

Étude de faisabilité et d'impacts portant sur la mise en place d'un réseau de trolleybus à Laval

SOMMAIRE EXÉCUTIF





C'est au cours de l'été 2008 qu'est née l'idée d'utiliser des trolleybus pour réduire les émissions de gaz à effet de serre émis par les transports collectifs à Laval. À la suite de quelques analyses internes, la Société de transport de Laval, appuyée par le Ministère des transports du Québec, et la Société Hydro-Québec amorçaient en mars 2009 la préparation d'un appel d'offres public afin de réaliser une analyse de faisabilité et d'impacts portant sur la mise en place d'un réseau de trolleybus à Laval.

En juillet 2009, un mandat fut confié à la firme SNC-Lavalin pour réaliser cette étude, qui a aussi mis à contribution des professionnels de Kéolis, Cardinal-Hardy, du CNTA (Centre national du transport avancé), de KPMG et de l'Institut de la statistique du Québec. Elle a permis de produire une série de documents techniques permettant d'éclairer les principaux enjeux techniques liés à l'implantation de lignes de trolleybus sur le territoire lavallois. Une estimation des coûts avec une précision de l'ordre de 25 % à également été réalisée. Les rapports et analyses présentés se sont concentrés sur :

- La réglementation et les éléments contextuels;
- La technologie véhiculaire;
- La planification et l'estimation des ressources;
- Les infrastructures électriques;
- L'exploitation et les enjeux associés;
- L'analyse avantages-coûts;
- L'évaluation des risques et;
- Les retombés économiques.

Le présent sommaire exécutif, produit par le comité de pilotage de l'étude – Société de transport de Laval, Hydro-Québec et Ministère des transports du Québec – met en lumière les faits saillants de cette étude de faisabilité.

ÉLÉMENTS CONTEXTUELS

Depuis une dizaine d'années, l'offre de transport collectif sur le territoire lavallois s'est passablement diversifiée, afin de répondre tout à la fois à des objectifs de croissance de l'achalandage et de la répartition modale, mais aussi au développement de solutions de transport durable.

En 2007, à l'occasion de l'ouverture des trois premières stations de métro à Laval, la STL a revu entièrement son réseau d'autobus, passant de 34 à plus de 40 circuits, avec des lignes plus directes, donc plus rapides pour relier les grands générateurs et améliorer l'inter-modalité. À l'automne 2008, l'achalandage de la STL s'est accru de plus de 6% par rapport à l'automne 2007, signe que la croissance de l'usage du transport collectif continuait de s'affirmer à Laval. Ces succès exceptionnels ont été le résultat de la mise en place d'un ambitieux plan de développement et d'une stratégie tarifaire agressive.

L'année 2009 a également réservé une place de choix à la mobilité durable, avec de nouveaux partenariats impliquant Vélo Québec, Communauto, Covoiturage Montréal Inc. et l'Association Québécoise de lutte contre la pollution atmosphérique.

Par ailleurs, sur la période du Plan stratégique 2009-2013, HQ entend œuvrer au développement de technologies d'infrastructures et d'initiatives commerciales qui contribueront à l'électrification des transports terrestres collectifs. L'utilisation de l'hydroélectricité propre produite au Québec est un facteur important de réduction des émissions de GES.

Au niveau québécois, la part du transport dans l'émission de GES est de 40%. Et comme le gouvernement québécois s'est donné comme objectif de réduire de 20% les émissions de GES d'ici 2020, le MTQ doit s'impliquer de manière active pour atteindre l'objectif.

La STL, le MTQ et Hydro-Québec ont donc convenu de s'associer dans la réalisation d'une étude dont l'objectif est d'évaluer la faisabilité de l'implantation d'un mode de transport à faible émission polluante.

