

MÉMOIRE

QUATRE NOUVELLES POLITIQUES D'INNOVATION DU TRANSPORT

**Document de divulgation
à l'occasion de l'évaluation par le BAPE
du tramway de la ville de Québec**

Ville de Québec, juillet 2020

Préalable

Il est devenu une évidence que le système de transport actuel provenant du XXe siècle que nous sommes habitués à le voir rouler depuis notre enfance n'est plus en mesure de répondre aux besoins du XXIe siècle et constitue actuellement une menace pour l'humanité. Dépasser les améliorations ponctuelles avec des investissements majeures en transport en commun pour augmenter sa durabilité n'est pas du tout suffisant. La mise en place d'un nouveau paradigme de transport mondialement acceptable est incontournable mais il n'y a pas de propositions scientifiques satisfaisantes pour arrêter la dominance de l'automobile thermique.

Une recherche dans ce sens a été entreprise au Pôle d'excellence québécois en transport terrestre entre 2005 et 2012. Le modèle élaboré a été présenté dans les colloques scientifiques et le concept a été validé dans la pré faisabilité de la construction d'un Métro au Mexique. On s'est vite aperçu à ce temps-là que le Québec n'était pas au rendez-vous et les résultats ne se sont pas rendus au public jusqu'à ce moment-ci.

Trois facteurs majeurs ne permettaient pas d'aller de l'avant. Le premier, le poids écrasant de la mentalité des ingénieurs en exercice, du Ministère du transport, de l'industrie et des universitaires tous réduits à des domaines ponctuels sans vision d'ensemble pour aborder les exigences. Le deuxième facteur était l'institutionnalisation éparse des disciplines scientifiques et des professions qui séparent fonctionnellement les disciplines du transport (génie mécanique et mécatronique) de celles de la mobilité (en particulier sciences sociales incluant l'économie du transport). Le troisième facteur était la conviction que les nouvelles technologies arriveraient à résoudre un jour les problèmes sans besoin de se tracasser pour changer les choses. L'attentisme et le laissez faire étaient de mise.

Aujourd'hui le vent a tourné. Parmi les résultats de la recherche-innovation citée ce document se réduit exclusivement aux 4 politiques et à l'éthique de société qu'elles suggèrent.

Cinq défis urgents du transport

On souligne et en italique les aspects clés :

1) Le défi le plus visible

La recherche actuelle ne vise pas éliminer la congestion de la ville mais seulement de l'atténuer. Comment éliminer la congestion au lieu de se résigner à l'accepter comme relativement définitive proposant seulement des améliorations? C'est étonnant de constater qu'on ne trouve pas des recherches ou de laboratoires scientifiques parmi les grands organismes de recherche sur le transport qui visent l'élimination de la congestion. Le mot d'ordre du jargon scientifique se réduit à optimiser le trafic au service des commandes des villes et du gouvernement. On s'accommode dans l'enfer au lieu de chercher comment s'en sortir.

2) Le défi le plus dangereux

Les signes avant-coureurs du réchauffement climatique sont devenus une évidence indéniable qui a déjà des impacts nocifs et l'avenir devient de plus en plus dangereux. Le danger climatique, sans distinction d'âge, est plus sournois que la COVID19. Y a-t-il un moyen efficace pour commencer à arrêter la domination de l'automobile thermique?

3) Le défi le plus pressant

Est-ce possible d'électrifier rapidement et dès maintenant les infrastructures de l'ensemble du transport d'une ville et non seulement le transport en commun et cela avec les moyens à disposition sans attendre la pleine maturité de certaines technologies prometteuses, notamment les batteries?

4) Le défi le plus important

Comment rendre compétitives les automobiles électriques afin qu'ils se multiplient exponentiellement dans le marché?

5) Le défi le plus déterminant

Comment financer avec de moyens économiques disponibles et récurrents l'innovation du transport sachant que l'avenir ne nous assure pas un futur économique nécessairement radieux?

Quelques informations pertinentes

La faillite du transport en commun

On rafistole le transport en commun avec des nouvelles technologies mais, sauf rares exceptions dans le monde, il est en faillite technique comptable. Il est soutenu à force de bras par la pression social et par les subventions des États. Les investissements atteignent très rarement l'achalandage espéré pour avoir la rentabilité financièrement calculée ce qui est devenu économiquement insoutenable. S'ajoute l'impuissance proverbiale du transport en commun à faire plier la dominance de l'automobile thermique.

