

Le document ci-joint vise à répondre à la question que vous posez "comment décririez-vous un réseau de transport efficace? Quels modes de transport seraient à favoriser pour y arriver?"

Merci beaucoup
Luc Gagnon

Méto, tramway ou autobus ?

Luc Gagnon, M.Sc., Ph.D.

-Consultant : Énergie, transport et changement climatique

-14 ans d'enseignement universitaire : ÉTS, UQAM

-Réviseur-expert du Groupe intergouvernemental sur l'évolution du climat

-Président de *Transport2000* en 2008-2009

Adapter la capacité aux besoins

Il y a consensus à l'effet que le transport collectif est essentiel pour assurer la mobilité et réduire la congestion automobile. Mais au Québec, il y a constamment des débats sur les mérites du méto, du tramway et de l'autobus. En réalité, chaque mode est adapté à des besoins particuliers. Pour fournir le meilleur transport collectif, à des coûts raisonnables, il faut choisir le mode qui répond le mieux aux besoins.

Le principe du "bon mode au bon endroit", en fonction de l'achalandage

	Modes	Expressions anglaises	Passagers / rame 4 pass. /m ²	Déplacements /jour (par ligne)	
				Typique	Cas extrêmes
	Métro (Rames Azur)	Metro	1500	150 000 / 200 000	Ligne Orange 400 000 (2 lignes) Ligne Bleue 80 000
	Métro automatisé REM 80m Rames doubles	Skytrain	600	80 000 / 100 000	REM 180 000 (équivalent 2 lignes)
Tram-train ou tramway					
	90m Rames doubles	LRT Light Rail Transit	662	80 000 / 100 000	
	54 m		404	55 000 / 70 000	
	45 m		331	45 000 / 60 000	
	27 m	Streetcar	192	15 000 / 35 000	
Autobus					
	Articulé	Bus	105	14 000 / 20 000	SRB Pie IX 70 000
	Diesel, hybride		75	10 000 / 15 000	STM 20 000 / 30 000
	Électrique batteries	Electric bus	55	7 000 / 10 000	

Résumé du principe du "Bon mode au bon endroit"

Métro Le métro est justifié lorsque l'achalandage est élevé, soit au moins 100 000 déplacements /jour. En pratique, ce niveau d'achalandage est lié à la forte densité urbaine, typique du centre d'une grande ville.	Tramway Lorsque l'achalandage se situe entre 15 000 et 100 000 déplacements /jour, pour le même investissement, nous devons choisir entre 5 km de métro et 50 km de tramway. Le choix du tramway permet de remplacer 10 fois plus de trajets en autobus diesel.	Autobus Les autobus sont plus flexibles que le tramway, pour faire des détours et desservir des quartiers de faible densité. L'autobus est donc le choix logique pour les réseaux d'environ 10 000 déplacements par jour.
		

Un autre enjeu important, le nombre de stations

Le choix de mode doit tenir compte du nombre d'usagers actuels **et futurs**. Rappelons que l'habitude du transport collectif est multipliée lorsque les usagers peuvent accéder, à pied, à une station de métro ou de tramway. Les études de faisabilité mettent donc l'accent sur le nombre de citoyens, dans un rayon de 500m d'une station.

Les incidences de choisir le "mauvais" mode

Au Québec, le métro est considéré l'option par excellence. Il s'agit d'une illusion car le coût du métro est souvent excessif. À Montréal, le prolongement de la ligne Bleue, pour **cinq stations** de métro, coûtera au moins 4\$ milliards. Pour un montant semblable, il est possible d'implanter 4 ou 5 lignes de tramway, comportant **75 stations**. Le constat est similaire ailleurs: selon H. Werner Franz, spécialiste en transport à Berlin, plus de 100 km de lignes de tramway y seront ajoutés, car les coûts pour construire un km de métro sont dix fois plus élevés que pour un km de tramway.

Même constat pour le Réseau Express Métropolitain (REM), qui comporte de multiples incohérences : *skytrain* toujours à l'écart des routes comme un métro (\$\$); capacité et wagons identiques à un tramway; projet au service de quartiers de faible densité comme un train de banlieue; grands stationnements qui encouragent l'automobile... En incluant le tunnel Mont-Royal et les 2 voies du nouveau pont Champlain, les coûts réels sont d'environ 10\$ milliards, pour 13 nouvelles stations. Cela revient à 770\$ millions par nouvelle station, soit environ 15 fois plus cher que chaque station d'un nouveau réseau de tramway.

L'autobus électrique à batteries, un substitut au tramway ?

Grâce à l'électrification, un tramway ou un autobus électrique consomment environ quatre fois moins d'énergie qu'un autobus diesel, par passager. Quelques politiciens présument donc que le tramway n'est plus utile, car il sera possible d'implanter, à grande échelle, des autobus électriques à batteries. Cette présomption est sans fondement, pour deux motifs :

- Un autobus électrique à batteries doit transporter 3 ou 4 tonnes de batteries, un poids équivalent à 50 passagers en permanence. Il a donc une capacité moindre qu'un autobus diesel et il coûte deux fois plus cher.
- Et surtout, pour les réseaux importants, le tramway remplace 3 à 5 autobus, avec une forte baisse des coûts d'exploitation.

