diminution de la pollution sonore dans les rues de Montréal, ainsi qu'une réduction des émissions polluantes (particules fines et gaz à effets de serre). De plus, ce dispositif favoriserait une réduction de notre dépendance aux énergies fossiles avec une incidence économique positive pour le Québec ainsi que le développement de l'expertise québécoise dans le domaine des transports électrifiés.



Le développement du métro de Montréal et les projets de bus bimodes et électriques de la Société de transport de Montréal

YVES DEVIN

*Directeur général de la Société
de transport de Montréal (STM)*

En 2011, la Société de transport de Montréal (STM) célébrera son 150^e anniversaire. Elle est reconnue pour son expertise dans le domaine des transports collectifs, et se classe parmi les meilleures sociétés de transport en Amérique du Nord et dans le monde. Elle exploite et développe un service intégré de bus et de métro sur le territoire de l'Île de Montréal (500 km²) qui lui permet d'assurer quelque 1,2 million de déplacements par jour moyen de semaine. Les réseaux de la STM assurent plus de 80 % de l'ensemble des déplacements en transport collectif dans la grande région de Montréal et près de 70 % de tous les déplacements effectués en transport collectif au Québec.

La STM possède actuellement un parc de 1 680 bus. Son réseau de surface compte 202 lignes, dont 155 sont accessibles aux fauteuils roulants, et 20 lignes dédiées au service de nuit. De plus, 95,4 km de voies réservées permettent des déplacements plus rapides. L'offre de service bus a atteint 77,3 millions de km en 2009.

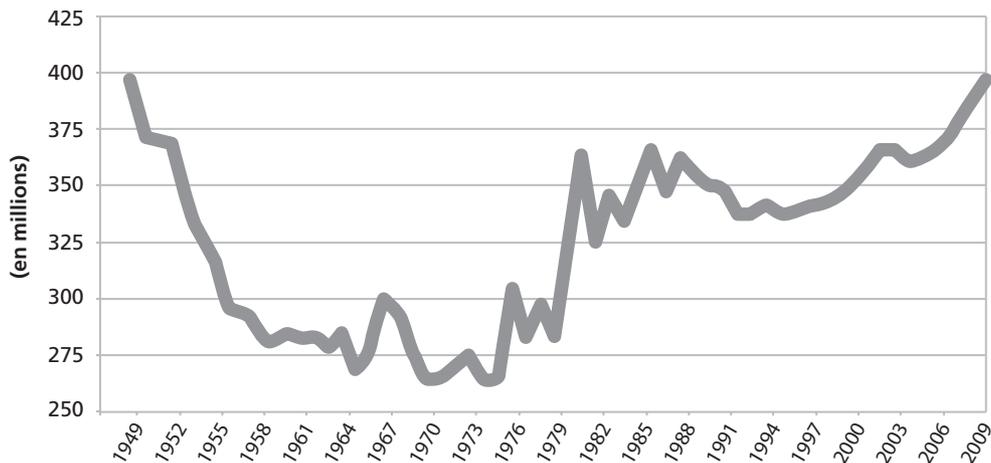
Inauguré en 1966, le métro comporte quatre lignes de 71 km au total qui desservent 68 stations. Le parc de matériel roulant compte 759 voitures ayant effectué plus de 76,3 millions de kilomètres en 2009. La STM offre aussi un service de transport adapté. En 2009, les 86 minibus et les différentes compagnies de taxi affectées à ce service ont effectué plus de 2,4 millions de déplacements, soit une moyenne de plus de 7 000 déplacements par jour de semaine.

La STM est un acteur économique important pour Montréal et le Québec. Quatorzième entreprise en importance au Québec, elle emploie plus de 8 600 personnes, dont la moitié travaille directement avec la clientèle. Ses activités lui permettent d'injecter plus d'un milliard de dollars par année dans l'économie québécoise et de soutenir 11 600 emplois directs et indirects.

LE TRANSPORT EN COMMUN À MONTRÉAL

En 2008, la Société de transport de Montréal a enregistré 382,5 millions de déplacements. C'est le plus fort achalandage mesuré depuis le début des années 1950.

FIGURE 11.1.
L'ACHALANDAGE DE LA STM DEPUIS 1949

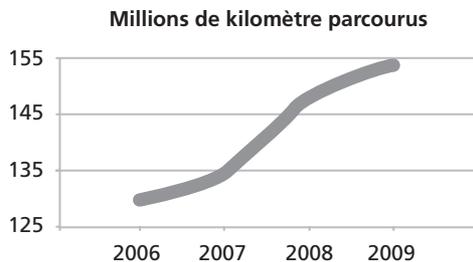


Source : STM.

Comme le montre le graphique de la figure 11.1, le réseau a connu une nette augmentation son achalandage au de cours des dernières années. Ce succès est en grande partie attribuable au Programme d'amélioration de service de transport en commun (PASTE) que la Société a lancé pour atteindre les objectifs de la Politique québécoise du transport collectif (PQTC). Rappelons que cette politique vise une augmentation globale de l'offre de service de 16 % de 2007 à 2011 et une croissance de l'achalandage de 8 % pour la même période. Le gouvernement du Québec soutient les initiatives des transporteurs publics québécois en injectant, annuellement, plus de 130 millions de dollars provenant du Fonds vert.

En 2009, la STM a continué à augmenter son offre de service, ce qui lui a permis de maintenir son achalandage à un niveau comparable à celui de 2008, et ce, malgré le contexte économique difficile. Depuis l'adoption de la PQTC, la STM a augmenté son offre de service de 19 %, soit 3 % de plus que l'objectif fixé.

FIGURE 11.2.
L'OFFRE KILOMÉTRIQUE DE LA STM DEPUIS 2006



Source : STM.

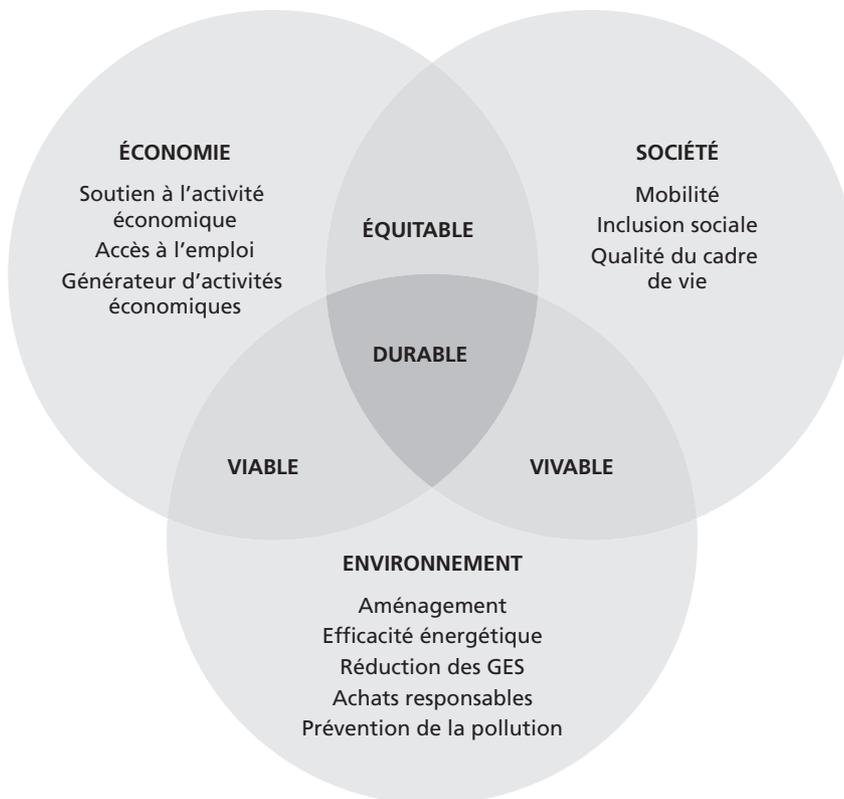
VERS 2020

Tout juste avant la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques de Copenhague (décembre 2009), le gouvernement du Québec a adopté un ambitieux objectif de réduction des émissions de gaz à effet de serre : ramener dès 2020 les émissions de GES du Québec à 20 % sous le niveau de 1990. Quand on sait que près de 41 % des émissions québécoises sont dues au transport – dont près de 33 % au seul secteur du transport terrestre – il n'est pas étonnant de voir le gouvernement consacrer tant d'efforts pour obtenir un

maximum de réduction des émissions de gaz à effet de serre dans ce secteur. Par ailleurs, la Ville de Montréal, qui prépare actuellement son deuxième Plan de développement durable, a fixé son propre objectif de réduction pour 2020 à 30% sous le niveau de 1990.

Dans ce contexte, le transport en commun se positionne comme un moyen efficace de lutter contre le réchauffement climatique, car il offre une alternative à l'automobile en solo pour la mobilité des personnes. De plus, le transport en commun offre plusieurs autres avantages aux plans environnemental, sociétal et économique. La figure 11.3 en donne un aperçu.

FIGURE 11.3.
TRANSPORT EN COMMUN ET DÉVELOPPEMENT DURABLE



Source : STM.

Dans cet esprit, la STM s'est donné un objectif ambitieux pour 2020 : atteindre le niveau des 540 millions de déplacements par année.

L'ÉLECTRIFICATION AU SOUTIEN DE LA CROISSANCE DE L'ACHALANDAGE

Pour réaliser cet objectif et contribuer encore davantage au développement durable de Montréal, la STM compte sur l'introduction de modes de propulsion modernes et efficaces, fondés en grande partie sur l'électricité. Selon qu'il s'agisse de modes de transport lourds ou de bus urbains, l'électrification prendra des formes différentes : entièrement électrique ou bimode (hybride diesel-électrique).

Il faut reconnaître ici les avantages de l'électrification au Québec. En effet, nous pouvons compter sur l'hydroélectricité, qui est une source d'énergie fiable, abondante, disponible et surtout renouvelable. Son utilisation contribue non seulement à améliorer l'efficacité énergétique globale des systèmes de transport, mais permet aussi de réduire la dépendance aux combustibles fossiles, qui sont les grands responsables du réchauffement climatique et de la pollution de l'air.

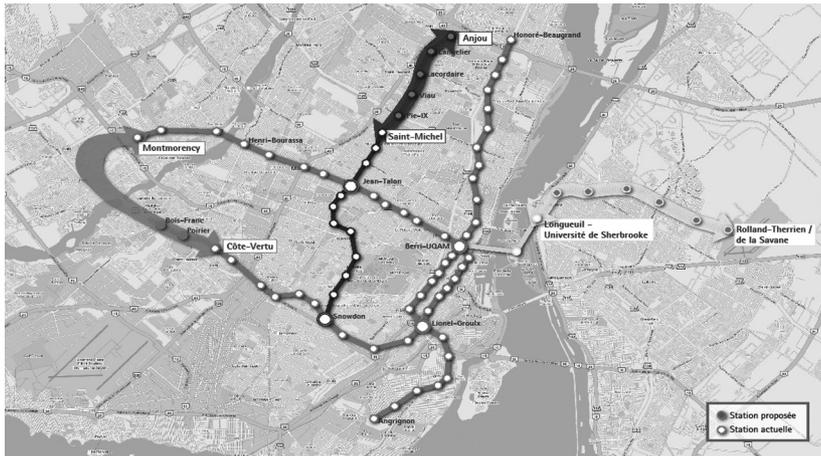
LE MÉTRO

Comme la plupart des métros, celui de Montréal est 100 % électrique, et ce, depuis sa mise en service. Grâce à l'efficacité de nos systèmes et à l'hydroélectricité, il est reconnu pour avoir une empreinte carbone parmi les plus faibles au monde.

Le matériel roulant que la STM utilise actuellement date des années 1960 et 1970. Pour la plupart, les voitures ont atteint ou même dépassé leur durée de vie prévue. C'est pourquoi la STM travaille depuis quelques années à leur remplacement, dans le cadre du projet connu sous le nom de MR-08. D'ici quelques années, on devrait voir apparaître les nouvelles voitures dans les tunnels du métro. Fait à noter, les nouveaux trains consommeront environ 10 % moins d'électricité que les trains actuels, tout en ayant une capacité de transport 15 % plus grande.

Des prolongements du réseau souterrain sont aussi prévus pour la prochaine décennie. En septembre 2009, le premier ministre du Québec annonçait la création d'un bureau de projet, qui se penche sur le prolongement de trois des quatre lignes du métro (figure 11.4). Ainsi, les deux extrémités de la ligne orange seraient « bouclées » au nord, la ligne bleue serait prolongée vers l'est pour atteindre l'arrondissement Anjou, alors que la ligne jaune rejoindrait le cœur de la Ville de Longueuil, sur la rive sud du Saint-Laurent.

FIGURE 11.4.
 PROLONGEMENTS DU RÉSEAU MÉTROPOLITAIN ACTUEL DE MÉTRO – JUILLET 2009



Source : STM.