Vers un nouveau paradigme

La recherche-innovation entreprise au *Pôle d'excellence* est allé chercher les réponses en faisant converger les disciplines du génie mécanique et mécatronique avec les sciences sociales et communicationnelles de la mobilité du point de vue fondamental de la matière-énergie et de l'espace-temps (physique et virtuel) et de l'éthique de société (sens humain et social du déplacement). La *Lean Manufacturing* (manufacture légère) généralisée dans l'industrie automobile en raison de son grand succès, a été appliquée

aux infrastructures pour la première fois dans les recherches. C'est la porte d'entrée du passage à court et à moyen terme pour commencer à remplacer doucement mais rapidement et efficacement le transport thermique.

Le chaînon manquant de l'innovation

Cette application de la *Lean Manufacturing* aux infrastructures et non seulement aux véhicules ouvre grande la porte à une innovation qui devient à la fois efficace et rentable. La construction de infrastructures pour véhicules légers qui sont le plus grand nombre de véhicules sur la route (95%) change radicalement la donne. Cela rend possible un système d'autoroutes intelligentes légères (première politique) qui permet une électrification rapide du transport (deuxième politique) créant le marché vierge de la décongestion routière (troisième politique) conduisant à la mobilité avancée (quatrième politique).

Note sur le modèle ici présenté

Le nouveau modèle émergent est conçu pour être en mesure de se soutenir financièrement par lui-même faisant imploser l'achalandage du transport en commun et par la même occasion multipliant exponentiellement la quantité d'automobiles électriques. S'inscrivant sur les infrastructures existantes le modèle est en mesure d'initier le processus qui fait basculer la dominance de l'automobile thermique et par la même occasion d'éliminer la congestion et la pollution et diminuer drastiquement les accidents de la route. A noter qu'un modèle est un modèle. On peut proposer d'autres meilleurs. Cependant c'est nécessaire au départ d'en avoir au moins un comme point de repère pour trouver collaborativement le chemin qui nous amènera à remplacer l'actuel. Il s'agit d'un système et son implantation intégrale exige une volonté politique, industriel, social et scientifiquement et technologiquement partagée. Le défi solidaire requis est gigantesque mais la menace de l'échec climatique pour l'humanité est encore majeure.

Première politique d'innovation du transport : sur la matière

**« Prioriser les véhicules légers
avec des infrastructures appropriées »**

Un système proportionnel à la masse

Cette politique émerge d'un constat majeur sur la masse et le poids physique des véhicules du transport terrestre. Une simple comparaison met en lumière que la construction d'infrastructures tel que nous la faisons actuellement sont surdimensionnées et en excès. En effet, autour de 95% des véhicules qui roulent au Canada et au Québec sont légers et seulement 5% sont lourds. Pourtant, on fait toutes les infrastructures les mesurant au poids de ce 5% qui sont les véhicules les plus lourds. Un véhicule est officiellement défini comme léger quand il

pèse un maximum de 4500kg (passagers ou marchandises inclus) et comme lourd, jusqu'à 60 000 kg et plus. (Les deux images en disent long sur la différence entre infrastructures lourdes et légères. En haut la structure du pont Jacques-Cartier; en bas la structure surélevée de l'ULtra, véhicule léger de l'aéroport de Heathrow à Londres pendant sa construction).



Le nouveau paradigme est déjà en marche

La recherche de performance en énergie a amené les grands constructeurs automobiles à diminuer le poids des véhicules incorporant des matériaux légers comme l'aluminium et les matériaux composites. On a appliqué la *Lean Manufacturing* (manufacture légère),

dans la production d'automobiles évitant les gaspillages et les coûts et réduisant, par la même occasion, les déchets. Ce qu'on n'avait pas fait encore c'était d'appliquer la même méthode aux infrastructures. C'est le chemin entrepris par la recherche-innovation au *Pôle d'excellence québécois en transport* cité.