PRINCIPAUX OBJECTIFS

L'objectif recherché par cette étude de faisabilité consistait à réaliser des analyses objectives et rigoureuses afin de confirmer ou d'infirmer les hypothèses de base à l'effet que l'introduction de véhicules de type trolleybus, sur un réseau structuré couvrant les principaux axes de transport sur le territoire lavallois, se révélerait potentiellement intéressante pour la Société de transport de Laval. Il s'agissait donc :

- De qualifier et de valider les premières ébauches du projet d'implantation d'un réseau de trolleybus à Laval développées par la STL et Hydro-Québec;
- De bonifier et d'évaluer ces dites premières ébauches pour présenter un concept réaliste et fonctionnel, selon les meilleures pratiques en ce domaine;
- De réaliser une étude économique et d'évaluer les retombées économiques.

L'étude visait donc à réaliser une analyse technique détaillée du projet, une analyse coûts-bénéfices, ainsi qu'une évaluation des impacts, des retombées économiques et des risques associés au projet. Les prochaines sections résument les faits saillants des documents techniques de l'étude, tels que relevés par la Société de transport de Laval, Hydro-Québec et le Ministère des transports du Québec.

RÉGLEMENTATION ET ÉLÉMENTS CONTEXTUELS

Le premier volet devait permettre d'énumérer et de présenter les diverses études, passées ou en cours, susceptibles d'affecter l'implantation d'un réseau de trolleybus par la Société de transport de Laval ainsi que de faire l'inventaire de la réglementation applicable à l'implantation d'un tel réseau à Laval.

Un inventaire, des pratiques et normes d'exploitation de trolleybus dans le monde, a été réalisé. Les différentes lois, normes, règlements et pratiques, qui s'appliquent ou qui sont susceptibles de s'appliquer à l'exploitation d'un réseau de trolleybus ou à son implantation, ont été relevés.

Sans s'y limiter, les sujets couverts abordés dans le cadre de cet inventaire ont permis d'examiner les questions relatives :

- À la sécurité routière;
- Aux infrastructures électriques;
- À l'opération de trolleybus en milieu urbain;
- Aux infrastructures routières, à la circulation, à la planification des transports et à l'urbanisme.

Sans entrer dans les détails des centaines de normes énumérées, il a été conclu de ces recherches et analyses qu'aucune loi, norme ou règlement, bref qu'aucun obstacle majeur n'empêcherait l'implantation d'un réseau de trolleybus sur le territoire de Laval.

TECHNOLOGIE VÉHICULAIRE

Un inventaire non exhaustif des technologies véhiculaires a permis de répondre aux questions concernant les types de véhicules disponibles et de mettre en lumière les caractéristiques des modèles susceptibles de répondre aux besoins et aux conditions d'exploitation particulières pour la ville de Laval.

Par définition, un trolleybus est un autobus à propulsion électrique qui puise son énergie dans des lignes aériennes électrifiées appelées caténaires. Contrairement aux tramways qui roulent sur des rails, le trolleybus est un autobus conventionnel sur pneumatique. À l'aide d'un système de perches, le courant est envoyé à l'autobus et converti ensuite pour être utilisé autant pour alimenter le moteur électrique de propulsion que pour alimenter les systèmes auxiliaires. Une tension de la caténaire de 600V ou 750V en courant continu est normalement utilisée pour alimenter les trolleybus.

Une méthodologie spécifique a été élaborée afin de se renseigner autant sur les caractéristiques techniques de différents modèles de trolleybus que sur la disponibilité des véhicules auprès des manufacturiers. Des fabricants reconnus ont été choisis pour répondre à des questionnaires élaborés, tels que : Hess, Viseon, Van Hool, New Flyer, Solaris. Une grille multicritère fut développée, afin de pouvoir évaluer et classer les réponses envoyées par les constructeurs. L'objectif n'était évidemment pas d'arrêter le choix du modèle qui serait retenu dans l'éventualité d'une implantation de trolleybus à Laval. Il s'agissait plutôt d'identifier un véhicule qui serait retenu pour la suite de l'étude afin de bâtir les modèles opérationnels (vitesses, accélérations, capacités...), économiques et financiers. C'est dans ce contexte qu'ont été retenus à la fois le modèle de la compagnie Solaris pour certaines de ses caractéristiques (structure, puissance du moteur, coût d'acquisition), mais aussi le modèle de la compagnie Hess pour son type de carrosserie, sa structure et pour ses avantages au niveau de la durée de vie. Les critères identifiés par l'analyse pourront éventuellement servir au montage du devis technique lors d'un appel d'offres pour l'acquisition de véhicules.