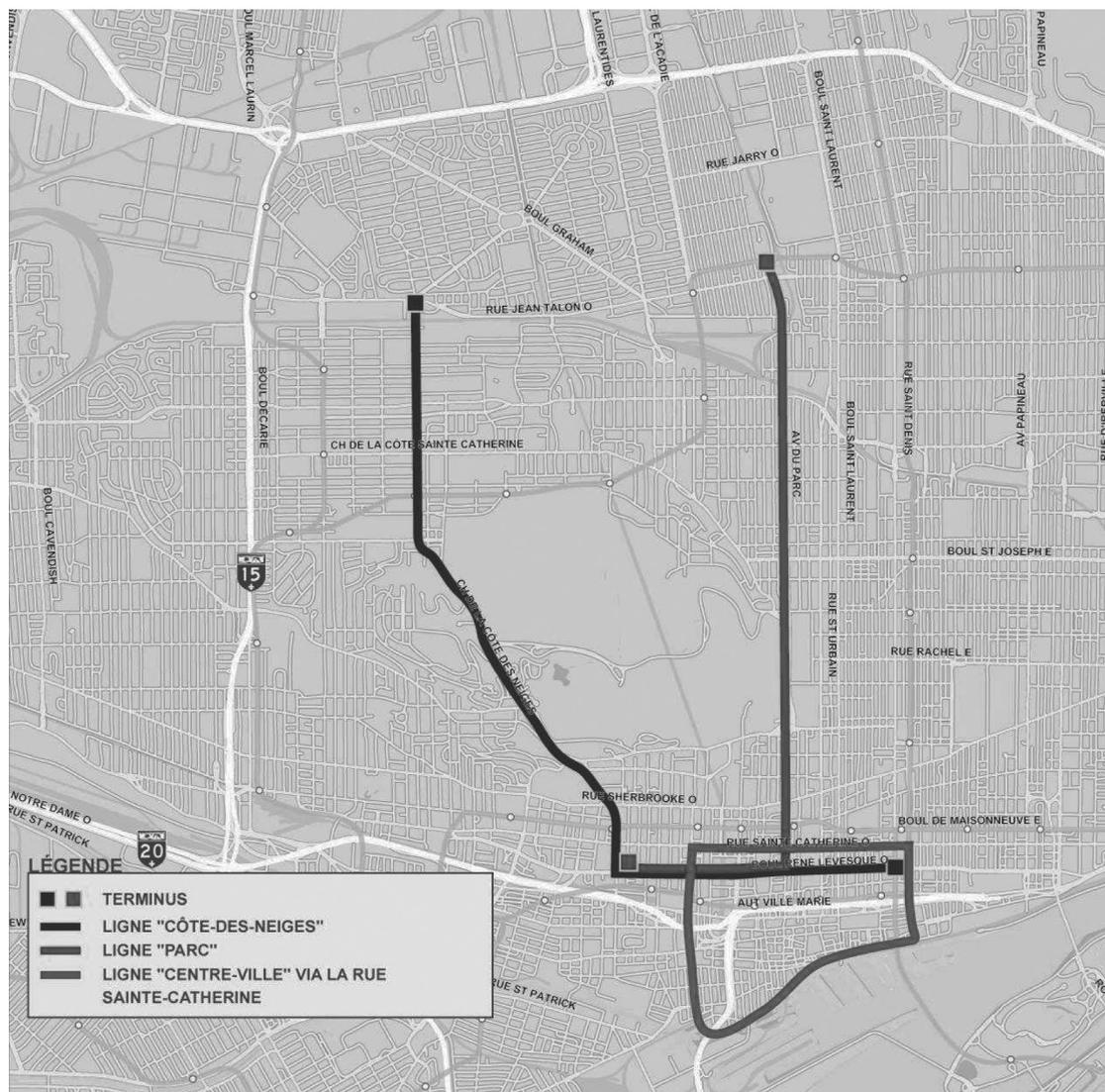
LE TRAMWAY

Le premier des chantiers annoncés dans le Plan de transport de la Ville de Montréal (2008) consiste en l'implantation d'un réseau de tramway. Le projet est mené par une équipe pluridisciplinaire et multipartite, dont font partie la Ville de Montréal, la STM et Hydro-Québec, entre autres.

Ce mode de transport se classe au deuxième rang, après le métro, quant à sa capacité de transport, car il permet de déplacer jusqu'à 6 000 personnes par heure. Il constitue de ce fait un outil important pour atteindre l'objectif de 540 millions de déplacements en 2020. Nous estimons qu'il pourrait permettre 11 millions de déplacements supplémentaires par année sur les corridors desservis, par rapport aux services actuels.

Les études d'avant-projet réalisées jusqu'à maintenant montrent que le scénario optimal consisterait à déployer le réseau initial sur trois lignes (figure 11.5) desservant un grand nombre de générateurs de déplacements et offrant plusieurs stations intermodales (métro, trains de banlieue et bus régionaux).

FIGURE 11.5.
PROJET DE RÉSEAU INITIAL DE TRAMWAY À MONTRÉAL



Source : STM.

VISION 2025 POUR LES BUS

Dans le cadre de sa planification stratégique, la STM prévoit une croissance importante du nombre de bus et étudie l'impact environnemental et social des différents modes de propulsion. En tenant compte des informations qu'elle a rassemblées jusqu'à maintenant, elle a développé et adopté une vision à long terme, que l'on peut résumer ainsi :

Gaz naturel et piles à combustible

La STM maintient une vigie scientifique et stratégique sur les différentes options énergétiques pour la propulsion des bus. Elle a ainsi examiné de près le gaz naturel et suivi l'évolution de la technologie des piles à combustible. Ni l'une ni l'autre ne répondent aux besoins de la STM à long terme.

Le gaz naturel pose des enjeux de sécurité et son utilisation demanderait des modifications importantes et onéreuses dans les centres de transports.

Quant à la pile à combustible, elle est toujours à l'état expérimental. En plus, à l'heure actuelle, le moyen le plus efficace de produire l'hydrogène en quantité suffisante consiste à reformer des produits pétroliers (gaz naturel notamment), ce qui annule tous les bénéfices environnementaux de cette filière.

Comment la STM entend-elle procéder? Tout d'abord, en abandonnant progressivement les bus diesel au profit de bus hybrides diesel-électrique. Cela permettra de faire la transition vers des bus autonomes entièrement électriques, qui seront vraisemblablement disponibles vers le milieu de la prochaine décennie.

LES BUS HYBRIDES

De concert avec d'autres sociétés de transport, dans le cadre du projet de Transport Canada connu sous le nom de Programme de démonstration en transport urbain (PDTU), la STM a évalué en 2007 et 2008 la performance de huit bus hybrides. Les résultats sont concluants : dans le contexte opérationnel de la STM, la technologie hybride permet des économies de carburant de l'ordre de 30% et une réduction équivalente des émissions de gaz à effet de serre. L'expérience client a aussi été fort positive : douceur de roulement, réduction du bruit, confort général accrus sont les principaux commentaires reçus.

Les résultats de ce programme de démonstration ont incité le Conseil d'administration de la STM à approuver l'achat de plus de 300 bus hybrides réguliers pour remplacer et compléter le parc de bus entre 2011 et 2017. À ces véhicules viendront s'ajouter quelques bus articulés, eux aussi à propulsion hybride. Ainsi, le recours massif à la technologie hybride permettrait d'éviter l'émission de plus de 20 000 tonnes de gaz à effet de serre (GES) par année, soit l'équivalent de plus de 15 % des émissions actuellement attribuables au parc de bus.

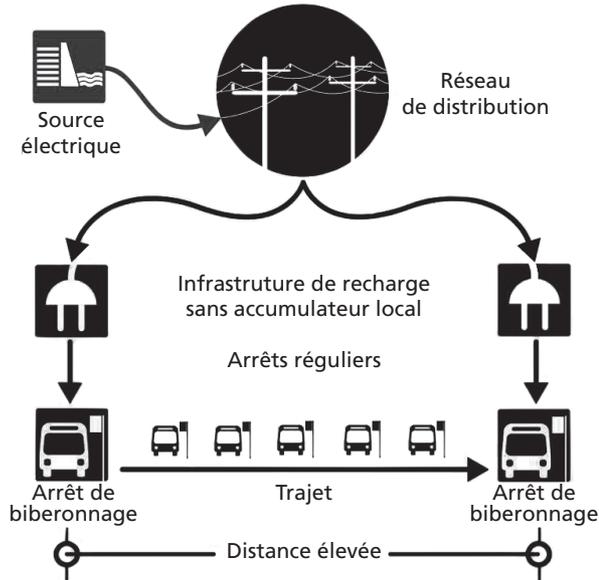
LE BUS ÉLECTRIQUE

Dans son budget 2010-2011, le gouvernement québécois prévoit investir 30 millions de dollars pour le développement d'un bus québécois entièrement électrique et rechargeable d'ici 2013. Ce qui limite aujourd'hui la possibilité de construire des bus tout électriques, c'est le peu de disponibilité d'accumulateurs de grande capacité. L'investissement du gouvernement du Québec portera donc, en partie, sur cet aspect du dossier, et visera surtout à mettre en valeur l'expertise québécoise en motorisation électrique.

Bien qu'elle ne soit pas maître d'œuvre de ce projet de recherche, la STM y participe à titre de partenaire, tout comme le constructeur Nova Bus, la firme Alcoa, Hydro-Québec (via sa filiale TM4) et plusieurs autres sociétés. Dans ce type de projet, la STM se positionne comme une championne de la démonstration des technologies à l'étude, comme ce fut le cas notamment pour le programme des bus hybrides. En cas de succès de ce projet de recherche et de démonstration, il est envisageable que la STM puisse réaliser sa vision 2025 avec quelques années d'avance.

La STM s'intéresse aussi à un autre type d'alimentation en électricité. Il s'agit d'une technologie connue sous le nom de biberonnage, disponible à petite échelle en Europe. Le projet de démonstration de la STM consiste essentiellement à mettre à l'épreuve, en conditions opérationnelles réelles et sous le climat montréalais, un système permettant à des bus de s'alimenter en électricité à différents points le long de leur circuit, comme le montre la figure 11.6.

FIGURE 11.6.
PROJET DE DÉMONSTRATION DU BIBERONNAGE



En collaboration avec Hydro-Québec, la STM entend développer une expertise unique à l'échelle canadienne, sinon nord-américaine, dans ce type de technologie. Le projet de démonstration comprend l'achat de bus électriques de format moyen, l'installation d'infrastructures de biberonnage aux endroits appropriés et des essais en conditions réelles, sur des lignes à fort achalandage touristique. Le projet comprendra des mesures de la performance du système ainsi qu'une évaluation des impacts environnementaux (bruit, pollution visuelle, etc.) et sociaux (sécurité publique, santé, acceptabilité) de ce mode de propulsion.

LE TROLLEYBUS

Des trolleybus ont circulé à Montréal pendant plusieurs décennies. Les derniers sont disparus au début des années 1960. Le Plan de transport de la Ville de Montréal comprend un chantier visant à étudier la faisabilité d'implanter des trolleybus modernes en site propre. Ici encore, il s'agit d'un projet réalisé en partenariat avec la Ville de Montréal, Hydro-Québec (pour les infrastructures) et plusieurs autres organismes.

Les trolleybus modernes offrent une capacité de transport de 2 000 à 3 000 personnes à l'heure. Cette grande capacité justifie d'en examiner les avantages et la faisabilité sur des lignes à fort achalandage. Dans le cas de la STM, on envisage, dans un premier temps, de développer un axe est-ouest dans le nord de la ville (le boulevard Henri-Bourassa) et un axe nord-sud au centre de l'île (le boulevard Saint-Michel).

Au plan environnemental, on calcule qu'utiliser des trolleybus sur ces deux axes permettrait d'éviter l'émission de 2 500 tonnes de gaz à effet de serre chaque année, par rapport au diesel. De plus, les trolleybus sont rapides, silencieux et confortables, ce qui a pour effet d'attirer les usagers. En contrepartie, il faut tenir compte des coûts d'acquisition plus élevés et de la nécessité de mettre en place des infrastructures d'alimentation en électricité. La proximité d'un centre de transport pour l'entretien et le garage des trolleybus est aussi un facteur déterminant dans le choix des axes desservis.

EN CONCLUSION

La STM est résolument tournée vers l'électrification de ses modes de propulsion. D'ici 2025, il ne fait aucun doute que celle-ci parviendra à offrir aux Montréalais plus de service, avec des modes de moins en moins polluants et de plus en plus efficaces au plan énergétique tout en étant rapides, confortables, silencieux et mieux adaptés aux différents besoins de ses usagers. Au même titre que le financement du transport collectif, le bimode et l'électrification sont des facteurs essentiels pour atteindre l'objectif de 540 millions de déplacements en 2020. Avec, en plus, de bonnes pratiques d'aménagement urbain et des incitatifs à la réduction de l'utilisation de l'automobile en solo, il apparaît certain que le transport en commun à Montréal connaîtra encore plus de succès au cours des prochaines années.



Le trolleybus à Laval et son extension

PIERRE GIARD

*Directeur général,
Société de transport de Laval (STL)*

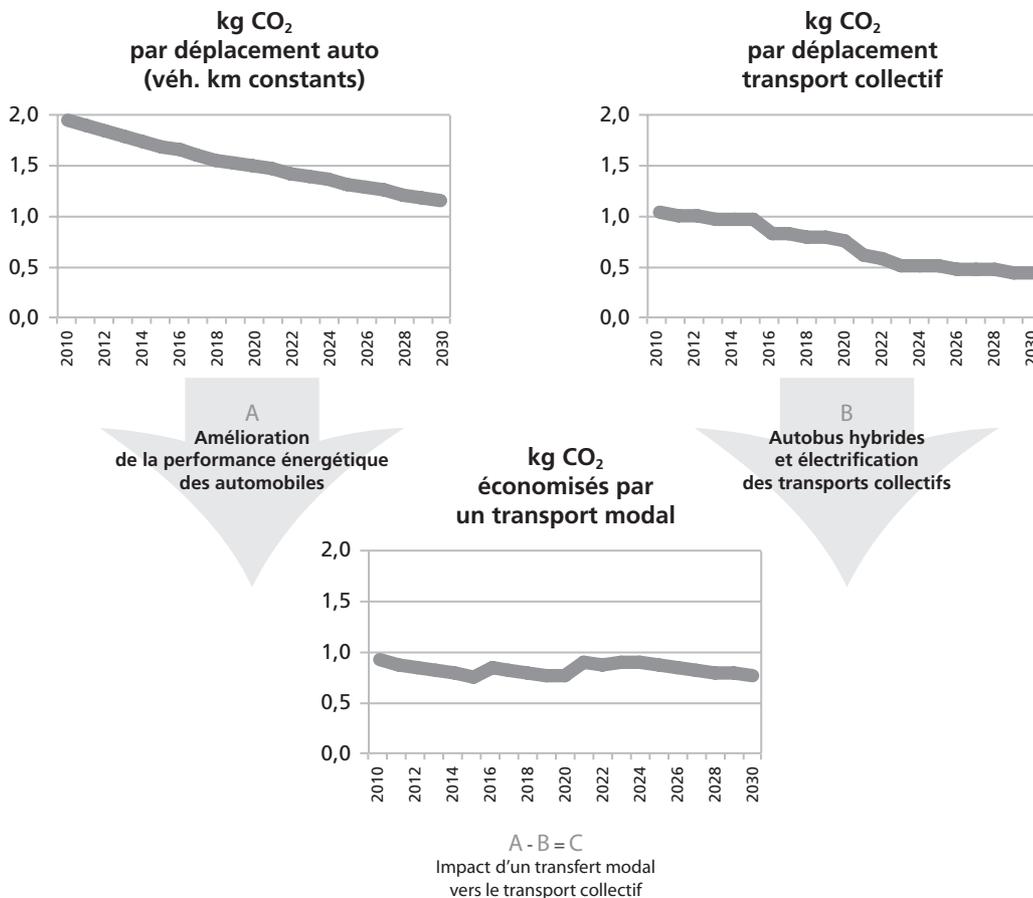
La Société de transport de Laval (STL) a une position bien arrêtée sur l'évolution des transports collectifs. S'il y a un message sur lequel il faille mettre davantage d'accent c'est qu'il faut effectivement favoriser l'électrification des transports collectifs et considérer cet avancé technologique comme étant non seulement souhaitable, mais aussi, dans une certaine mesure, une obligation et un fait incontournable. En effet, l'objectif de ce texte est la démonstration de l'importance croissante de l'électricité dans les systèmes de transport collectif modernes et ses nombreux avantages pour la STL.