Des trains appelés légers qui ne le sont pas

En transport en commun les trains dits légers, malgré leur appellation, ne le sont pas. Le Skytrain de Vancouver, le REM de Montréal et les images du projet actuel de tramway pour la ville de Québec en sont des exemples. Ces trains et tramways sont nommés légers non en raison du poids, mais parce que, avec des wagons plus courts, réduisent le nombre de passagers assis d'un train classique pour en avoir plus début. Donc, ils sont légers en sièges, mais ils ne le sont pas dans le poids du matériel, étant proportionnellement aussi lourds qu'un train classique. Quand leurs infrastructures doivent être construites en milieu urbain elles exigent des travaux en profondeur qui coutent énormément chers. En matériel roulant, au point de vue du poids, le train classique a besoin de l'équivalent d'une automobile pour faire monter chacun de ses passagers à bord (plus d'une tonne). L'automobile n'y échappe pas non plus parce que le conducteur a besoin d'une à deux tonnes lui aussi pour se déplacer. Pourtant, la moyenne du poids d'une personne qui se déplace avec quelques objets en main ne dépasse pas le calcul fait pour les avions, autour de 80 kg.

Recommandation n° 1

Faire des infrastructures légères pour véhicules légers qui sont le 95% de véhicules sur la route. Dans la construction de nouveaux ponts ou tunnels donner la préférence aux véhicules légers surtout quand les trains et les poids lourds transitent déjà sur d'autres ponts.

Deuxième politique d'innovation du transport : sur l'énergie

« Utiliser le réseau public d'électricité pour augmenter la performance des véhicules électriques ».

Branchés les véhicules électriques sur le réseau public

Les batteries des véhicules électriques manquent d'énergie de puissance suffisante pour accélérer à volonté, pour parcourir des trajets longs, pour maintenir une bonne vitesse constante et pour fournir adéquatement du chauffage pendant l'hiver. Il s'ensuit que les véhicules électriques ne sont pas en mesure de concurrencer les automobiles thermiques. L'utilisation du réseau public d'électricité apporte cette énergie manquante. Nous appelons *électroroutes* les *autoroutes intelligentes pour véhicules électriques branchés sur le réseau public d'électricité qui automatise les véhicules pendant le parcours*.¹



Autoroutes intelligentes pour véhicules électriques

L'*électroroute*, autoroute électrifiée intelligente, est conçue d'abord pour le transport en commun mais elle ouvre sa voie propre et rapide à tous les véhicules électriques. En tant qu'autoroutes publiques intelligentes, les *électroroutes*



¹ Dans les villes qui n'ont pas de source de production d'électricité propre p
électroroutes on utilise des moteurs diesel à haut rendement. On atteint le 50% d'efficacité énergétique, contre 36% dans les automobiles thermiques les plus performants. On supprime la multiplication de moteurs à combustion installés dans chaque véhicule épargnant la vie à des millions de personnes par la contamination urbaine. On coupe la pollution automobile à sa source. On diminue la pollution et le nombre de batteries requises pour les longues distances.

incorporent les différents types de véhicules électriques qui, une fois en ligne fonctionnent en rame comme un train routier (*platooning*). (Première image : projet PATH de la Californie en 1994 (*Parteners for Advanced Transit and Highways*). Deuxième image, un train-routier composé par cinq « wagons », deux camions et trois automobiles de la Volvo en 2012.

Communication magnétique ou communication sans fil

À différence d'un métro ou d'un tramway, (d'un autobus articulé, biarticulé ou d'un train routier), qui ont leurs wagons physiquement reliés entre eux faisant un seul corps physique en mouvement, les véhicules de l'électroroute s'attachent et se détachent magnétiquement ou par communication sans fil entre eux. Pendant leur parcours sur l'électroroute ils sont similaires à un long train routier. Le moment venu, étant autonomes, ils se séparent et sortent de l'électroroute pour se rendre à leur destination avec l'énergie de leurs batteries. La plus grande partie de leur parcours ils le font branchés sur le réseau public d'électricité notamment sur les routes ou autoroutes d'entrée et sortie de la ville qui sont les trajets les plus longs, ce qui augmente leur autonomie sans besoin de prolonger partout les électroroutes en ville ni de disposer de batteries en grand nombre.

Des technologies sûres et disponibles

On n'a pas besoin de faire appel à des innovations majeures ni de concevoir des véhicules très spéciaux, chers et sophistiqués, pour faire des *électroroutes*. Celles-ci sont similaires aux voies électrifiées des métropolitains où les véhicules qui transitent sont des APM sur pneus (*Automate People Mover* : des trains légers, de métros comme celui de Montréal, etc.). Ils sont des véhicules automatisés parmi les plus sécuritaires au monde. C'est la simplicité du système APM appliquée aux véhicules électriques sur l'électroroute ce qui leur donne l'avantage nécessaire pour dépasser les automobiles thermiques.