PLANIFICATION ET ESTIMATION DES RESSOURCES

Les premières ébauches du réseau de trolleybus de la Société de transport de Laval comportaient quatre axes. L'examen de ce sous-réseau consistait, d'une part, à caractériser les quatre corridors retenus - les boulevards des Laurentides, Notre-Dame, de la Concorde et Curé-Labelle, et d'autre part, à évaluer ces mêmes corridors selon leur aptitude à intégrer adéquatement un réseau de trolleybus rapide et efficace. Dans un premier temps, l'analyse a permis d'identifier un potentiel plus grand pour les axes des boulevards des Laurentides et de la Concorde, à la fois pour des raisons de densité et de gain de temps potentiel. Les deux autres axes, boulevards Notre-Dame et Curé-Labelle, n'ont pas été retenus dans le scénario de court terme développé; cependant, ces deux axes présentent le plus fort potentiel de développement à moyen et long termes, ce qui les rend tout à fait compatibles avec une desserte par trolleybus. Pour les deux corridors retenus, une étude de planification complète a été réalisée et a consisté à :

- Établir la demande de transport des corridors, avec prise en compte de scénarios de redéveloppement urbain établis par le service de l'urbanisme de la ville de Laval;
- Établir les tracés de chacune des lignes du réseau de trolleybus;
- Établir les arrêts et temps de parcours de chaque ligne;
- Établir le niveau de service de chaque ligne;
- Déterminer la localisation et la taille des parcs de stationnement incitatif le long des parcours;
- Établir les voies réservées potentielles et des mesures préférentielles pour autobus aux feux de circulation;
- Estimer les gains de temps pour la clientèle;
- Modifier le réseau local d'autobus pour l'articuler avec le réseau de trolleybus;
- Estimer l'achalandage et du transfert modal de l'automobile, à court, moyen et long termes, de ces réseaux de trolleybus et d'autobus;
- Localiser de façon optimale le garage et;
- Établir des horaires et découper le service en journée de travail de conducteurs, selon les paramètres actuel des conventions collectives.



Le scénario optimal, tel qu'il est décrit dans le document de référence, propose un réseau à court terme (21 kilomètres - 42 kilomètres aller-retour) formé de quatre lignes - deux lignes par corridor - avec une fréquence de passage qui varie entre 4 et 8 minutes au cœur de la période de pointe, des gains de temps de 5 à 10 minutes, des voies réservées, des mesures préférentielles, l'ajout de phases prioritaires et des extensions de feux verts et une localisation optimale du garage qui fut établie dans le secteur de l'intersection du boulevard Saint-Martin et du boulevard des Laurentides.

INFRASTRUCTURES ÉLECTRIQUES

Sous ce thème se retrouve l'évaluation de tous les équipements électriques requis, leur intégration, leur maintenance ainsi que les travaux associés au déplacement des réseaux câblés actuels dans le cadre d'un projet d'implantation de trolleybus à Laval. L'intégration visuelle de ces différents équipements dans le tissu urbain lavallois a aussi été traitée.

Ainsi, le réseau de trolleybus peut être alimenté à 600 ou 750V courant continu de trois façons distinctes :

- **Par réseau souterrain** - pour ainsi alimenter les lignes aériennes de contact à partir des postes de redressement. Cette technique a pour avantage de limiter l'encombrement visuel. Cependant les coûts d'enfouissement sont habituellement très élevés;
- **Par réseau aérien** - la ligne aérienne de contact étant alimentée de façon aérienne à partir du poste de redressement. Cette technique a pour avantage d'être relativement peu coûteuse. Elle est toutefois plus exposée aux intempéries (givre) et peut entrer en conflit avec des réseaux existants;
- **En combinant les deux premières options utilisées**, lorsqu'un encombrement est présent à certains endroits seulement.