À la suite de près d'un an de travail avec les spécialistes d'Hydro-Québec à propos des possibilités d'électrification des transports un choc est survenu. Effectivement, ce choc provient de l'étude de la consommation et des conséquences (environnementales, économiques et autres) de la flotte d'autobus diesel de la Ville de Laval, comparativement à d'autres types de véhicules alimentés en partie ou en totalité à partir d'électricité. Nous y reviendrons.

Dans le secteur du transport en commun, le nombre d'objectifs est limité. De manière générale, un objectif revient de manière récurrente et influence grandement chacune des actions entreprises par la Société de transport en commun de Laval : il s'agit incontestablement de l'augmentation de l'achalandage. Effectivement, l'achalandage est la priorité numéro un à partir de laquelle toutes les actions tirent leurs origines. Par ailleurs, la réduction des gaz à effet de serre compte également parmi les objectifs prioritaires. Le réchauffement de la planète, la pollution de l'air et plusieurs autres problématiques dues à cette émission de plus en plus importante de gaz à effet de serre nécessitent une attention particulière, et la STL l'a compris. Malgré l'impact que peut avoir

une hausse de l'achalandage des transports en commun sur la réduction des gaz à effet de serre, il n'en reste pas moins que ce deuxième objectif est structurellement différent et nécessite des solutions et mesures bien particulières pour que des changements notables surviennent à moyen et long termes. De plus, cet objectif implique la recherche de modes énergétiques plus efficaces et moins nuisibles pour l'environnement. Tel que le démontre la figure 12.1, le deuxième objectif a donc des conséquences très importantes dans le choix des véhicules de transport collectif.

FIGURE 12.1.
IMPACT D'UN TRANSFERT MODAL VERS LE TRANSPORT COLLECTIF



Dans la figure 12.1, le graphique A illustre le fait qu'au cours des trente prochaines années, il serait possible de compter sur une amélioration de la consommation énergétique des véhicules individuels. En effet, selon cette approche, la quantité de gaz à effet de serre devrait diminuer avec l'arrivée de l'électrification des transports, la réduction des cylindrés, la popularisation des voitures hybrides, etc.

Le graphique B illustre un scénario selon lequel le transport en commun connaîtrait lui aussi d'importantes améliorations sur le plan de son efficacité énergétique avec l'implantation de trolleybus, la prolongation de certaines lignes de métro (un mode de transport électrique important), l'électrification des trains de banlieue et plusieurs autres actions. Toutefois, ce graphique n'est qu'un scénario.

Le graphique C, quant à lui, représente une dynamique de transfert modal. Pour la société de transport de Laval, ce scénario implique d'aller chercher des clients parmi les automobilistes actuels, ce qui est l'un des grands objectifs de la STL, et ce, depuis toujours. La formule illustrant ce transfert est assez simple : $A - B = C$. Ainsi, on a le coût en CO_2 de l'automobiliste du graphique A auquel on soustrait le coût du système de transport collectif du graphique B. On peut aussi résumer le tout en disant que la différence entre la performance de la voiture et la performance des transports collectifs a pour résultat le gain du transport collectif (en termes de clientèle et d'efficacité énergétique). Mais que se passe-t-il lorsque $A - B = \text{zéro}$? La réponse est surprenante.

La flotte de la STL est entièrement composée d'autobus diesel de 12 mètres. Cette situation n'est d'ailleurs pas très différente de celle des autres agences de transport de la région métropolitaine comme l'Agence métropolitaine de transport (AMT) et la Société de transport de Montréal (STM). En faisant un bref calcul, on constate qu'en 2009, les passagers ont parcouru 105 millions de kilomètres sur le réseau de la STL. Ainsi les autobus actuels ont consommé 8 millions de litres de carburant diesel. Cela correspond à une consommation moyenne de 7,6 litres au 100 kilomètres, ce qui montre que plusieurs voitures individuelles ont plus performantes que ces autobus diesel. Ce qui veut dire que si le transfert modal contribuait quand même à contrer l'émission de gaz à effet de serre, il ne le ferait pas aussi efficacement qu'on pourrait le souhaiter. En ce sens, une amélioration est nécessaire. Ainsi, la disparition des autobus diesel par l'entremise d'un remplacement complet des véhicules est sans aucun doute le meilleur moyen d'améliorer la performance énergétique de la flotte de la STL et des autres organisations de transport collectif.

Il faut agir, et les actions priorisées sont de trois types. La première action fut de décider que, d'ici 2012, la STL n'achètera plus que des autobus hybrides, l'année 2012 étant le moment où ce type de véhicules sera disponible sur le marché. La deuxième action consiste à réaliser une vaste étude de faisabilité d'un projet de trolleybus sur les grands axes de Laval. Enfin, la troisième action consiste à mener une étude de faisabilité portant sur les avancées technologiques à venir concernant les autobus électriques biberonnés.

Les trolleybus sont des véhicules à mi-chemin entre des autobus réguliers et le tramway. Il ressemble à l'autobus dans la mesure où il roule comme lui sur des pneus, mais aussi au tramway puisqu'il est branché de manière continue à un réseau électrique, via des caténaires. L'étude de ce nouveau type de véhicule a démarré à l'été 2009 et s'est terminée au cours de l'été 2010. Plusieurs partenaires ont contribué à la réalisation de cette étude, dont la Ville de Laval, le ministère des Transports et la STL. Les axes étudiés, quant à eux, sont les plus achalandés de Laval, soit l'axe « Des Laurentides », « Curé Labelle » et « Concorde–Notre-Dame ». L'étude réalisée est donc très détaillée et traite à la fois de la réglementation, de la technologie, de l'impact de tels systèmes sur le réseau et sur le débit de circulation ainsi que sur les besoins en infrastructures électriques. Tout ceci a été suivi d'une analyse avantages-coûts. Le but de ces démarches est de constituer un dossier le plus complet possible pour, par la suite, être en mesure de prendre des décisions éclairées.

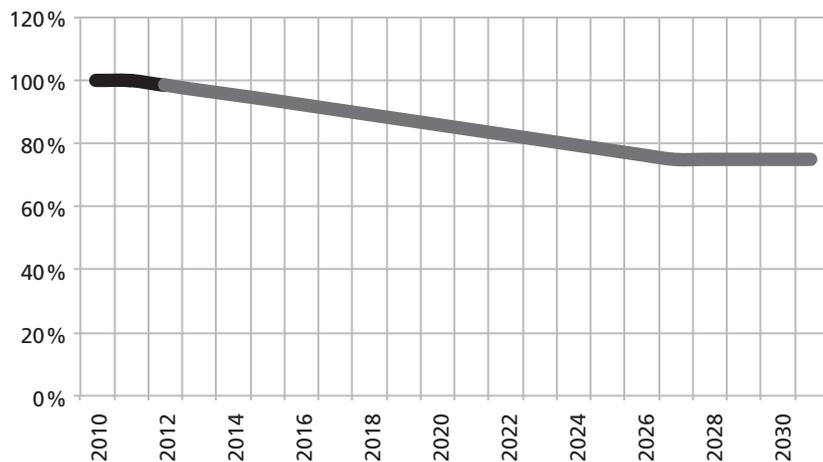
L'une des premières conclusions de cette étude est qu'effectivement, le trolleybus constitue une technologie fiable qui n'émet pas de gaz à effet de serre. De plus, l'énergie utilisée sera fournie par les réseaux d'Hydro-Québec. Cette technologie a également l'avantage de pouvoir être implantée à court terme. Par court terme, il est question de l'année 2016, approximativement. Ce système de transport est compatible avec le climat du Québec, malgré les problématiques qui pourraient être engendrées par le verglas. Toutefois, ce genre d'intempéries est peu fréquent et des solutions existent pour pallier les problèmes potentiels. Par ailleurs, il s'agit d'un mode de transport qui a l'avantage à être jumelé à une opération de requalification urbaine. L'effet sur la trame urbaine d'un système de trolleybus est réel, mais il demeure moindre comparativement à l'impact d'un tramway, par exemple, qui a tendance à revaloriser le milieu urbain à proximité. Donc de manière réaliste, l'implantation des trolleybus à Laval permettrait de remplacer de 10 à 25 % des autobus du réseau, et ce, uniquement sur les grands axes identifiés précédemment.

En ce qui a trait aux autobus électriques par biberonnage, une deuxième étude regroupant les mêmes partenaires, mais ayant cette fois pour consultant le Centre national de transport avancé (CNTA), a été effectuée. Plusieurs véhicules de ce type existent déjà, ils sont fabriqués aux États-Unis, en Chine et en Europe. Ceux-ci fonctionnent par biberonnage par induction. En fait, le biberonnage est un système qui permet une succession de recharges partielles d'accumulateurs

(batteries, roues d'inertie, etc.). Ces autobus sont donc rechargés souvent et rapidement, ce qui permet de les garder en service de façon continue. Il y a essentiellement deux modèles de biberonnage : la recharge rapide des batteries de l'autobus en bout de ligne (5 à 10 minutes) et la recharge en cours de ligne par supercondensateur, comme on en retrouve d'ailleurs un exemple à Shanghai (environ 30 secondes). Le premier type de recharge en bout de ligne permet une plus grande flexibilité dans les parcours. Le second système, où les bornes sont installées tout au long du parcours, offre, quant à lui, une plus grande régularité. Toutefois, les premières conclusions de l'étude sur le biberonnage, laissent entendre que, contrairement au tramway, il s'agit d'une technologie qui n'est pas encore mature. De plus, il s'agit d'un projet qui ne peut pas être implanté à court terme de manière généralisée, puisque des projets-pilotes sont nécessaires pour mieux comprendre les impératifs propres à cette technologie. Troisièmement, la technologie actuellement disponible est davantage adaptée à de petits véhicules, par exemple un microbus de 10 pieds, ceci pour une question de puissance et de capacité des batteries. Quoi qu'il en soit, malgré la différence de technologie, l'implantation d'un trolleybus est planifiée sensiblement de la même manière qu'un tramway et il a, lui aussi, des effets structurants sur le milieu. En théorie, l'autobus biberonné, contrairement au trolleybus, pourrait remplacer près de 100 % de la flotte d'autobus standard et être actif dans les grands axes et les quartiers résidentiels.

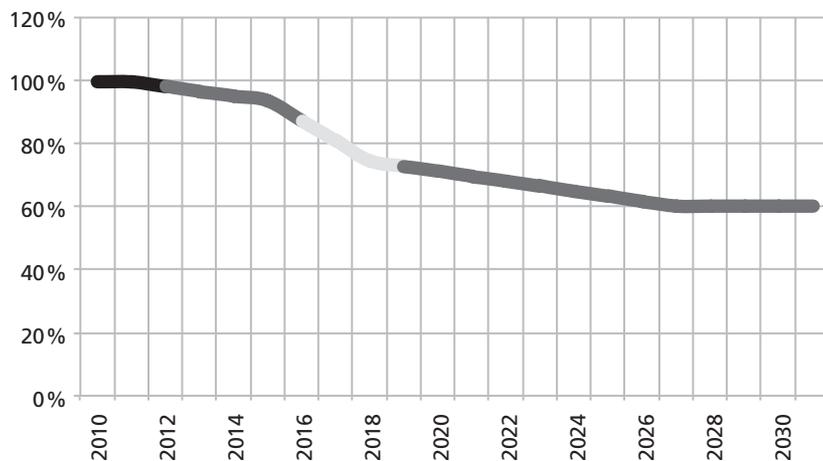
Suite à ces études portant sur différentes technologies de transport collectif propre et alimenté par l'électricité, la STL a mis en place un certain nombre de stratégies. En ce qui a trait aux enjeux environnementaux, la situation de Laval est comparable à celles de Longueuil et de Montréal. D'abord, l'élément central de la stratégie de la STL est qu'à partir de 2012, seuls des autobus hybrides seront achetés. Aussi, plusieurs scénarios sont envisagés. Dans le premier, la STL prioriserait la réalisation du premier scénario, soit celui prévoyant l'implantation de trolleybus. Le projet débiterait par le remplacement de 10 à 15 % (ou même plus) des autobus par des trolleys de 18 mètres, et ce, au plus tôt à partir de 2016. Le second scénario, celui du biberonnage qui implique le remplacement de la flotte d'autobus diesel, serait mis en œuvre à partir de 2020, ou peut-être légèrement avant selon l'évolution de la technologie et la taille des véhicules choisis. Les plus petits véhicules, on le sait, posent moins de problèmes techniques que les grands. La STL a aussi élaboré un scénario mixte. Il s'agit de projections dans le temps en prévoyant l'implantation des différentes technologies de transports mentionnées plus tôt.

FIGURE 12.2.
AMÉLIORATION GLOBALE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE LA FLOTTE STL –
HYBRIDES



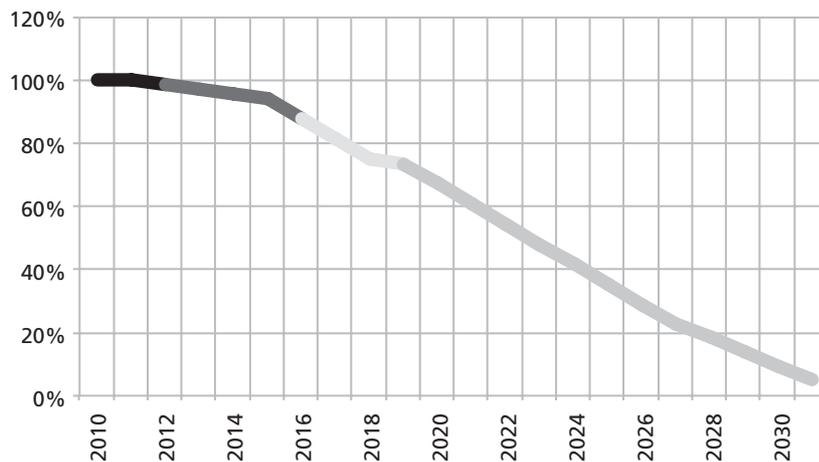
Source : STL.