L'autonomie des véhicules est simplifiée

Il n'y a pas de comparaison du point de vue des coûts et de la sécurité entre un véhicule léger qui roule de manière automatique sur une électroroute et une voiture autonome en solo sur une autoroute conventionnelle. Une automobile autonome qui roule sur une route entourée d'autres véhicules doit gérer sa conduite en tenant compte des mouvements parfois erratiques et imprévisibles d'autres véhicules qu'elle ne peut pas contrôler et qui peuvent l'accidenter. D'où la quantité énorme de technologies requises pour obtenir une autonomie sécuritaire. Ce n'est pas le cas pour les véhicules sur une électroroute où ils sont toujours l'un après l'autre. Les véhicules légers devenant des APM pendant leur parcours sur les électroroutes, simplifient radicalement la panoplie de technologies requises.

Énergie de puissance à disposition

En somme. Branchés sur le réseau public les véhicules électriques légers (minibus, automobiles, petits camions...), disposent de l'énergie de puissance nécessaire pour les trajets longs, pour maintenir une vitesse supérieure constante et pour le chauffage pendant l'hiver. Ils rechargent leurs batteries sur les autoroutes disposant d'une plus grande autonomie ce qui évite de construire infrastructures lourdes, chères et encombrantes en ville et dans ses entrées et sorties.

Recommandation n° 2:

Construire des autoroutes intelligentes électrifiées (électroroutes) en site propre pour les véhicules légers du transport en commun et pour les véhicules électriques, notamment les automobiles.

Troisième politique d'innovation du transport : sur l'espace

« Implanter des électroroutes pour les véhicules électriques légers sur les voies réservées aux autobus ou surélevée légèrement sur les autoroutes ».

Une solution devenue un problème

On cherche d'atténuer la congestion avec la construction de nouvelles routes et des voies surélevées ou souterraines. Ce sont des structures massives faites sans distinction de véhicules lourds et de véhicules légers. On a cité comme exemple les trains « légers » de Vancouver, et les images du REM de Montréal et du tramway de Québec. Ces infrastructures deviennent une partie du problème plutôt que de la solution : pollution visuelle, bétonnage, invasion massive de la voirie, expropriations, restriction des espaces de stationnement pour les commerces, bruits, des secteurs de la ville privilégiés et d'autres exclus et j'en passe. Elles absorbent et concentrent les budgets du transport avec des coûts milliardaires au détriment, entre autres, du transport interurbain et régionale et bien sûr de l'environnement. Les affaires immobilières ont souvent la part de lion dans les retombées financiers et le transport en commun une fois implanté continue à manquer de l'innovation nécessaire pour s'autofinancer honorablement parce que ces véhicules lourds ne répondent plus aux besoins de l'heure. Enfin, ils ne sont pas des véhicules « climatiques » parce qu'ils sont impuissants pour enclencher le processus qui conduit à éliminer l'hégémonie de l'automobile thermique. Les écologistes arrivent le plus souvent en mode réaction avec leurs évaluations environnementales. Pour donner leur consentement se résignent à un « mal mineur » politiquement inévitable. De plus, les véhicules lourds et leurs infrastructures, ne peuvent pas se multiplier massivement au niveau planétaire et restent des œuvres singuliers ponctuelles qui ne changent pas la dominance de l'automobile thermique.

Quand la mentalité futuriste prévale

À la recherche de nouveaux espaces de circulation non traditionnels certaines propositions frappent l'imagination en raison de leur futurisme et de leur élitisme mobile. Celle des automobiles volants, par exemple, pris au sérieux par les grands de l'industrie de l'aviation, étonne. C'est une fuite en avant attirante mais qui aliène la recherche des solutions à généraliser. D'autres moyens plus traditionnels sont déjà utilisés pour occuper ce même espace semi-aérien. Des villes comme Mexico, par exemple, ont construit des téléphériques mais certains égalent dans les coûts/km la construction des trains à grande vitesse avec une efficacité très limitée.