Quant aux conditions climatiques, d'après la norme CSA C22.3, la région de Laval se trouve dans une zone de charge lourde pour le verglas. Par conséquent, la caténaire et son support doivent être dimensionnés pour supporter des conditions hivernales particulièrement difficiles. Trois méthodes de dégivrage sont disponibles :

- **Électrique** : par installation d'un câble électrique chauffant au dessus de la caténaire, pour faire fondre la glace;
- **Friction / mécanique** : avec un camion dédié, équipé d'un système de perches parcourant le système complet avant le premier départ matinal déglaçant les caténaires. Dans les têtes de trolley, les insertions de carbone sont remplacées par des couteaux;
- **Chimique** : où un équipement additionnel est ajouté au camion qui asperge les lignes d'une solution chimique permettant le déglçage.

Par ailleurs, d'autres équipements spécifiques sont requis afin d'alimenter un réseau de trolleybus : des postes de redressement, des caténaires, des poteaux et d'autres équipements. Les postes de redressement servent à transformer le courant alternatif à 25k V livré par Hydro-Québec en courant continu (600V ou 750V). Un poste de redressement comprend les équipements suivants: appareillage de commutation C.A., transformateur, redresseur, appareillage de commutation en C.C., automates programmables et un branchement basse tension. La caténaire doit être à une tension de soit 600V ou 750V C.C. Dans le cadre du projet de trolleybus de Laval, une tension de 750V C.C. est recommandée car plus économique. Elle doit être à une hauteur d'environ 5,5 mètres du sol. Le dégagement d'une caténaire au sol sous un viaduc doit être de 4,8 mètres. La problématique du déplacement de véhicules hors norme doit aussi être adressée. La caténaire peut être supportée soit par un câble transversal, un système de consoles et un poteau ou sous un viaduc en utilisant des isolateurs.

Trois scénarios de poteaux ont été identifiés dans le cadre de cette étude. Ces poteaux ont été identifiés: A, B et C. Le poteau de type "A" est le plus robuste et permet de supporter les équipements suivants: 3 transformateurs d'Hydro-Québec Distribution, 3 conducteurs moyenne tension, 4 conducteurs pour la basse tension et le neutre, 2 conducteurs pour la caténaire et le système de console, un réseau de télécommunications, feux de circulation, éclairage routier et les artères d'alimentation. Le poteau de type "B" est semblable au poteau de type "A" cependant il n'a pas à supporter les transformateurs. Le poteau de type "C" est un poteau exclusivement dédié à l'alimentation du trolleybus. Il permet de supporter les

charges suivantes: 2 conducteurs pour la caténaire avec un système de console, des feux de circulation, signalisation, lampadaires et artères d'alimentation. Plusieurs autres équipements sont aussi requis : aiguillages, isolateurs, tendeurs et signalisation.

Quant aux postes d'alimentation, le réseau de trolleybus de Laval serait alimenté par 12 postes de redressement distincts. Ces postes ont des puissances installées allant de 1 à 1,5 MW. Les puissances de pointe de ces postes sont évaluées à entre 790 kW et 1 230 kW. Cette conception particulière permet une relève par les postes adjacents. Ainsi, si un poste ne peut alimenter une section de caténaire, les deux postes adjacents alimentent la charge. Le plan de sectionnement de même que la localisation des postes tiennent compte de cette possibilité. Il faut aussi prendre en compte la régénération électrique; lorsque le trolleybus freine, il régénère de l'énergie. Cette énergie peut soit être stockée à bord de l'autobus, au poste ou réinjectée sur le réseau de trolleybus ou sur le réseau d'Hydro-Québec. Toutes ces solutions sont techniquement faisables, mais comportent toutes des avantages et des inconvénients qui sont traités dans le rapport.

Du point de vue de l'insertion urbaine, le rapport couvre plusieurs options afin de réduire l'impact visuel de l'intégration des caténaires sur le tissu urbain lavallois. Ainsi quatre scénarios d'aménagement ont été présentés dans ce rapport, respectivement basés sur un enfouissement des services publics aériens, un mobilier urbain intégrant les services publics aériens, un mobilier urbain inhérent au trolleybus intercalé entre les composantes des réseaux câblés en alignement et un mobilier urbain inhérent au trolleybus intercalé entre les composantes des réseaux câblés en quinconce. Des solutions permettant l'intégration visuelle des lignes aux carrefours et aux terminus sont aussi présentées.