FIGURE 12.3.
AMÉLIORATION GLOBALE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE LA FLOTTE STL –
HYBRIDES ET TROLLEYS



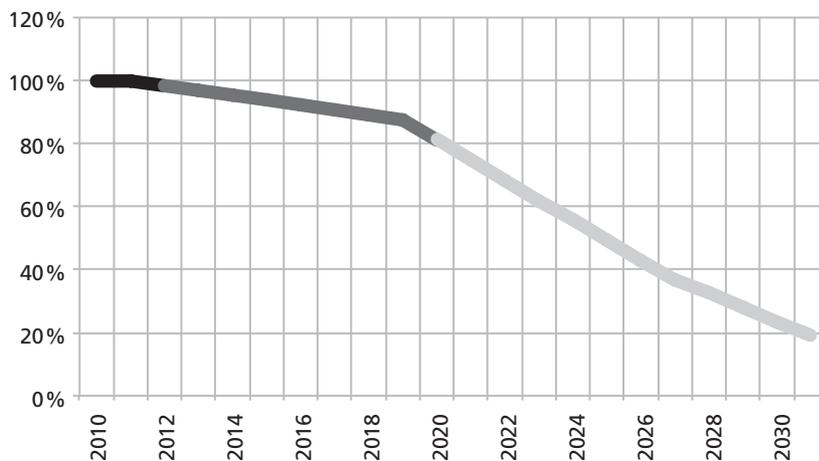
Source : STL.

FIGURE 12.4.
AMÉLIORATION GLOBALE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE LA FLOTTE STL –
HYBRIDES, TROLLEYS ET BUS BIBERONNÉS



Source : STL.

FIGURE 12.5.
AMÉLIORATION GLOBALE DE LA PERFORMANCE ÉNERGÉTIQUE DE LA FLOTTE STL –
HYBRIDES ET AUTOBUS BIBERONNÉS



Source : STL.

De façon générale, les éléments recherchés dans un autobus sont sa fiabilité et sa longévité. La durée de vie moyenne étant de 16 ans, les programmes de subventions sont adaptés à cette période. Cette durabilité devient presque problématique lorsqu'il est question de changer la flotte et d'introduire des autobus hybrides dès 2012. Une période de 16 ans sera nécessaire pour compléter le changement de la flotte et ainsi disposer d'un réseau d'autobus à 100 % hybrides. Ce qui veut dire que le projet ne sera complété qu'en 2028. Une fois complété, le renouvellement de la flotte permettra des économies de près de 25 %, et ce, sans compter les économies qui pourraient être faites par l'ajout d'autres technologies comme les trolleybus (les économies seraient alors de 40 %) et les autobus biberonnés. L'objectif de toutes ces mesures est sans contredit la réduction des gaz à effet de serre et l'amélioration de la qualité de vie de la population, notamment par l'amélioration de leur capacité de mobilité.

Il n'est pas raisonnable de poursuivre avec les autobus diesel. En effet, leur piètre performance, alors que les automobiles deviennent de plus en plus performantes au niveau de leur consommation, et leur forte production de gaz à effet de serre justifient amplement la recherche de solutions plus performantes et moins polluantes.



L'Écolobus de Québec et ses possibilités d'expansion

NORMAND CARRIER

*Directeur général,
Réseau de transport de la Capitale (RTC)*

En tout premier lieu, j'aimerais décrire succinctement le Réseau de transport de la Capitale (RTC). En fait, cet organisme planifie et exploite le service de transport en commun dans l'agglomération de Québec, laquelle compte 543 000 habitants. L'organisme compte 1 500 employés et son parc autobus contient 572 véhicules : 548 autobus conventionnels de 40 pieds, 25 autobus articulés et 8 minibus électriques. En 2009, 45 millions de passages ont été enregistrés.

Le présent texte vise trois objectifs :

- Relater sommairement l'histoire de l'Écolobus du point de vue d'un conducteur ;
- Démontrer que, pour Québec et sa population, l'utilisation des minibus électriques dans l'arrondissement historique fut, et est encore, une décision judicieuse ;
- Sensibiliser le lecteur aux impacts ayant affecté le RTC.

Bref, il s'agit ici de présenter les changements que l'implantation de minibus électriques a provoqués au sein de l'organisation.

L'ÉCOLOBUS BRIÈVEMENT¹

L'Écolobus est un service de navette offert dans l'arrondissement historique de Québec. On compte huit minibus électriques. Ce service est gratuit, fonctionne 7 jours sur 7 de 5 h 30 à 0 h 30 à une fréquence de 10 minutes. Chaque minibus peut accueillir 20 passagers, dix assis et dix debout.

L'autonomie du véhicule atteint 100 km, ou huit heures, et le temps de recharge de la batterie est de huit heures. Son coût de recharge est minime, entre 4 \$ et 5 \$ par jour. Enfin, le prix d'achat d'un minibus s'élève à 340 000 \$. Nous y reviendrons plus loin.

L'ORIGINE DE L'ÉCOLOBUS

Le service Écolobus fait partie intégrante du Programme de gestion intégrée des déplacements, financé par les gouvernements supérieurs (PDTU – Programme de démonstration en transport urbain). La Ville de Québec en était le maître d'œuvre et le Réseau de transport de la Capitale (RTC) le mandataire pour le volet « transport en commun ».

Les éléments de ce programme visaient la création d'une zone d'ambiance pédestre, d'un nouveau service de transport en commun et d'un bureau de gestion de la mobilité. La gestion du stationnement, du camionnage et des autocars touristiques faisait également partie de ce programme.

Ce programme comportait quatre grands objectifs :

- Réduire les déplacements motorisés dans le Vieux-Québec ;
- Favoriser les déplacements à pied et en autobus urbains ;
- Réduire la pollution atmosphérique et le bruit ;
- Améliorer la qualité de vie des résidents.

L'une des façons d'atteindre ces objectifs fut la mise en place d'un service de minibus électriques, soit l'Écolobus.

L'ENVIRONNEMENT ET LA MOBILITÉ DANS LE VIEUX-QUÉBEC

Pour mieux saisir le contexte et les besoins exprimés précédemment, voici quelques données sur l'arrondissement historique de Québec. Premièrement, le Vieux-Québec figure sur la liste du Patrimoine mondial de l'UNESCO.

1. Note de l'éditeur : Au moment de l'envoi sous presse du manuscrit, les véhicules Écolobus ont été retirés de la circulation et ce, jusqu'à ce que la cause exacte des problèmes mécaniques survenus à l'été 2011 soit déterminée. Le service du parcours Écolobus est néanmoins maintenu par des autobus réguliers. En outre, le tarif est maintenant de 1 \$.

Environ 4 600 personnes y habitent. Depuis plusieurs années, les résidents réclamaient des gestes concrets pour l'amélioration de leur qualité de vie. En outre, quelque 20 000 travailleurs et étudiants sillonnent chaque jour les rues étroites et sinueuses de l'endroit. À ceux-ci s'ajoutent 5 millions de touristes chaque année, soit dix fois la population totale de la ville de Québec.

Globalement, on y observe plus de 50 000 déplacements par jour, et ce, à l'intérieur d'un kilomètre carré. Quotidiennement, ces déplacements se traduisent ainsi : 24 000 automobiles, 250 autobus du RTC, entre 300 à 700 autocars touristiques et 1 000 camions. Ajoutons à ces chiffres les calèches qui se faufilent à travers tous ces véhicules.

On en conviendra, intervenir pour améliorer la situation n'était pas un caprice.

----- **L'ÉCOLOBUS... PLUS EN DÉTAIL**

Les huit minibus effectuent la navette entre le Manège militaire et la traverse Québec-Lévis. Ils font une boucle de sept kilomètres et assurent la liaison entre les parties haute et basse de la ville, tout en desservant les principaux points d'intérêts et les pôles intermodaux tels que la Grande Allée, le Centre des congrès, la gare du Palais et Place Royale.

----- **POURQUOI AVOIR OPTÉ POUR DES MINIBUS ÉLECTRIQUES ?**

Par le passé, le RTC a mis en place de nombreux services exploitant différents types d'autobus, entre autres propulsés au gaz naturel, de petits véhicules et des navettes touristiques. Les résultats furent plutôt mitigés.

Or, dès le départ, le type de véhicule recherché était petit, de type autobus, à plancher bas et propulsé à l'électricité ; soit un véhicule apte à atteindre les objectifs du programme et à projeter une image de modernité et de dynamisme de la ville de Québec. Le minibus électrique correspondait à ces attentes.

Pour le RTC, c'était aussi une excellente façon d'appivoiser la technologie de l'électricité, laquelle présente, dans une perspective de développement durable, un potentiel d'avenir. De surcroît, le projet constituait une belle vitrine pour la ville de Québec. Par contre, il fallait être conscient du risque tout de même élevé : Québec était la première ville au Canada à acquérir un minibus électrique.

LA DÉMARCHE RETENUE

D'entrée de jeu, les acteurs québécois se sont associés au Centre national de transport avancé (anciennement le CEVEQ) pour rechercher les technologies disponibles en Amérique et en Europe.

Plusieurs fabricants furent identifiés et quatre d'entre eux ont été approchés. Seulement deux fabricants, européens, ont manifesté un intérêt. De fait, peu de fabricants se sont montrés intéressés par le projet en raison de l'implication requise. En effet, le contrat exigeait d'apporter des modifications aux véhicules, de les adapter aux normes canadiennes et d'effectuer les suivis à distance.

La firme italienne Technobus a été retenue et un premier véhicule fut commandé afin de réaliser des essais en conditions hivernales. En effet, il était impératif de tester ce minibus dans le froid, la neige, la glace et les pentes abruptes. Il s'agissait là, bien évidemment, d'une condition initiale et essentielle à la poursuite du projet.

LE PROGRAMME D'ESSAI

Ainsi l'une des premières actions entreprises consista à adapter, le véhicule aux conditions hivernales. Il fallut donc l'isoler, le doter de pneus d'hiver et d'un système de chauffage. Également, des modifications furent apportées en fonction des normes canadiennes et des exigences du RTC en tant qu'exploitant. Par exemple, ajuster le poste du chauffeur et son siège. Dès le départ, cette démarche a été menée en étroite collaboration avec le syndicat des travailleurs du réseau. Évidemment, des difficultés se sont présentées, principalement en ce qui concerne le chauffage. Diverses techniques de chauffage propre par transfert de chaleur ont été étudiées. Malheureusement, le système idéal n'a pas été trouvé, ce qui fait que le chauffage au diesel est encore utilisé aujourd'hui.

Par contre, la capacité et l'efficacité du minibus dans la neige ont été impressionnantes. Voici d'ailleurs une anecdote. À l'occasion de la conférence de presse lançant le projet de démonstration Écolobus, une tempête de neige de plus de 25 centimètres s'est abattue sur Québec. Pour se rendre sur les lieux de la conférence de presse, il fallait monter une côte abrupte. Le minibus a facilement monté cette côte, et ce, malgré la neige et la glace, alors que l'automobile d'un des ministres invités a eu beaucoup de difficulté. Ce fut un premier succès médiatique!

MISE EN PLACE DU SERVICE ÉCOLOBUS

Une fois les essais terminés, le constructeur a accepté de modifier le véhicule pour répondre aux normes de Transport Canada et aux exigences du RTC. Ainsi, au début de l'année 2008, huit minibus furent livrés. La normalisation avec Transport Canada a suivi.

La mise en place du service s'est effectuée à l'été 2008 à l'occasion du 400^e anniversaire de la ville de Québec. L'enthousiasme fut instantané. Tout le monde en parlait! Nombreuses étaient les personnes à se faire photographier devant ce petit véhicule.

Pendant plusieurs semaines, et encore aujourd'hui, des passagers doivent être refusés en raison du succès de l'Écolobus. En hiver, environ 1 000 personnes par jour montent à bord de l'Écolobus. Ce chiffre triple en été avec 2 700 personnes quotidiennement.

LES IMPACTS

Les répercussions relatives à l'arrivée de la technologie de l'électricité ont été notables au RTC à plusieurs égards, principalement en ce qui a trait aux coûts, aux façons de faire, et au travail des mécaniciens et des chauffeurs. L'introduction de cette technologie a également eu des impacts sur les autorités en transport, dont le RTC.

LE FINANCEMENT DU PROJET

Sans la contribution des différents paliers de gouvernements, le RTC n'aurait pu mettre en service des minibus électriques.

TABLEAU 13.1.
FINANCEMENT DU PROJET

	Coûts – Achat et opération (2 ans)
Gouvernement fédéral	2,0 M \$
Gouvernement provincial	3,4 M \$
Ville de Québec et RTC	2,6 M \$
Total	8,0 M \$

Source : RTC.

COÛTS DES MINIBUS

Le prix d'achat de l'autobus électrique est relativement élevé. Au moment de l'achat, l'euro se situait à 1,43 \$. Des frais appréciables de douanes et de transport sont aussi exigés, car il s'agit d'un produit d'importation. En ce qui concerne les coûts liés au personnel chauffeur, ils sont les mêmes évidemment que pour les autobus conventionnels. Par contre, au regard des coûts énergétiques, les économies sont significatives.

TABLEAU 13.2.
COÛTS DES AUTOBUS

	Conventionnel	Électrique
Achat	485 000 \$	340 000 \$
Batteries	Non applicable	60 000 \$
Chauffeurs	Identiques	
Énergie/100 km	62 \$	4 \$
Entretien/km	+	++

Source : RTC.

Après deux ans d'exploitation à peine, il est difficile de comparer les coûts d'entretien entre un véhicule conventionnel et un véhicule électrique. Par ailleurs, notre structure fait en sorte que nos autobus conventionnels (40 pieds et alimenté au diesel) sont entretenus depuis 30 ans dans un centre comptant au-delà de 550 véhicules. Pour sa part, le centre Écolobus compte juste huit véhicules et fonctionne depuis deux ans seulement. Évidemment, il y a là une perte au plan des économies d'échelle potentielles.

Toutefois, et à ce jour, on peut affirmer que les coûts d'entretien au kilomètre pour un véhicule électrique doublent facilement par rapport aux autobus conventionnels. Leur intégration a nécessité des investissements, mais plusieurs ne sont pas récurrents. Tout de même, il semble assuré que les frais d'entretien devraient se comparer à ceux des autres autobus lorsque le système sera bien rodé et autonome.

UN CENTRE DE SERVICE APPROPRIÉ

L'une des conséquences majeures pour le RTC fut l'obligation de se doter d'un deuxième centre d'entretien, situé à proximité du service offert, pour épargner l'énergie des batteries. Et ce, d'autant plus que la vitesse maximale de l'autobus ne nous permet pas de circuler sur les autoroutes.

Pour une entreprise exploitant un centre d'entretien de plus de 550 autobus, passer à un centre de huit autobus a nécessité un changement radical des processus administratifs et opérationnels. En effet, on ne parle plus d'huile, de graisse et de produits dangereux. On troque les réservoirs de diesel contre des chargeurs à batteries, les coffres à outils contre un ordinateur portable. C'est tout à fait autre chose!