Construction sur les voies propres des autobus

Les électrорoutes peuvent se construire sur des nouvelles voies mais elles peuvent aussi substituer le transport en commun lourd qui fonctionne déjà avec ses voies propres. Ces voies reçoivent l'implantation d'électrорoutes sans besoin de grandes adaptations. La façon de faire des électrорoutes sont multiples. Elles peuvent être préfabriquées en acier ce qui est pertinent notamment dans les autoroutes d'entrée et sortie des villes. Les électrорoutes peuvent se construire sur l'espace semi-aérien convoité par les autos volantes, les téléphériques et les automobilistes congestionnés qui rêvent de voler notamment en entrant et en sortant des villes. Ces électrорoutes se montent et se démontent comme un mécano ayant une durabilité écologique et une durée de vie supérieure avec des coûts qui ne sont pas comparables aux voies ferrées ni à la construction de routes et autoroutes en asphalte ou ciment. Sur l'image, un exemple de design du transport léger fait par Pininfarina de Ferrari. Le minibus circule sur une infrastructure sur rail soutenue par du béton. Il est similaire à ce qu'on appellera plus loin un *Tramway Bimodal*. Cependant il a 5 caractéristiques qui le rend plus performant :

- 1) Son infrastructure n'est pas en béton mais préfabriquée en acier
- 2) Il est un tramway sur pneus roulant sur le pavé
- 3) Il peut descendre ou remonter sa voie au besoin.
- 4) Il est construit de préférence sur des voies propres aux autobus ou sur des structures préfabriquées légèrement surélevées
- 5) Sa voie est intelligente.



Recommandation n° 3

Électrifier les voies propres aux autobus faisant des électroroutes principalement aux entrées et sorties de la ville Construire des électroroutes légèrement surélevées entre les deux chaussées des autoroutes et, quand il est pertinent et le paysage urbain le permet, dans les grandes artères de la ville.

Quatrième politique d'innovation du transport : sur le temps

« Atteindre la performance de la mobilité avancée avec un transport bimodal »

Transport bimodal et mobilité avancée

Pour innover le transport en commune il est incontournable de dépasser l'automobile thermique en énergie, vitesse, commodité et mobilité porte-à-porte. Ce qui intéresse le plus aux automobilistes avant toute chose, même les coûts, est le temps. L'électroroute et un transport *bimodal* permet d'atteindre une *mobilité avancée* en mesure de dépasser la mobilité de l'automobile thermique. Voici les définitions qui orientent la quatrième politique d'innovation sur le temps :

On entend par *mobilité avancée* :

Une mobilité à haute performance espace-temps par l'automatisation et l'autonomie des véhicules électriques visant le porte-à-porte.

On entend par *transport bimodal* :

Des véhicules électriques qui fonctionnent à la fois en mode autobus et en mode train-routier.

Des minibus à la place de wagons

Le *transport bimodal* met en place la compatibilité rail-pavé et tramway-autobus. Le tramway forme un seul véhicule physiquement compact avec ses wagons. On remplace ses wagons par des autobus légers. Le convoi



fonctionne comme un Métro sur pneus composé d'autobus à la place de ses wagons et, bien entendu, circulant toujours sur des voies propres comme le fait un train classique. Il s'agit d'une sorte de *train-bus*, *train-routier pour passagers* ou *tramway-bus*. Les convoi devient un *Tramway Bimodal (TB)* ou un *Metro Bimodal (MB)* précisément parce qu'il fonctionne à la fois comme un train-métro ou tramway et comme un convoi d'autobus en ram. Les véhicules sont attachés entre eux par contact électro-magnétique ou par communication sans fil. (Dans une image d'il y a plus de 15 ans on voit le lancement du *trainbus* de Toyota formé avec des autobus lourds, projet IMTS, *Intelligent Multi-Mode Transit System*).