Enfin, la maintenance et les interventions sur les infrastructures électriques ont aussi été traitées, plus spécifiquement au niveau de l'entretien périodique du réseau électrifié de caténaires et des postes de redressement. Les impacts sur les services internes, les entreprises extérieures et les besoins en personnel ont été examinés. Les besoins en outillage requis par une entreprise de transport opérant un système de trolleybus et des plans d'intervention en cas d'accident ou de manière exceptionnelle sont aussi couverts.



EXPLOITATION ET ENJEUX ASSOCIÉS

Les conditions d'exploitation - telles que le service en mode dégradé, l'impact des conditions hivernales sur l'exploitation, le service en mode autonome - la main-d'œuvre et les qualifications requises, sont aussi traitées dans le rapport. L'implantation d'un réseau de trolleybus requiert en effet la mise en place de processus additionnels et d'un centre de contrôle adapté. Le centre de contrôle doit assurer les fonctionnalités nécessaires à un centre d'exploitation d'autobus et gérer la distribution de l'énergie électrique. Suivre en temps réel les véhicules, donner des instructions au personnel d'exploitation, communiquer des informations à la clientèle par des moyens sonores et visuels, déclencher les demandes d'interventions des forces de secours, gérer l'énergie, isoler une portion de ligne aérienne en cas d'incident, sont quelques exemples des types de fonctionnalités essentielles pour un centre de contrôle.

Les conditions hivernales, notamment en termes de déneigement, déglacage et de dégivrage pour les infrastructures et pour les véhicules, font l'objet d'une section distincte. Globalement, afin de rendre un service fiable et sécuritaire, dans le cas de déneigement, il n'y a aucune condition particulière en termes de procédures qui s'appliquent à un réseau de trolleybus autres que celles qui sont requises pour un réseau d'autobus. Par contre l'impact sur l'exploitation du trolleybus peut être important dans le cas de pluie verglaçante ou de givre, mais des mesures de mitigation existent.

Le nombre de ressources requises pour opérer le réseau de trolleybus et les qualifications requises pour ces mêmes ressources sont couvertes. Afin d'assurer une exploitation optimale du réseau de trolleybus, le dimensionnement des ressources humaines prévoit qu'il aura au total près de 100 personnes affectées au réseau. L'impact des conventions collectives a été partiellement pris en compte pour la détermination des besoins en ressources.

ANALYSE AVANTAGES-COÛTS, IMPACT ÉCONOMIQUE ET RENTABILITÉ FINANCIÈRE

Le volet socio-économique traite trois types d'analyses, soit une analyse avantages-coûts visant à évaluer la rentabilité du projet du point de vue de la collectivité, une estimation des retombées économiques en phase de réalisation et d'exploitation du projet et une analyse d'impacts sur les valeurs foncières.

Sur la base d'un taux d'actualisation de 3,8 % et d'un horizon temporel de 2010 à 2042, les résultats de l'analyse avantages-coûts révèlent une valeur actuelle nette négative. Les flux monétaires montrent que les avantages futurs du projet (196.4 M\$) ne couvrent pas ses coûts futurs (299.8 M\$), ce qui donne un ratio avantages-coûts de 0.66. Rappelons que le ratio d'un projet doit être supérieur à 1 pour qu'il soit économiquement rentable.

Les avantages notables sont les gains de temps (67.5 M\$), les gains associés à la réduction d'utilisation des voitures (54.2 M\$), les gains associés aux accidents (28.2 M\$) et les gains associés à la réduction d'émissions des gaz à effet de serre (gains environnementaux) (8.3 M\$).

Les principaux éléments des coûts sont : les coûts des infrastructures électriques (106 M\$), coûts d'aménagement - garage, terminus, stationnements - (32 M\$), coûts d'acquisition des terrains et des véhicules (58 M\$).