DE L'INCONNU POUR LES MÉCANICIENS

Bien que les mécaniciens suivent attentivement l'évolution technologique en ce qui a trait aux autobus conventionnels, s'adapter à des minibus électriques a été un grand défi pour eux. Entre autres, même s'ils sont habitués à établir des diagnostics à l'aide d'un ordinateur, ils ne l'étaient pas en ce qui a trait à la réparation par ordinateur... encore moins à distance! De plus, la formation des mécaniciens a été assurée par le constructeur, malgré la barrière linguistique. Notre ingénieur a même appris l'italien pour faciliter les contacts avec le fournisseur.

D'autre part, l'éloignement du fabricant nous a fortement incités à développer, petit à petit, un réseau de fournisseurs locaux afin de rehausser notre efficacité et notre autonomie. Par exemple, il a fallu remplacer une pièce du moteur électrique, usée prématurément en raison du froid. La solution a été trouvée par un fournisseur de Québec qui l'a transmise à Technobus. Cette dernière l'utilise maintenant pour promouvoir ses minibus dans les pays nordiques.

UNE CONDUITE DIFFÉRENTE POUR LE CHAUFFEUR

Conduire un véhicule électrique nécessite aussi une adaptation de la part des chauffeurs, que ce soit lors de l'accélération ou lors du freinage. Par exemple, aux arrêts, le chauffeur doit récupérer l'énergie en utilisant moins les freins. Il y a même des concours entre les chauffeurs à savoir qui a le moins consommé d'énergie pendant son quart de travail! Certains chauffeurs adorent conduire ce véhicule. Par contre, d'autres l'évitent.

UNE ADAPTATION POUR LES AUTORITÉS EN TRANSPORT

Ces véhicules, comme tous les autres, doivent répondre aux normes de Transport Canada. Cependant, compte tenu du type de véhicule, certaines normes ne peuvent être appliquées. À titre d'exemple, pour vérifier le système de freinage, un autobus doit passer de 60 km/h à 0 km/h à l'intérieur d'une distance précise. Le minibus électrique ne pouvant rouler au-delà de 33 km, la norme a dû être adaptée.

Par ailleurs, lorsqu'on souhaite immatriculer un autobus, on doit mentionner le nombre de cylindres du véhicule. Or, il n'y a pas de cylindre sur un minibus électrique. La Société d'assurance automobile du Québec doit donc s'ajuster elle aussi.

Enfin, pour être admissible aux subventions habituelles, la durée de vie d'un autobus doit atteindre 16 ans. Quelle est la durée de vie d'un minibus électrique au Québec ? Nous ne le savons pas encore. Il a été convenu avec le ministère des Transports d'établir une durée de vie théorique de huit ans. Ce chiffre sera réévalué ultérieurement.

DES RETOMBÉES SIGNIFICATIVES

Les avantages dépassent largement les inconvénients rencontrés.

Pour la clientèle

Dans 52 % des cas, l'utilisateur de l'Écolobus est un client régulier. Il le prend entre trois à cinq fois par semaine. Les autres utilisateurs sont des touristes de l'extérieur de la ville et des clients occasionnels. Tous sont très curieux de cette technologie. Ils en apprécient la nouveauté, le confort, la gratuité et le faible niveau sonore. Un sondage démontre que 82 % des usagers sont satisfaits de ce service et qu'ils en sont plutôt fiers. En plus, il semble même qu'il soit « *in* » de prendre l'Écolobus ! Également, le public été séduit tout de suite par sa beauté, son petit côté séducteur. Les quelques clients moins satisfaits (ils sont rares) critiquent l'achalandage un peu trop élevé de l'Écolobus qui fait en sorte qu'ils ne peuvent pas toujours monter à bord.

Pour la ville et le milieu

Les retombées sont très positives pour les résidents. Dès la mise en service de l'Écolobus, ils ont vite constaté l'amélioration de leur qualité de vie, sans oublier que l'Écolobus procure une mobilité accrue pour les travailleurs et les étudiants.

L'Écolobus est également devenu un argument de vente pour le Centre des congrès de Québec. Il est d'ailleurs souvent utilisé par les organisateurs des congrès pour effectuer des tours de ville. De surcroît, les hôteliers et les restaurateurs en font la promotion constante auprès de leur clientèle.

D'autre part, les minibus écologiques projettent une image distinctive d'ouverture aux changements, attirant l'attention d'un peu partout en Amérique. Il ne serait pas étonnant de voir l'Écolobus s'ajouter dans les albums de photos des touristes, juste à côté du Château Frontenac et de la fontaine de Tourny.

En somme, l'Écolobus contribue au rayonnement de la ville de Québec. Régulièrement, les responsables sont sollicités par des universités, des sociétés de transport et des municipalités désirant en apprendre plus sur ce véhicule.

Pour l'environnement

Le retrait des autobus conventionnels dans le Vieux-Québec a généré des économies de carburant diesel de plus de 67 500 litres. Cela se traduit par une réduction des émissions de CO₂ de près de 190 tonnes. Quelque 250 autobus en moins y circulent en dehors des heures de pointe et le niveau de bruit a diminué de façon considérable. Un autre élément important consiste à l'élimination des vibrations au passage des autobus. De telles vibrations causent en effet des dommages aux bâtiments patrimoniaux.

L'AVENIR

La protection de l'environnement est une préoccupation constante pour tous. Dans ce contexte, migrer vers des modes de transport durables est un incontournable. Pour le RTC, il s'agissait d'une occasion à saisir.

Le RTC en bonne voie de réussir cette transition, puisqu'il a acquis une riche expérience. D'une part, en ce qui a trait à la gestion d'un véhicule propulsé par une technologie innovante. D'autre part, parce que cela a permis de mettre davantage à l'épreuve sa capacité d'adaptation aux changements. De fait, apprivoiser cette technologie a demandé beaucoup d'efforts au personnel du RTC.

Mais, sans contredit, ce fut un projet très mobilisant. Or, à la question : si c'était à refaire ? Notre réponse est oui. Les autorités et les usagers sont très fiers de ce service écologique, et ce, à plusieurs égards : une expérience enrichissante, un bénéfice indéniable pour le milieu ainsi que pour l'image l'organisation et la réputation de la ville. D'ailleurs, l'Écolobus s'est distingué auprès de plusieurs organisations : l'Association québécoise du transport et des routes (AQTR), l'Association canadienne du transport urbain (ACTU) et l'Association du transport urbain du Québec (ATUQ).

En conclusion, on soulignera que ce service a contribué à trouver un équilibre entre les préoccupations des résidents, des commerçants, des touristes et des autorités de la Ville de Québec. En outre, de concert avec la Ville de Québec, le RTC étudie la possibilité d'étendre le service Écolobus à l'extérieur des murs du Vieux-Québec.



L'électrification des trains de banlieue

JOËL GAUTHIER

*Président-directeur général,
Agence métropolitaine de transport (AMT)*

Le texte qui suit, élaboré dans le cadre du colloque sur l'électrification des transports au Québec, présente le virage entrepris par l'Agence métropolitaine de transport (AMT) en vue de poursuivre l'électrification de son réseau de trains de banlieue. Après un bref survol des caractéristiques de son réseau et de son évolution au cours des quinze dernières années, seront exposés les projets actuellement en chantier qui viendront contribuer aux enjeux collectifs de développement durable.

Depuis sa création en 1996 par le gouvernement du Québec, l'AMT a pour mission d'accroître les services de transport collectif afin d'améliorer l'efficacité des déplacements dans la région métropolitaine de Montréal. À cette fin, elle exploite un réseau de trains de banlieue, 16 terminus métropolitains, 61 stationnements incitatifs, offrant près de 30 000 places, et plus de 85 km de voies réservées. Elle est également responsable de la planification et du développement des réseaux, ainsi que de la réalisation de grands projets en transport collectif dans la région métropolitaine.

Le réseau de trains de banlieue qu'elle opère est passé, depuis 1996, de deux à cinq lignes et une 6^e ligne, le Train de l'Est, s'ajoutera prochainement. Le réseau actuel compte 52 gares réparties sur environ 220 km de parcours. Au quotidien, c'est 67 000 déplacements qui sont effectués en train de banlieue dans la région métropolitaine. Son achalandage, qui a plus que doublé depuis 1996, le place au 6^e rang des réseaux d'Amérique du Nord. La figure 14.1 présente l'ensemble du réseau ainsi que les lignes projetées.

Aussi, au cours des dernières années, différentes initiatives de planification sont venues orienter le développement des transports à l'échelle du Québec. Parmi celles-ci, on compte notamment :

- le Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec ;
- la Stratégie énergétique du Québec 2006-2015 ;
- la Politique québécoise du transport collectif ;
- la Stratégie gouvernementale de développement durable.

De son côté, l'AMT misait sur le développement et l'exploitation de réseaux de transport collectif dans une perspective d'efficacité énergétique s'appuyant sur l'innovation des technologies propres, et ce, dès 2008, avec l'adoption d'une politique et de son *Plan d'action de développement durable 2008-2013*.

Acteur régional visant l'intégration des services de transport et le développement de réseaux cohérents dans une approche de mobilité durable, l'AMT, voulant de surcroît profiter du contexte actuel favorable au transport collectif, a mis plusieurs grands projets en chantier. Leur réalisation devrait permettre de réduire de façon significative les émissions de gaz à effet de serre dans la région métropolitaine. Les trois grands projets présentés ici sont : l'électrification du réseau de trains de banlieue ; le prolongement de trois lignes de métro ainsi que l'implantation d'un système rapide par bus (SRB) dans l'axe du boulevard Pie IX.

ÉLECTRIFICATION DU RÉSEAU DE TRAINS DE BANLIEUE

Pour l'AMT, la ligne Deux-Montagnes représente un acquis important sur la voie de l'électrification. Celle-ci, inaugurée en 1918 par le *Canadian Northern Railway*, une compagnie à l'origine du Canadien National (CN), a été la première ligne alimentée en électricité au Canada. À l'origine, sa vocation était de desservir la nouvelle banlieue de Mont-Royal et de permettre la circulation des trains de marchandises en provenance des Basses-Laurentides.

Sa modernisation au milieu des années 1990 a permis l'instauration d'un nouveau système de caténaire de 25 000 V en courant alternatif, en remplacement du système de 3 000 V en courant continu. Deux ans après la création de l'AMT, le ministère des Transports du Québec (MTQ) cédait les équipements ferroviaires à l'AMT, qui est aussi propriétaire de certains éléments de l'infrastructure ferroviaire de cette ligne entièrement dédiée au transport de passagers.

La ligne des Deux-Montagnes est la plus performante du réseau de l'AMT. Avec son tracé de 30 km, ses 12 gares et les 6 000 places de stationnement incitatif disponibles pour la clientèle, elle compte, à elle seule, pour la moitié de l'achalandage du réseau de trains de banlieue. En effet, une cinquantaine de départs offerts chaque jour de semaine permet la réalisation de plus de 30 000 déplacements quotidiens.

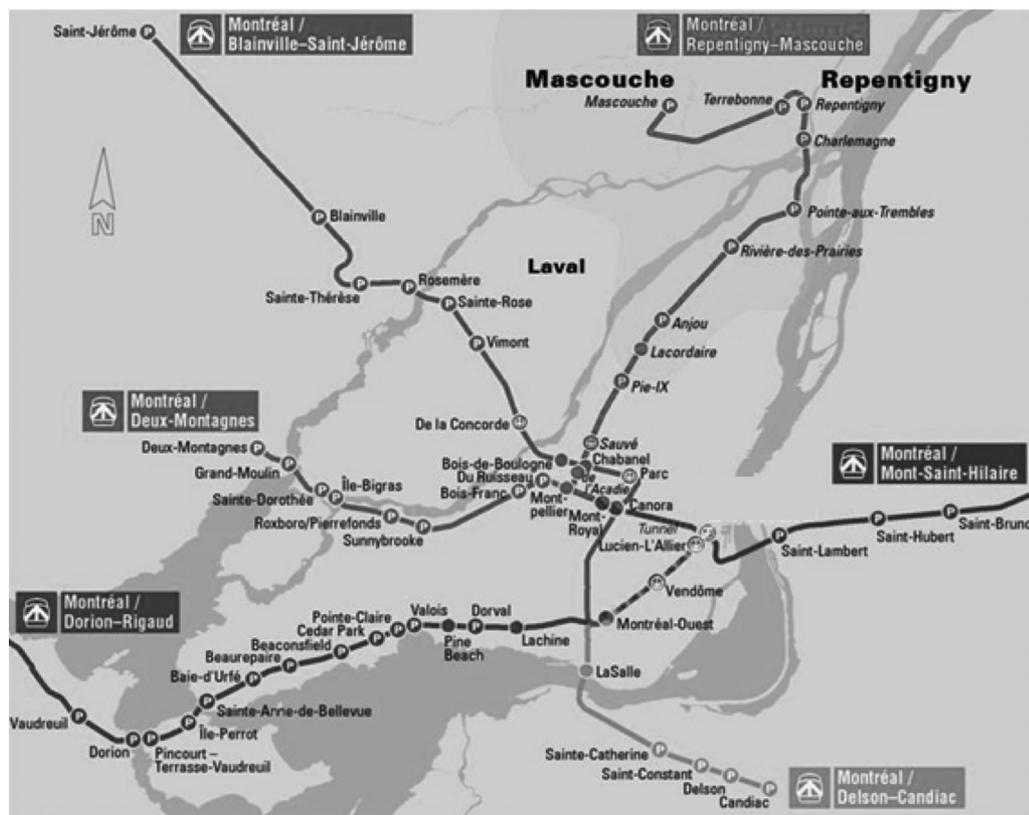
Malgré cet acquis, l'AMT est confrontée au paradoxe suivant : comment se fait-il que son réseau de trains de banlieue fonctionne encore en grande partie au diesel, alors que le Québec se trouve au 2^e rang comme producteur d'hydroélectricité en Amérique du Nord ?

C'est dans cette perspective que l'AMT a décidé d'amorcer la transition vers l'électrification progressive de son réseau de trains de banlieue avec l'acquisition, en 2009, de 20 locomotives de type bimode dont le déploiement commencera en 2012. Elle devenait ainsi la première société de transport de passagers au Canada à acquérir ce type de locomotive. Se doter d'équipements pouvant être propulsés autant au diesel qu'à l'électricité constitue une innovation, puisque ces nouvelles locomotives permettront l'utilisation du même équipement sur des lignes électrifiées ou traditionnelles. Dotées de deux moteurs, ces locomotives ne produisent pas de gaz à effet de serre lorsqu'elles sont alimentées par caténaire électrique.