Véhicules de différentes dimensions

Le *Transport Bimodal*, dont le *Tramway Bimodale* fait partie, ² utilise des véhicules de transport en commun de différentes dimensions à partir de minibus pour 24 personnes en passant par la minifourgonnette jusqu'à l'automobile libre-service. La logistique de quais avec évitement, la fréquence, la IA (Intelligence artificielle), la localisation précise des billets en mouvement, permet de répondre beaucoup mieux que le transport en commun axé sur le principe collectiviste de remplir le plus possibles un métro, un tramway ou un grand autobus pour augmenter l'efficacité du transport en commun. On est appelé à laisser de côté notre vision du transport en commun collée à l'image des grands autobus, des tramways lourds et des trains dites « légers » typiques du XXe siècle qui collectivisent leurs usagers par la manière de concevoir la flotte de véhicules et les véhicules mêmes. D'ailleurs, aujourd'hui existe déjà le covoiturage, les taxi-bus, les automobiles libre-service, tous des signes de la grande tendance d'individualisation du transport, raison pour laquelle l'automobile l'a toujours emporté.

² Nous n'incluons pas dans ce texte le MB (Métro Bimodal) pour nous restreindre au TB (Tramway Bimodal) en attention à l'annonce du gouvernement du Québec de différents projets de tramway en cours notamment le tramway de la ville de Québec.

En prenant le Tramway Bimodal

Voici comment opère un *Tramway Bimodal* (d'or en avant le TB). Le transport bimodal avec ses différents véhicules selon la demande, vient nous chercher chez nous pour nous amener sur la voie rapide (*électroroute* de surface ou surélevée). On ne se déplace pas de la maison pour aller dans un parc-au-bus ou dans une gare de Tramway avec notre automobile. On prend le « tramway » chez nous devant notre porte. Il peut être un minibus de 24 personnes. Il n'y a pas de personnes debout et on peut choisir le siège. Il peut être aussi un automobile libre-service qu'on va chercher dans le coin ou on le fait parvenir à la maison quand ils seront déjà autonomes. On n'est plus obligés d'attendre l'autobus dans un arrêt ce qui n'est pas très avantageux pendant l'hiver. Les TB (tramway bimodal) fonctionne comme un autobus scolaire ou une navette d'aéroport conduisant son passager de porte à porte. Il y a des véhicules qui remplissent la fonction régulière bien connue d'un Métro ou tramway, d'autres qui s'arrêtent seulement dans les pôles d'échange, d'autres qui ont des réservations pour faire des parcours régulières 5 jours sur 7, enfin d'autres qui sont sous-appel 24 heures sur 24. Il y en a qui s'arrêtent dans toutes les gares ou stations, et d'autres qui sont des TB express qui ne s'arrêtent que dans le point de destination fixée d'avance, beaucoup étant des véhicules demandés porte-à-porte.

Basse et haute vitesse

Avant de prendre sa vitesse de croisière sur la voie rapide le véhicule de transport en commun se comporte comme un VBV (Véhicule à Basse Vitesse). Tous les secteurs de la ville même les plus éloignés ont leur « Tramway à la porte ». Les personnes âgées ou avec mobilité réduite



acquièrent leur autonomie et leur liberté de mouvement ayant toujours des véhicules à leur disposition. (Dans la figure, la navette électrique autonome NAVYA du groupe ADP

détenu 30% par la Caisse de Dépôt et Placement du Québec (CDPQ) et à 70% par SNCF). Au fil du temps tous les véhicules du transport en commun, à partir de l'automobile libre-service jusqu'aux minibus, deviendront autonomes.

Bimodalité multiple

Le système de transport est bimodal par la voie (rail et pavé), pour le transport en commun (en mode train et en mode autobus) pour tous les véhicules électriques (autobus, et automobiles, petits camions) et pour la conduite (autonome ou avec chauffeur). En éliminant l'incompatibilité entre le rail et le pavé le TB permet les déplacements des véhicules électriques privés sur sa voie intelligente. Les électroutes deviennent des voies sans congestion constituant un atout majeur pour concurrencer les véhicules électriques sur le marché.

Multimodalité et bimodalité

Le transport multimodal est largement facilité dans les villes avec l'objectif d'éviter le plus possible l'utilisation de l'automobile. La bimodalité cherche à renverser cette modalité le plus possible quand l'utilisation de l'automobile est le moyen pour se rendre au transport en commun facilité, par exemple, par les parc-au-bus ou par les stationnements des gares. Bien sûr, on encourage la marche à pied, la bicyclette, la trottinette etc. comme alternative à l'automobile pour se rendre au parc-au-bus ou aux stations du tramway. Cependant ces alternatives ne sont pas toujours possibles. Certains usagers du transport ont une mobilité réduite comme les personnes âgées, un grand nombre de personnes ne pourront pas le faire pendant l'hiver et il y a des distances qui sont parfois trop grandes pour se rendre. Le transport bimodal vise le même objectif de réduction de l'utilisation de l'automobile de la multimodalité mais l'avantage de se rendre souvent porte à porte éliminant définitivement l'automobile comme véhicule intermédiaire. La multimodalité (plusieurs véhicules) est ainsi remplacée par la bimodalité (un seul véhicule qui assume les deux modes). L'automobile thermique est éliminé tout le temps, été et hiver.