L'analyse de sensibilité montre que quatre éléments pourraient contribuer à la variation du ratio avantages-coûts dans une perspective de rentabilité collective, soit une augmentation des revenus-usagers, une diminution de taux d'actualisation, une variation des coûts des investissements, de même qu'une variation du coût du diesel.

Pour la période d'analyse de 32 ans, les retombées économiques globales imputables à l'implantation d'un réseau de trolleybus à Laval sont estimées à 720 M\$. Les revenus gouvernementaux totaux attendus du projet sont estimés à 225 M\$, dont 158 M\$ pour le gouvernement du Québec et 67 M\$ pour le gouvernement du Canada. Le projet devrait générer un total de 9 590 années-personnes sur la durée du projet, soit en moyenne 300 emplois pour chacune des années du projet.

L'impact total du projet de trolleybus sur les valeurs foncières sur une période de 32 ans est estimé à 5.8 milliards de dollars, soit 2.7 milliards de dollars liés à l'implantation du projet de trolleybus et 3.1 milliards de dollars liés à la requalification urbaine. Cette évaluation, de même que le montage de scénarios de requalification urbaine, ont été réalisés grâce à l'implication soutenue de la ville de Laval tout au long du projet.

RISQUES ASSOCIÉS ET CONCLUSION

L'étude se termine sur une évaluation des risques associés aux organisations et au projet lui-même, qu'ils soient de nature opérationnelle, technologique ou financière. Cette évaluation permet d'identifier deux niveaux de risques, soit d'abord ceux reliés à la validité et à la solidité des hypothèses de travail de l'étude, dont les risques opérationnels, les risques technologiques, les risques financiers et ceux touchant la réalisation en tant que telle du projet. Ensuite, les risques organisationnels, les risques de gestion de projets, les risques technologiques, les risques liés à la clientèle, les risques politiques et les risques financiers ont été examinés.

Le rapport spécifie qu'une méthodologie spécifique fut utilisée (la méthode APR), afin de pouvoir identifier les risques associés. Les recommandations qui se dégagent de ce volet, sont en concordance avec les règles du Ministère des Transports du Québec, qui stipulent que le degré de précision d'une étude de faisabilité est de + ou - 25 %.

En conclusion de l'étude, le projet est techniquement faisable et pourrait être réalisé sur une période de 5 ans, selon une évaluation de la STL. Cependant les risques liés à la solidité des hypothèses de l'étude et à la réalisation du projet doivent être analysés en détail. En ce qui concerne la solidité des hypothèses de l'étude, le rapport précise qu'il est souhaitable qu'une évaluation des coûts basée sur une définition plus précise du projet soit faite dans l'éventualité d'une décision pour aller de l'avant avec le projet. En ce qui a trait aux risques liés à la réalisation du projet, le rapport met en évidence les risques liés à l'acceptabilité du projet, au développement de nouvelles technologies véhiculaires et à la demande future dans le marché québécois.

Globalement, vu le fait que des trolleybus ont déjà roulé dans les rues de Montréal avant 1966, il était attendu que ce mode ne comporterait pas de restriction majeure quant à la faisabilité de son implantation. Il n'existe donc que peu de risques technologiques associés. Le ratio des bénéfices aux coûts, inférieur à 1, permet de questionner la pertinence du projet à Laval. Il est important aussi de rappeler que cette conclusion s'applique au cas de Laval qui a été examiné, mais que des conditions différentes dans d'autres milieux, pourraient conduire à des conclusions différentes.

Par ailleurs, les derniers mois ont vu poindre un peu partout dans le monde, d'autres technologies de véhicules électriques alimentés par charge rapide aux arrêts (biberonnage), aux terminus des lignes ou par charge lente la nuit avec des autobus comportant des quantités importantes de batteries embarquées et une autonomie appréciable, pouvant aller jusqu'à quelques centaines de kilomètres. Il est de l'avis de la Société de transport de Laval, du Ministère des transports du Québec et d'Hydro-Québec que ces technologies, qui ont par ailleurs un potentiel plus grand d'électrification que le trolleybus (qui demeurera limité aux grands axes de transport), devraient faire l'objet d'une analyse plus approfondie afin de choisir la technologie la mieux adaptée au contexte du transport collectif à Laval.