Cette modernisation de son matériel roulant permet à l'AMT non seulement d'améliorer le service à la clientèle, mais aussi de prendre un virage majeur. Techniquement, la poursuite de l'électrification du réseau de trains de banlieue devient ainsi possible.

Dans cette foulée, la nouvelle ligne du Train de l'Est, qui s'étend dans le secteur nord-est sur 52 km et compte 14 gares, dont 11 sont nouvelles, sera exploitée, dès sa mise en service prévue en 2012, en mode électrique sur environ un tiers de son tracé, soit le tronçon entre la gare Centrale et la future gare de l'Acadie (Marché central).

FIGURE 14.2.
RÉSEAU DE TRAINS DE BANLIEUE DE L'AMT – NOUVELLE LIGNE DU TRAIN DE L'EST



Source : AMT.

Les autres tronçons seront considérés dans l'étude de faisabilité présentement en cours portant sur l'électrification de l'ensemble du réseau de trains de banlieue de l'AMT.

De plus, l'AMT prévoit dès maintenant les installations nécessaires afin que les infrastructures ferroviaires du Train de l'Est soient prêtes à recevoir les systèmes caténaires en vue de l'électrification future des autres tronçons.

Il est clair que l'électrification de l'ensemble du réseau constitue un défi de taille. En effet, il est important de se rappeler qu'à l'exception de la ligne Deux-Montagnes, les voies ferrées sur lesquelles circulent les lignes de train de l'AMT sont la propriété du Canadien National et du Canadien Pacifique. L'AMT, qui partage les voies ferrées avec les trains de marchandises, envisage

donc l'électrification graduelle de son réseau. De plus, l'implantation d'un environnement caténaire nécessitera une modernisation importante des systèmes ferroviaires : signalisation, communication, mise à la terre et point de connexion de l'alimentation électrique, etc. Enfin, les impacts générés sur le plan des infrastructures urbaines devront être considérés.

L'électrification du réseau de trains de banlieue est un projet audacieux qui impliquera des investissements importants. Et, c'est dans ce contexte que l'AMT a lancé en 2009 un appel d'offres pour la réalisation d'une importante étude de faisabilité visant l'électrification du réseau de trains de banlieue dans la région métropolitaine de Montréal.

Pour réaliser cette étude, l'AMT a mis sur pied un partenariat novateur avec Hydro-Québec, qui fera partie du comité de pilotage des études et dont les objectifs stratégiques convergent avec les siens en termes de développement de modes de transport durables. C'est également en s'appuyant sur la démonstration qui a déjà été faite de l'efficacité et des avantages de l'électricité dans le domaine des transports collectifs qu'elle s'est associée à l'AMT pour la réalisation de son projet d'électrification des trains de banlieue.

Cette vaste étude conduira à l'élaboration d'un plan directeur d'électrification, établi en 3 grands volets. Le volet I correspond à l'analyse technique et s'intéressera aux contraintes de natures diverses, dont celles reliées aux compagnies ferroviaires, au mode d'exploitation (opération et entretien) aux infrastructures et équipements reliés à l'électrification, au matériel roulant, à l'ordonnancement des tronçons ainsi qu'aux stratégies de construction.

Le volet II portera essentiellement sur l'évaluation des coûts engendrés ainsi que sur l'identification des avantages et des inconvénients reliés à l'électrification du réseau de trains de banlieue.

Ces informations alimenteront le volet III qui procèdera, quant à lui, à l'analyse financière ainsi qu'à l'évaluation des impacts économiques.

S'il est acquis que l'électrification du réseau de trains de banlieue permettrait à l'AMT de contribuer directement à la réduction des émissions de gaz à effet de serre dans la région métropolitaine ainsi qu'au rayonnement de l'expertise québécoise, un enjeu appréciable demeure, soit celui de justifier la pertinence de ces investissements majeurs.

BUREAU DE PROJET MÉTRO

Le développement du réseau du métro met à profit la capacité hydroélectrique du Québec et favorise le développement de modes de transport durables. Ainsi, le Bureau de projet mis sur pied a pour mandat de réaliser les études et de procéder à l'analyse de l'ensemble des coûts et avantages des projets de prolongement de trois lignes de métro, comme l'indique la figure 14.3.

FIGURE 14.3.
PROJETS DE PROLONGEMENT DE TROIS LIGNES DE MÉTRO



Source : AMT.

Ces études permettront d'identifier les tracés et de préciser le nombre et la localisation des stations, tout en tenant compte des contraintes d'exploitation. L'identification de solutions relatives à la construction et l'estimation des coûts d'immobilisation et d'exploitation seront parmi les éléments considérés.

SYSTÈME RAPIDE PAR BUS (SRB) DANS L'AXE DU BOULEVARD PIE-IX

Il s'agit d'un autre projet de transport collectif qui s'inscrit dans l'orientation d'offrir un service de qualité tout en revalorisant des artères longtemps abandonnées à la logique automobile.

Ce nouveau concept de service rapide par autobus, situé dans l'axe métropolitain du boulevard Pie-IX, a un tracé de près de 15 km et compte 18 stations à Montréal et 5 à Laval. Un scénario de desserte par trolley sera également examiné.

CONCLUSION

Ces études et projets auront des retombées positives pour la collectivité. En particulier, le projet d'électrification du réseau de trains de banlieue aurait des répercussions bénéfiques sur le bilan environnemental de la région métropolitaine. Sa réalisation permettrait non seulement de réduire l'empreinte écologique de l'AMT associée au remplacement du diesel par l'électricité, mais aussi de favoriser des gains d'achalandage pour le transport collectif.

De plus, l'électrification soutiendrait aussi l'essor du pôle d'innovation associé au transport terrestre électrique avec le rayonnement de l'expertise québécoise et l'ouverture éventuelle de nouveaux marchés d'affaires.



La stratégie transport du Grand Lyon

BERNARD RIVALTA

*Président du SYTRAL
Vice-président,
Communauté urbaine de Lyon*

Lyon est fréquemment comparée à Montréal étant donné leurs nombreuses similarités. Dans cette optique, nous présenterons les politiques et actions en matière de transport électrique de Lyon en souhaitant que certaines d'entre elles soient transposables à Montréal. L'objectif de cette présentation est aussi de mettre en évidence les choix que la grande ville historique de Lyon a privilégiés pour faire face aux enjeux urbains modernes.

Le Syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise (SYTRAL) définit et met en œuvre des politiques de transport en commun. Le SYTRAL définit aussi l'offre de service et se consacre au développement du réseau. Rappelons que Lyon est la jumelle française de Montréal et que le réseau de Lyon est reconnu comme le meilleur réseau de France de par son haut niveau de concurrence technologique. Un travail collectif réunissant tous les partis politiques en présence a permis, à la suite d'investissements importants, de rendre le réseau plus performant, complémentaire et efficace. Lyon dispose d'une instance administrative très puissante, la Communauté urbaine, qui existe maintenant depuis plus de 40 ans. Dans l'agglomération de Lyon, il n'a jamais été question de défusion contrairement à Montréal. Au contraire, un processus inverse est en cours et ce sont les municipalités avoisinantes qui font la demande de se joindre à la Communauté afin de bénéficier des nombreux services offerts. Assurer la desserte en transport en commun de Lyon, une agglomération vivante et en mouvance, représente un défi constant qui a exigé les grands efforts déployés en matière d'électrification des transports.

FIGURE 15.1.
LA RÉGION RHÔNE-ALPES ET LE DÉPARTEMENT DU RHÔNE

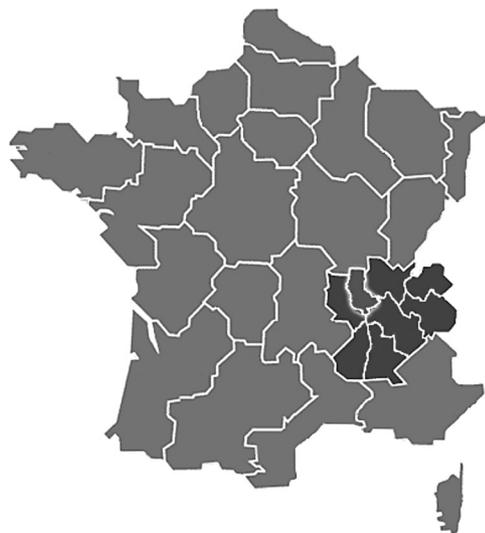


TABLEAU 15.1.
LA RÉGION RHÔNE-ALPES ET LE DÉPARTEMENT DU RHÔNE : LES COMPÉTENCES
DES AUTORITÉS ORGANISATRICES DE TRANSPORTS

La Région Rhône-Alpes	Transport ferroviaire de personnes
Le Département du Rhône	Organisation des cars interurbains et scolaires
Le SYTRAL	Organisation des transports urbains dans l'agglomération lyonnaise

Source : Communauté urbaine de Lyon.

L'agglomération lyonnaise regroupe 16 élus du Grand Lyon et 10 élus du département du Rhône. Le SYTRAL est l'autorité organisatrice du transport en commun de l'agglomération. On sait que le réseau de Lyon est techniquement très développé. En effet, c'est à cet endroit qu'ont été mis en service le premier métro automatique, les premiers tramways à planchers bas intégraux en plus d'une flotte de trolleybus modernes. L'agglomération se démarque donc par la diversité des modes de transport offerts, la qualité technologique de ceux-ci et leur fiabilité. Pour ces raisons, Lyon est un cas grandement observé ailleurs en France et à l'étranger. Plus de 200 visites ont lieu annuellement pour parcourir et étudier les systèmes de transport lyonnais. L'objectif est de proposer un service de qualité compétitif et de gagner des parts de marché par rapport au déplacement individuel, donc à l'automobile.

FIGURE 15.2.
L'ORGANISATION DU SYTRAL

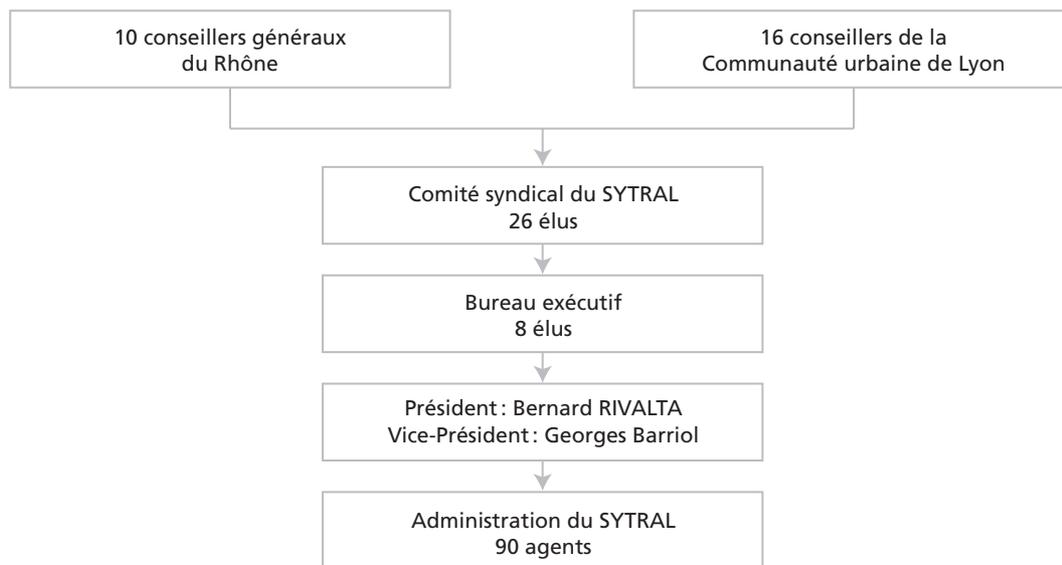
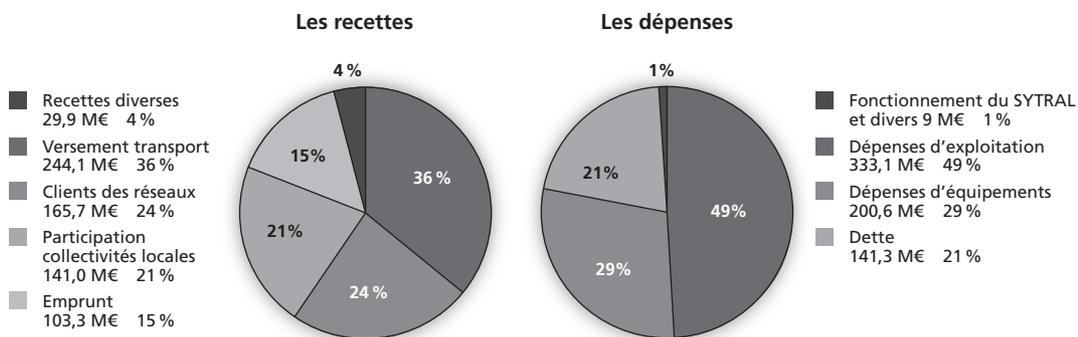


FIGURE 15.3.
LE BUDGET 2010 DU SYTRAL



Source : SYTRAL.

Le SYTRAL offre plus de 6 000 places de stationnement incitatif pour les usagers qui désirent accéder au centre-ville en utilisant le transport en commun. Le réseau TCL (transport en commun de l'agglomération de Lyon) assure plus de 20 % des déplacements et génère seulement 3 % de la pollution urbaine. À Lyon, la priorité est donnée au mode électrique qui alimente plus de deux trajets sur trois. Qui plus est, des projets de production d'électricité sont à l'étude afin de prévoir l'accroissement éventuel de la demande.

Le SYTRAL propose une offre complète adaptée aux besoins de chacun. Les usagers à mobilité réduite constituent environ 30 % de la population. Le SYTRAL investit donc dans du matériel roulant adapté et renouvelle les ascenseurs et escaliers mécaniques de toutes ses stations de métro. Il réalise aussi de nombreux aménagements adaptés sur la voirie et dans les autobus. Pour séduire et fidéliser une nouvelle clientèle, le SYTRAL investit et innove dans le secteur des services aux voyageurs. Depuis 2000, le système VISULIS indique aux principaux arrêts d'autobus le temps d'attente grâce à des systèmes GPS installés dans chaque véhicule. Le site Internet et la plate-forme téléphonique sont les médias les plus utilisés pour communiquer avec les usagers, mais d'autres pistes sont aussi explorées. Le ITCL est un système d'information en temps réel alimenté par radio satellite. Aussi, le projet MOBIVIL est une expérimentation sur les systèmes ITCL et tente de rendre des informations disponibles sur les téléphones portables. Le contrôle des accès dans les stations de métro et la montée par l'avant dans les bus instaurée en 2006 sont quelques-unes des mesures ayant permis de lutter efficacement contre la fraude et de mieux garantir la sécurité des usagers.