Innovation du design du réseau

La pandémie a donné un nouveau coup dur au transport en commun. D'abord en manque du grand nombre qui est la seule manière de remplir ses grands véhicules ensuit un changement d'habitude qui se profile pour diminuer les déplacements dans les entreprises avec le télétravail. La pandémie s'est attaquée principalement aux personnes âgées mais une prochaine pourrait se ressembler davantage à la grippe espagnole. Le transport bimodal, par contre, compte sur des véhicules de transport en commun de différentes dimensions ce qui facilite la gestion des déplacements et le retour à la normale moins dispendieux. On ne peut pas se permettre de continuer à faire des designs de transport pour le troisième millénaire qui perpétuent un modèle de déplacement avec des trains « légers » bondés conçus pour le déplacement massif et homogénéisé des usagers entassés. Ils sont parfois fatigués après leur travail et voyageant debout au lieu d'être dignement bien assis et distancés. La division des grands véhicules du transport en commun en véhicules de différentes dimensions, et qui deviendront au fil du temps autonomes, change le portrait du transport collectif. Un tel transport on ne l'obtiendra pas d'ici à demain. Cependant, l'exclure au moment du design n'est certainement pas assurer aux infrastructures lourdes une longue vie pendant XXIe siècle.

Le TB sur sa voie rapide

En regardant un TB ou un automobile électrique se déplaçant en toute vitesse sur son électroroute il suscite chez les automobilistes empêtrées dans la congestion le désir de prendre le transport en commun ou d'acheter un automobile électrique à la prochaine occasion. Apparaît aux yeux de tous un nouveau marché, le marché vierge de la décongestion. À mesure que grandissent le nombre d'électroroutes le trafic de surface aussi se dégage et, en diminuant la congestion, il y a moins de véhicules au ralentie ce que produit moins de gaz à effet de serre. Les rue et les routes se libèrent de l'abondance de leurs automobiles laissant de la place pour aux piétons et aux cyclistes.

Recommandation n° 4

Implanter le transport bimodal comme transport en commun afin d'atteindre la mobilité avancée et désamorcer de la dominance de l'automobile thermique.

Stratégie de financement pour les 4 politiques

« Pour financer les nouvelles politiques du transport, utiliser la liquidité provenant de la réduction des coûts produite par le remplacement progressif des autoroutes actuelles avec les électrouroutes »

Rentable

Pour financer la construction *d'électrouroutes* on peut avoir l'impression de faire une innovation qui coûte cher. Effectivement, il s'agit d'une impression. On n'a pas besoin de s'embarquer dans une guerre de chiffres pour le démontrer. N'importe qui, même sans avoir des connaissances en économie du transport aura compris qu'on se situe à un autre ordre de grandeur économique (un zéro en moins dans les chiffres) et cela pour faire rouler le 95% des véhicules du pays et ayant assez d'espace routier pour organiser intelligemment l'autre 5% du transport lourd. L'exemple de deux premières politiques d'innovation en infrastructures sont les plus faciles à saisir comme exemple de réduction des coûts. La première politique nous indique que pour faire les calculs il faut diminuer de 60 tonnes à 4,5 tonnes et cela, rien de moins, que pour 95% des véhicules qui se promènent sur nos routes; la deuxième politique nous dit qu'on gagne dans la différence de coût de l'énergie entre les milliards de dollars en pétrole importé et l'électricité en

abondance que nous produisons chez nous. On ne peut pas se perdre. La différence saut aux yeux.