Après avoir prolongé le métro à l'est en 2005, un nouveau projet est en voie de réalisation afin de désenclaver tout le sud-ouest de l'agglomération. Ainsi, le tunnelier passera sous le fleuve du Rhône à 35 mètres de profondeur. De plus, le nouveau pôle multimodal Dublin, qui devrait être inauguré en 2013, comprendra une desserte de métro et d'autobus par relais.

Le SYTRAL a de plus mis en œuvre le grand projet urbain Confluence en créant une desserte tramway en 2005. Aujourd'hui, ce quartier central se développe très rapidement. Le prolongement de la ligne T1 permet donc d'assurer un service par le sud en offrant une connexion avec la rive gauche et avec le métro B. Ce projet nécessite la création d'un pont qui constituera un signe architectural fort à l'entrée de Lyon.

Lyon est une ville d'échange et de commerce. Pour soutenir le dynamisme et le rayonnement de la ville, le SYTRAL prolongera le tramway T2 jusqu'au Palais des expositions d'ici 2012. Depuis 2006, l'Ouest lyonnais bénéficie d'un tramway rapide qui emprunte une ancienne voie de chemin de fer. Le trajet est de 15 kilomètres, une distance est parcourue en 25 minutes avec des pointes de vitesse à 70 km/h. Une extension de T3 permet de desservir le grand stade lyonnais. En 2010, un autre prolongement de la ligne T3 a été

construit, cette fois pour desservir le grand stade de l'olympique lyonnais. À l'été 2010, le département du Rhône a aussi entamé le prolongement de T3 pour assurer une liaison express de la Gare de la Pardieu jusqu'à l'aéroport Lyon-Saint-Exupéry. En 2008, la T4, la ligne verte, a été créée; il s'agit d'un accès nord-sud très efficace qui ne passe pas par le centre-ville. L'extension de cette ligne est planifiée pour 2013. Elle permet de relier deux sites universitaires importants et, pour la première fois à Lyon, deux systèmes de tramway sont exploités sur la même ligne. Une autre amélioration remarquable du réseau est survenue en 2005 avec la mise en place de la ligne de trolleybus nouvelle génération C1, implantée pour desservir la Cité internationale et les centres de congrès. La ligne C2 a aussi été mise en place pour relier le plateau nord de Rieux au centre de Lyon. Pour finir, le réseau d'autobus sera entièrement restructuré à partir de septembre 2011. Toutes les lignes seront optimisées afin d'être adaptées au nouveau rythme de la population. Ainsi, le réseau d'autobus est plus lisible et plus attrayant. Pour une première fois, une enquête origine-destination a d'ailleurs démontré que l'utilisation de l'automobile avait diminué dans l'hypercentre. L'utilisation des véhicules solos est passée de 53 à 47 %, alors qu'au niveau du transport en commun la tendance s'inverse avec une progression de l'utilisation de 13 à 17 %. De plus, beaucoup de communes en bordure de l'agglomération demandent désormais à être rattachées au système de transport en commun étant donné sa grande qualité et son efficacité. Cela pose le problème de l'élargissement du périmètre. Des études sont donc effectuées afin d'évaluer le réalisme et la rentabilité de tels projets, et des mesures fiscales adaptées sont également considérées.

Ceci constitue un aperçu de l'agglomération lyonnaise, deuxième agglomération de France. À présent, voici un bref retour sur l'histoire du SYTRAL. D'abord, on rappellera que la région lyonnaise est intéressante de par sa position géographique puisqu'elle est située dans l'arc européen. De plus, l'agglomération de Lyon se trouve à l'épicentre de cet arc. La France hexagonale est divisée en premier lieu en régions qui sont, à leur tour, divisées en départements puis en communes ou groupements de communes.

Le SYTRAL, comme mentionné précédemment, est l'autorité organisatrice du transport lyonnais, fondée par une loi française. Comme les questions de transport doivent être discutées avec les communes, la présence d'une instance organisatrice forte contribue à la réalisation de grands objectifs. De nombreuses compétences ont donc été attribuées au SYTRAL par la loi, notamment, et la mise en place d'un conseil d'administration composé d'élus, soit des conseillers issus de la communauté urbaine et des conseillers issus du département du Rhône.

L'importance d'avoir une vision à long terme est indiscutable de même que la nécessité de faire des interventions tenant compte des besoins des générations futures. La conservation de la voie de chemin de fer de l'Est, qui est maintenant utilisée à plein rendement, en est un bon exemple et permet d'en venir à la conclusion que la préservation des voies de chemin de fer est importante et presque toujours rentable à moyen terme.

Le SYTRAL est ce que l'on appelle, selon la loi, une autorité organisatrice de transport. Cette entité est responsable de l'élaboration d'un certain nombre de documents, dont du Plan de transport urbain. Ce plan ne concerne pas que le transport en commun, mais aussi tous les autres types de déplacement comme le vélo et les déplacements sur voirie. Ce Plan de déplacement urbain (PDU) s'impose dans les plans d'urbanisme et schémas d'aménagement des collectivités locales. Au terme de la loi, les communes ne peuvent pas publier un document de planification qui ne serait pas conforme aux grandes orientations du PDU. Ce PDU précise bien sûr des axes, mais aussi des règles concernant le nombre de stationnements, le système de déplacement piéton ainsi qu'une série d'autres dispositions qui font en sorte que, dans la région, les priorités s'articulent autour du transport en commun, principalement dans les grandes agglomérations. La priorisation du PDU dans les plans d'urbanisation et les schémas d'aménagement permettent que dans le cas où une commune émettrait des lignes directrices d'aménagement et que celles-ci s'avéraient non conformes, n'importe quel citoyen peut attaquer le plan devant un tribunal. La contrainte est donc relativement forte.

Alors, quel est le rôle du SYTRAL ? Définir et mettre en œuvre la politique de transport en commun, l'offre de transport et les tarifs. Évidemment, la fixation des tarifs est une responsabilité politique puisque les élus doivent rendre des comptes à leurs citoyens et que toutes les décisions sont susceptibles d'avoir des conséquences sur le comportement électoral de ces derniers. Par ailleurs, le SYTRAL finance également le réseau et son développement. Il dispose de son propre budget, ce qui lui permet une certaine autonomie en plus d'être maître de son propre développement. La responsabilité du financement induit nécessairement la nécessité d'un équilibre économique. Celui-ci doit se traduire dans les tarifs imposés aux usagers. Le SYTRAL assume la réalisation des ouvrages et infrastructures, le suivi du trafic et les études de la clientèle ; il est propriétaire de l'ensemble du réseau (métro, tramway, trolley, dépôts, bureaux, etc.). Pour faire fonctionner cette imposante machine au quotidien, le SYTRAL a, par le biais d'appels d'offres, délégué la gestion à une entreprise privée, Kéolis. L'appel d'offres a lieu tous les 6 ans. Cette délégation des services publics représente environ 2 milliards d'euros. Il s'agit d'un modèle économique qui a fait ses preuves dans la région lyonnaise. L'administration publique doit avoir le pouvoir et la possibilité de faire appel à l'entreprise privée et à sa capacité

d'innover et de gérer le service au quotidien. C'est un contrat fondé sur le principe du *bonus-malus*. Chaque fois que des services ne sont pas effectués, des pénalités conséquentes sont imposées à l'entreprise responsable.

Le budget du SYTRAL comprend évidemment des recettes et dépenses qui doivent s'équilibrer. Notons que les utilisateurs du réseau ne déboursent que 24% du coût réel. Moins d'un quart des revenus, soit 21%, est issu des collectivités locales dont les fonds proviennent de l'impôt local. Il y a également le versement transport, une taxe payée par les entreprises publiques et privées lyonnaises de plus de neuf salariés et qui correspond à 1,9% de la masse salariale. Ce versement transport qui s'élève à 244 millions est intrinsèquement lié à l'activité économique de l'agglomération. La loi française impose de disposer de 10% de fonds propres nécessaires à l'élaboration et à la mise en place d'un projet. Les emprunts représentent chaque année entre 120 et 150 millions d'euros selon le plan de charge et les travaux lancés au courant de l'année. À propos des dépenses, il a été expliqué précédemment que le fonctionnement général était délégué à une entreprise privée. Les dépenses liées à cette entreprise privée se chiffrent à près de 49% du budget total. Environ 30% du budget restant est lié au renouvellement du matériel roulant et au développement d'informations sur le réseau. Le remboursement de la dette correspond à 21% du budget.

Le réseau de Lyon s'articule donc autour d'un maillage de moyens de transport forts comme le métro, le tramway et les trolleybus. Dans l'agglomération, 61% des 1,4 million de déplacements se font dans des modes de transport électriques. Par ailleurs, l'équité fiscale demeure une préoccupation constante étant donné l'importante affluence quotidienne de voyageurs de la périphérie vers le centre de Lyon. Le réseau de Lyon est donc conjointement financé par les entreprises présentes sur le territoire de l'agglomération, la Communauté urbaine, le Département du Rhône, ce qui fait en sorte que les voyageurs provenant des départements voisins ne paient pas leur juste part. Il s'agit d'une problématique ancienne qui tend à s'accroître avec le temps et l'étalement urbain. Par ailleurs, ce système de maillage fort entre les différents modes de transport est complété par un vaste réseau d'autobus pour plus de cohérence et une meilleure desserte.

Par ailleurs, un réseau n'a de valeur que par sa capacité à assurer un bon service en heure de pointe. Pendant ces périodes particulièrement achalandées, le SYTRAL doit mettre plus de 850 autobus dans les rues pour répondre aux besoins de la population. En outre, 2 400 chauffeurs sont employés par l'organisation pour assurer un service de 5 h le matin à minuit le soir.

Avec un budget d'un milliard de dollars, le SYTRAL compte prolonger la ligne de tramway jusqu'au métro avec toujours cette obsession du maillage en trame de fond. Le tunnelier qui va permettre à la nouvelle prolongation de la ligne de métro de passer sous le Rhône est d'un diamètre de neuf mètres.

Tel que mentionné précédemment, il y aura prolongement de la ligne de tramway T4 pour relier les deux pôles universitaires. Ainsi, avec un tel budget, plusieurs projets seront menés à bien jusqu'en 2014. Il s'agit d'investissements importants pour des distances parfois minimes, mais qui permettront tout de même de désenclaver certains secteurs.

Les enjeux et défis du mode électrique, puisqu'il s'agit du principal sujet de ce colloque, sont nombreux. Il faut, en plus de se questionner sur l'utilisation et la consommation de l'électricité, se renseigner en ce qui a trait au mode de production et au coût de cette ressource. En France, la production d'électricité repose davantage sur les centrales nucléaires. Dans un tel contexte, la principale préoccupation est d'économiser l'électricité. Il faut aussi constamment développer de nouveaux systèmes pour faire plus avec moins d'électricité. De plus, il faut aussi réfléchir au réaménagement de certaines pratiques et infrastructures. Par exemple, Lyon compte 11 entrepôts pour autobus occupant plusieurs hectares. Des dépôts à multiutilisation ont donc été mis en place afin de rentabiliser l'utilisation de ces espaces. La construction de deux étages pour stocker les autobus en sous-sol, d'un étage pour l'entretien et la gestion classique, ainsi que l'édification d'immeubles en superstructure permettront de rentabiliser le terrain et de préserver le caractère urbain des lieux tout en réduisant les coûts associés aux dépôts. Toujours dans l'optique de favoriser l'intermodalité, l'intégration, au rez-de-chaussée, de voitures en autopartage, de Vélib et d'entreprises liées, par exemple, à la distribution de colis et utilisant elles aussi des véhicules électriques est aussi envisagée.

Voici donc quelques exemples illustrant la volonté du SYTRAL de promouvoir le bien-être et l'utilisation d'énergies renouvelables moins polluantes et plus efficaces. Toutefois, plusieurs considérations restent à envisager et des solutions doivent être trouvées. Par exemple, la gestion des batteries après usage. Leur recyclage et les coûts de cette manœuvre sont particulièrement complexes, et le processus encore sommaire. La recherche et le développement restent donc nécessaires pour promouvoir et assurer la pérennité des véhicules alimentés à l'électricité. Ces problèmes de technologie sont importants.

Pour ce qui est du choix technologique, c'est davantage le nombre de passagers prévus qui conditionne l'implantation d'un mode plutôt qu'un autre. Par exemple, le seuil de rentabilité d'un métro est un achalandage de plus de 100 000 voyageurs par jour. Les investissements initiaux sont élevés, mais la rentabilité des projets doit aussi être envisagée à long terme. De plus, des éléments de transport comme le métro possèdent des effets structurants pour le milieu avoisinant les stations, plus particulièrement dans le cas des gares intermodales. L'implantation d'un système de métro automatique est aussi avantageuse pour effectuer des économies sur le plan énergétique. Le tramway, quant à lui, nécessite un achalandage minimum de 30 000 passagers par jour et implique des coûts initiaux moins importants. En comparaison, avec les

ressources nécessaires à la construction d'un kilomètre de métro, il est possible de mettre en place cinq kilomètres de tramway. Le tramway contribue lui aussi à la requalification du système urbain. En effet, on soulignera que l'objectif du SYTRAL, par l'entremise du PDU, est certes d'améliorer la desserte en matière de transport, mais aussi permettre au centre-ville de gagner des habitants. Enfin, pour ce qui est du trolleybus, Lyon en compte près de 150 voitures doubles. Il s'agit en fait de véhicules se situant entre l'autobus et le tramway. La ligne de trolleybus la plus fréquentée transporte plus de 60 000 passagers par jour. Comme les modes de transport précédents, celui-ci est davantage respectueux de l'environnement et implique des investissements initiaux intermédiaires. Dans tous les cas, une forte volonté politique et la reconnaissance de l'importance d'adopter des modes de transport collectif plus verts sont nécessaires. L'adaptabilité des systèmes et la mise en place de technologies facilitant la circulation et l'utilisation des transports collectifs sont aussi des éléments à prendre en considération. Le confort des usagers doit être priorisé pour susciter leur intérêt; on pense ici au chauffage en hiver et à la climatisation en été des véhicules. Il faut que les transports en commun soient compétitifs par rapport à l'automobile. Le plan de transport comprend aussi des processus de restructuration puisque les besoins et la technologie évoluent constamment et nécessitent des réajustements constants.

En conclusion, en marge du débat philosophique, il est indéniable qu'à plus ou moins long terme, il sera impératif de changer notre manière de concevoir le déplacement. L'intermodalité est une manière d'intégrer plusieurs modes de transport dans un milieu et de mieux desservir la population. Il faut développer des capacités de recherche et de développement, innover et tenter de toujours offrir des services à la fine pointe de la technologie, et ce, tant pour améliorer le confort des usagers que pour assurer la rentabilité et l'efficacité des modes en tant que tels.

AUTRES INFORMATIONS

TABLEAU 15.2.
MÉTRO (3 VOITURES)

Capacité (clients)	
Assis	144
Debout	252
Kilométrage annuel moyen	80 000
Durée de vie (années)	40
Prix d'achat (€)	7 500 000
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	15,6
Énergie de traction + conduite	6,30
Maintenance	4,50
Structure	4,80
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification (années)	20
Coût (€)	900 000
Amortissement annuel (€)	187 500
Infrastructures	
Coût au kilomètre en €	100 000 000

Source : SYTRAL.

TABLEAU 15.3.
MÉTRO AUTOMATIQUE (2 VOITURES)

Capacité (clients)	
Assis	88
Debout	203
Kilométrage annuel moyen	10 000
Durée de vie (années)	40
Prix d'achat (€)	5 500 000
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	9,37
Énergie de traction + conduite	3,17
Maintenance	3,00
Structure	3,20
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification (années)	20
Coût (€)	620 000
Amortissement annuel (€)	137 500
Infrastructures	
Coût au kilomètre en €	120 000 000

Source : SYTRAL.

TABLEAU 15.4.
FUNICULAIRE

Capacité (clients)	
Assis	32
Debout	184
Kilométrage annuel moyen	40 000
Durée de vie (années)	50
Prix d'achat (€)	Matériel ancien
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	25,07
Énergie de traction + conduite	15,54
Maintenance	6,95
Structure	2,58
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification (années)	15
Coût (€)	1 000 000
Amortissement annuel (€)	Non significatif
Infrastructures	Non significatif
Coût au kilomètre en €	

Source : SYTRAL.

TABLEAU 15.5.
TRAMWAY

Capacité (clients)	
Assis	56
Debout	145
Kilométrage annuel moyen	60 000
Durée de vie (années)	30
Prix d'achat (€)	2 700 000
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	7,15
Énergie de traction + conduite	3,82
Maintenance	2,47
Structure	0,86
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification (années)	15
Coût (€)	331 000
Amortissement annuel (€)	90 000
Infrastructures	
Coût au kilomètre en €	20 000 000

Source : SYTRAL.

TABLEAU 15.6.
TROLLEYBUS STANDARD

Capacité (clients)	
Assis	23
Debout	72
Kilométrage annuel moyen	26 000
Durée de vie (années)	20
Prix d'achat (€)	750 000
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	
Énergie de traction + conduite	5,53
Maintenance	3,412
Structure	1,12
	0,99
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification	Aucune
Coût (€)	0
Amortissement annuel (€)	37 500
Infrastructures	
Coût au kilomètre en €	3 000 000

Source : SYTRAL.

TABLEAU 15.7.
TROLLEYBUS ARTICULÉ

Capacité (clients)	
Assis	30
Debout	133
Kilométrage annuel moyen	26 500
Durée de vie (années)	20
Prix d'achat (€)	1 035 000
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	
Énergie de traction + conduite	5,70
Maintenance	3,50
Structure	1,18
	1,02
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification	Aucune
Coût (€)	0
Amortissement annuel (€)	51 750
Infrastructures	
Coût au kilomètre en €	3 000 000

Source : SYTRAL.

TABLEAU 15.8.
AUTOBUS STANDARD

Capacité (clients)	
Assis	35
Debout	72
Kilométrage annuel moyen	43 500
Durée de vie (années)	15
Prix d'achat (€)	280 000
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	4,56
Énergie de traction + conduite	3,04
Maintenance	0,64
Structure	0,88
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification (années)	7,5
Coût (€)	25 000
Amortissement annuel (€)	18 667
Infrastructures	
Coût au kilomètre en €	1 500 000

Source : SYTRAL.

TABLEAU 15.9.
AUTOBUS ARTICULÉ

Capacité (clients)	
Assis	41
Debout	120
Kilométrage annuel moyen	43 500
Durée de vie (années)	15
Prix d'achat (€)	370 000
Coût de fonctionnement (au kilomètre) (€)	5,53
Énergie de traction + conduite	3,39
Maintenance	0,90
Structure	1,24
Grande maintenance (à mi-vie)	
Planification (années)	7,5
Coût (€)	35 000
Amortissement annuel (€)	24 667
Infrastructures	
Coût au kilomètre en €	1 500 000

Source : SYTRAL.

Notices biographiques



Marc Blanchet

Détenteur d'un baccalauréat et d'une maîtrise en ingénierie de l'École polytechnique de Montréal ainsi que d'un diplôme de 2^e cycle en administration publique de l'Université du Québec en Outaouais, il a d'abord exercé sa profession au sein d'une corporation privée, une importante firme d'ingénierie dont il a été vice-président aux transports. Récemment nommé directeur général de l'arrondissement de Saint-Laurent, il occupait auparavant le poste de directeur des Transports pour la Ville de Montréal. Il est le président sortant de l'Association québécoise du transport et des routes. Parmi ses réalisations récentes, on compte la mise sur pied du premier Plan de transport de la Ville de Montréal.

Normand Carrier

Directeur général du Réseau de transport de la Capitale (RTC) depuis déjà plus de trois mandats, il fut également fonctionnaire au sein du gouvernement provincial pendant près de 25 ans, dont près de 10 ans en tant que sous-ministre associé. Il est le responsable du vent de renouveau ayant happé le RTC au cours des dernières années, notamment en matière de finances, de gouvernance, d'achalandage et d'offre de service.

Sylvain Castonguay

Titulaire d'une maîtrise en génie mécanique de l'Université de Sherbrooke, il est directeur technique au Centre national du transport avancé (CNTA, anciennement le CEVEQ) depuis 2004. Impliqué dans le développement de véhicules et de systèmes de motorisation électriques et hybrides depuis l'an 2000, il a coordonné la mise en place du projet Écolobus à Québec, développé un système hybride bimode pour Posi-Plus et coordonne aujourd'hui une équipe de six ingénieurs actifs dans la recherche et le développement de technologies émergentes liées à l'électrification des transports.

Cécile Clément-Werny

Ph. D. en économie, ingénieure et directrice de projet au Centre d'études français sur les ressources, les transports, l'urbanisme (CERTU), elle est une spécialiste des transports urbains, de l'innovation technologique et de la planification urbaine. Avant d'occuper ses fonctions au CERTU, elle a notamment travaillé à l'intégration des réseaux urbains pour le CETE Méditerranée.

Pierre Delorme

Ph. D. en science politique, professeur au Département d'études urbaines et touristiques de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), il est le coordonnateur du Groupe d'études sur Montréal et le cotitulaire de la Chaire de tourisme Transat. Il a été doyen de la gestion académique à l'UQAM et professeur dans plusieurs universités. Il est l'auteur de livres et d'articles portant sur la ville et l'urbain.

Pierre-Luc Desgagné

Détenteur d'un baccalauréat en droit, il a reçu le prix Arista, décerné par la Jeune Chambre de commerce de Montréal. Il occupe le poste de directeur principal dans le domaine de la planification stratégique et des relations gouvernementales à Hydro-Québec.

Yves Devin

Directeur général de la Société de transport de Montréal (STM), il a conduit la STM à un record d'achalandage de 382,5 millions de déplacements en 2009, une première depuis 1949. Il a forgé sa solide expérience de gestionnaire polyvalent, visionnaire, apprécié et rassembleur chez Dominion Textile, au Casino de Montréal et à la STCUM.

Jacques Drouin

Spécialiste principal en stratégie et planification de produits tramway et véhicules légers sur rail en Amérique du Nord chez Bombardier Transport, il y a également occupé le poste de directeur d'ingénierie et de directeur de projet. Expert des modes de transport sur rails comme le métro et les trains régionaux, son riche bagage de travail et ses 29 ans de carrière font en sorte qu'il est aussi spécialiste des marchés nord-américain et chinois liés à ces modes de transport urbains et régionaux.

Joël Gauthier

Membre du Barreau du Québec depuis 1993 et avocat de formation, il a pratiqué en droit des transports et de la construction. Maintenant président-directeur général de l'Agence métropolitaine de transport, il occupe également les fonctions de président du conseil d'administration de cette même organisation.

Pierre Giard

Directeur général de la Société de transport de Laval depuis 2004, il a également assumé les fonctions de directeur général adjoint dans cette même entreprise entre 1998 et 2003. Au sein de l'Association des transports urbains du Québec (ATUQ), monsieur Giard est responsable des quatre comités permanents suivants : planification et exploitation, promotion, systèmes d'aide à l'exploitation et achalandage. Auparavant, il a été directeur de la planification, de l'action commerciale et d'un centre de transport à la Société de transport de Montréal pendant près de dix ans. Il a aussi été conseiller dans différents ministères du gouvernement du Québec ainsi qu'urbaniste chez la firme Daniel Arbour & Associés. Son intérêt pour le transport déborde du cadre du transport en commun, puisqu'il est également engagé dans la promotion du transport actif. Il a d'ailleurs été vice-président du conseil d'administration de Vélo Québec pendant cinq ans.

Arthur L. Guzzetti

Détenteur d'une maîtrise en administration publique, il est vice-président des politiques de développement pour l'Association américaine de transport public (APTA). Conférencier reconnu, il a antérieurement occupé des fonctions de direction pour le Port Authority of Allegheny County à Pittsburgh, le département des transports du New Jersey.

Florence Junca Adenot

Ph. D. en sciences économiques, directrice du Forum URBA 2015, professeure associée au Département d'études urbaines et touristiques de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), elle a occupé plusieurs postes de vice-rectrice à l'UQAM avant de devenir présidente-directrice générale de l'Agence métropolitaine de transports (AMT). Elle a présidé plusieurs commissions d'étude dans le domaine du développement urbain et des transports collectifs.

Pierre Lavallée

Directeur général du Centre national du transport avancé (CNTA), il a été cofondateur du Centre d'expérimentation des véhicules électriques du Québec (CEVEQ) où il a dirigé plusieurs projets pilotes d'évaluation de véhicules électriques et programmes de recherche qui furent à la base du développement de la mobilité électrique en Amérique du Nord. Il est associé à la création du créneau d'excellence en Transport terrestre avancé, cofondateur des MUTA entre le Québec et la France et participe à de multiples groupes de travail sur le thème du transport durable.

Andrée-Anne Perron

Responsable du programme du colloque sur l'électrification des transports terrestres et étudiante au microprogramme de deuxième cycle de l'Université de Sherbrooke en leadership public, elle est détentrice d'une maîtrise en études urbaines de l'Université du Québec à Montréal de même que d'un baccalauréat en sciences politiques de l'Université Laval.

Kulveer Ranger

Architecte, il est un élu de la Ville de Londres et responsable du comité exécutif du plan de transport et du plan d'électrification des transports collectifs et individuels. Il a acquis une vaste expérience comme conseiller au sein du groupe Nichols et croit fondamentalement que les infrastructures de transport collectif doivent dessiner l'environnement bâti.

Bernard Rivalta

38^e vice-président de la Communauté urbaine de Lyon, il est conseiller général du canton de Villeurbanne-Nord et conseiller municipal de Vénissieux. Il est président du Syndicat mixte des transports pour le Rhône et l'agglomération lyonnaise (SYTRAL), organisation qui gère la gestion des périmètres de transport urbain (PTU), les plans de déplacements urbains et l'enquête déplacements.

Hugo Séguin

Président du Réseau action climat Canada (RAC Canada) et coordonnateur aux choix collectifs chez Équiterre, il se consacre aux questions politiques et gouvernementales dans les domaines du transport et de l'énergie. Il a participé aux conférences des Nations Unies (ONU) après avoir œuvré dans les milieux gouvernementaux à Ottawa, Québec et Montréal, et au suivi du Plan d'action québécois sur les changements climatiques (PACC).

Claude Villeneuve

Ph. D., biologiste de formation, il dirige la Chaire en Éco-conseil de l'Université du Québec à Chicoutimi où il est professeur en sciences fondamentales et directeur des études supérieures. Auteur de 11 livres portant sur des enjeux environnementaux, il fut directeur de l'Institut européen pour le Conseil en environnement de Strasbourg et rédacteur en chef de la revue *Écodécision*. Il a reçu le titre de « scientifique de l'année 2001 », est membre du Cercle des Phénix de l'environnement, a reçu le prix d'argent des Prix canadiens de l'environnement et est membre du Cercle d'excellence de l'Université du Québec. Il préside le comité consultatif du Fonds Desjardins Environnement et siège au comité scientifique du consortium OURANOS.

Tous les matins, les chroniqueurs de circulation nous annoncent des embouteillages. Les acteurs politiques municipaux, de leur côté, nous encouragent à utiliser le transport en commun et prennent des mesures souvent très énergiques pour nous en convaincre. Mais pour répondre à la demande qu'ils souhaitent grandissante, ils devront développer de nouveaux modes de transport axés désormais sur la « mobilité urbaine durable ».

Sensibles aux effets de la pollution, aux émissions de gaz à effet de serre qui menacent la planète, à la raréfaction des ressources fossiles comme le pétrole, à la congestion urbaine, à l'étalement urbain, qui contribuent tous à la détérioration de notre environnement, les auteurs, de façon lucide et convaincante, présentent des propositions et des solutions pour une meilleure planification de nos villes. Leurs textes permettront à tous ceux qui sont préoccupés par l'avenir du transport urbain de prendre connaissance de l'originalité des actions entreprises et des réflexions que les experts portent sur l'électrification des modes de transport. Les solutions pour modifier radicalement nos pratiques en matière de transport sont prometteuses.

La ville change et nos analyses, nos recherches et nos pratiques doivent en témoigner. La survie des générations futures en dépend. Cela est un constat.

PIERRE DELORME, Ph.D., est professeur au Département d'études urbaines et touristiques de l'Université du Québec à Montréal (UQAM), coordonnateur du Groupe d'études sur Montréal et cotitulaire de la Chaire de tourisme Transat.

ANDRÉE-ANNE PERRON, responsable du programme du colloque sur l'électrification des transports terrestres, est étudiante au micro-programme de deuxième cycle de l'Université de Sherbrooke en leadership public.

Ont collaboré à cet ouvrage

Marc Blanchet, Normand Carrier, Sylvain Castonguay,
Cécile Clément-Werny, Pierre-Luc Desgagné, Yves Devin,
Jacques Drouin, Joël Gauthier, Pierre Giard, Arthur L. Guzzetti,
Florence Junca Adenot, Pierre Lavallée, Kulveer Ranger,
Bernard Rivalta, Hugo Séguin, Claude Villeneuve