Des électroroutes préfabriquées

Préfabriquées en acier, les *électroroutes* se montent et se démontent comme un mécano. Elles résistent à la fois au sens du provisoire et du définitif. On n'a pas besoin d'une compétence professionnelle exceptionnelle pour installer du préfabriqué standardisé. C'est tout autre chose qui fait une couteuse autoroute à deux, ou trois pistes pour entrer en ville. On sort de la construction artisanale. Pour un Tramway Bimodal on n'a pas besoin de faire beaucoup de gares; pas d'expropriations non plus; pas besoin de véhicules spéciaux chers et dispendieux à entretenir; on n'a plus besoin de stationnements automobiles ni de parc aux bus; on ne produit pas des îlots de chaleur; l'électricité n'a pas le prix du pétrole ni les coûts de ses effets secondaires et meurtriers ; l'installation et l'entretien des *électroroutes* est considérablement moins chère et leur durée de vie est nettement supérieure. Dans les pays nordiques les électroroutes sont protégées des intempéries; pas de déneigements ni d'utilisation du sel. Pour chacun des items cités on peut faire la somme et comparer.

Financés

Économiquement, la différence entre la construction et l'entretien d'autoroutes conventionnelles et des *électroroutes* est énorme. Du point de vue de la rentabilité la différence est entre l'artisanal et l'industriel, entre le transport subventionné et un autre financé. Quand les véhicules du transport en commun avec véhicules légers deviendront très nombreux ils seront pour la plupart autonomes. Enfin, s'ouvre un nouveau marché vierge : le marché de la décongestion.

Dans une enveloppe récurant

Ce qui est remarquable est que le Ministère du transport est en mesure d'entreprendre l'innovation avec la même enveloppe budgétaire qui lui est normalement assigné pour la construction de routes conventionnelles. Où il parle de milliards il commencera à parler de millions; quand on parle de centaines de millions, il commencera à parler de dizaines, quand on parle de dizaines, etc... Le même système s'applique aux autoroutes interurbaines. C'est un financement disponible et recourant. On construit des autoroutes intelligentes, soutenables, économiquement abordables et rentables pour le transport en commun, pour l'État, pour les contribuables. Le critère est toujours celui de « l'utilisateur payeur » avec plus de justice et d'équité qu'il l'est actuellement parce que calculé électriquement de manière précise.

Changement de paradigme

Des croyances appartenant au XXe siècle

L'ainsi dite « modernisation » du système de transport en commun en vigueur n'a pas apporté les résultats escomptés et il n'offre aucune garantie de réussite parce que quand il ne stagne pas recule ou avance très lentement sans jamais rejoindre la vitesse de l'automobile. C'est une modernisation qui a échoué à répétition par son incapacité à détrôner la dominance de l'automobile thermique et la congestion qu'elle produit. La lutte du transport en commun contre le climat est un échec retentissant et le temps pour bouleverser la tendance du réchauffement de la planète ne nous permet plus de confier la tâche au transport en commun du XXe siècle. Le climat est le nerf de la guerre dans l'innovation du transport. Inutile de penser qu'en améliorant encore et encore le transport collectif terrestre avec des nouvelles technologies et des dépenses milliardaires le vieux système de transport collectif réussira.

Sortir du bar du Titanic

Le modèle d'une *électroroute* et de son *Tramway Bimodal* ici présenté est seulement un exemple de changement de paradigme pour sortir de l'impasse climatique. Ce modèle peut être accueilli, nuancé, corrigé, perfectionné ou bien refusé en proposant un autre modèle meilleur. On ne pourrait pas attendre mieux ! Ce qui est inadmissible est la critique des ceux qui recroquevillés sur le système actuel n'ouvrent pas leur esprit à l'innovation. Ils tournent en rond pendant que la menace climatique avance. Ils jouent avec les vieilles cartes du transport dans le bar du Titanic en prenant allégrement une bière avec la planète à moitié enfouie. Les discours d'alarme rouge continueront à être moralisants, répétitifs et inefficaces.

Une démarche éthique plutôt que morale

L'impératif moral, bien qu'incontournable pour éviter un cauchemar climatique qui nous menace, nous oblige à réagir à contrecœur. C'est bon pour secouer la conscience de ceux qui ne réagissent que trainés par la peur. La principale motivation pour une innovation industrielle, politique et sociale du transport valable consiste à collaborer à la création d'un transport et d'une mobilité individuelle et collective attirante, agréable, climatique et économiquement abordable, digne d'une ville fière d'avoir de l'aire pure sur un ciel bleu.

Alejandro Rada Donath PhD
Ex-directeur de recherche-innovation
du Pôle d'excellence québécois
en transport terrestre