Les leçons d'Ottawa (la ville)

Ottawa remplace un grand nombre d'autobus par un tram-train (*Confederation Line*).

Les études de justification du projet ont prévu que le tram-train permettra à la ville d'économiser 100\$ millions par année, en frais d'exploitation (2025).



Facteurs qui affectent les coûts d'exploitation des autobus et des tramways

-L'électrification par fil (tramway) permet une efficacité énergétique de plus de 90%, comparativement à 20% pour un autobus diesel et à 25% pour un autobus hybride diesel/électrique. Notons qu'un autobus électrique à batteries est plus efficace qu'un autobus diesel, mais moins efficace qu'un tramway. Plusieurs facteurs en réduisent l'efficacité : délais et pertes de 10% lors de la recharge/décharge des batteries ; transport de 3-4 tonnes de batteries.

-Les moteurs électriques exigent moins d'entretien que les moteurs et transmissions des autobus diesel.

-Un tramway est universellement accessible, sans créer de délai lors des arrêts.

-Tel que mentionné précédemment, dans un réseau de tramway, chaque rame remplace plusieurs autobus.

Une étude réalisée pour la ville de Hamilton a comparé la performance de plusieurs réseaux de tramway, qui ont remplacé des autobus. Les résultats sont présentés au tableau suivant.

Coûts d'exploitation typiques des tramways et autobus

Ville	Déplacements /jour	Km	Déplacements / km	Autobus / déplacement	Tramway / déplacement
Données : Hamilton Study				\$ US	\$ US
Denver	86 900	76	1 143	3.60	2.17
San Diego	122 400	86	1 422	2.62	1.59
Portland	17 000	12	1 441	3.27	2.04
Minneapolis	30 100	20	1 520	3.20	2.41
Houston	38 300	21	1 859	3.18	1.29

Aussitôt que l'achalandage est élevé, le tramway permet des économies importantes. À Montréal et Québec, plusieurs lignes de tramway, par km, auront un meilleur taux d'achalandage que les villes étudiées. Sur Pie IX, par exemple, si on remplaçait le Système Rapide de Bus par un tramway, les coûts d'exploitation seraient réduits de 30\$ millions /an.

Effets des modes de transport sur le développement

Plusieurs études confirment que le métro et le tramway attirent beaucoup le développement résidentiel et commercial, contrairement aux réseaux d'autobus. Le tramway présente la meilleure performance car, pour un investissement donné, il est possible d'implanter 15 stations de tramway contre une seule station de métro. Le tableau suivant résume quelques conclusions des études internationales à ce sujet.

Jeffrey Kenworthy, <i>Why Rail Systems Are Essential in Creating Eco-Cities</i> (Comparaison de 60 villes)	
Les stations de tramway et de métro ont une grande influence, en concentrant le développement	-Rail can be very powerful in influencing the form and scale of development -Rail can attract huge re-development over a 15-20 year period
Le tramway et le métro augmentent beaucoup l'usage du transport collectif, mais pas les autobus seuls	-Strong rail cities have systematically more public transport passenger boardings than weak rail and no rail cities. -Strong rail cities capture more than a 4 times greater proportion of overall motorised passenger kilometres on transit than no rail cities
Il ne faut pas favoriser le stationnement autour des stations	Excessive emphasis on parking, including Park & Ride, destroys the urban design and civic qualities of sub-centres
Conclusion générale: le métro et le tramway sont essentiels pour réduire la dépendance à l'auto	Urban Rail Systems are the key to the renaissance in public transport worldwide and a key to reducing automobile dependence. We will not change any significant size city into a more ecological model without high quality urban rail
Constats du Victoria Transport Policy Institute	
L'autobus est nuisible si on veut attirer le développement	Findings suggest that increasing regular bus frequencies results... in lower house values for properties located in the vicinity of regular routes
Augmentation de la valeur des propriétés à proximité d'une station de tramway	Augmentation de la valeur de 40%
Le métro et le tramway attirent plus d'usagers que les autobus	Public transit trips increased an average of nearly 16% in Rail & Bus cities but only 1.7% in Bus-Only cities



Le tramway et les émissions de GES

Le tramway réduit beaucoup les émissions de GES, car il permet plusieurs progrès simultanés :

- Remplacer des autobus diesel;
- Convaincre des automobilistes de prendre le transport collectif;
- Réduire le bruit et la pollution locale, augmentant l'attrait de la ville;
- Augmenter la densité urbaine autour des stations;
- Réduire l'étalement qui crée la dépendance à l'automobile.

Le métro permet aussi tous ces bénéfices. Mais pour le même coût, le tramway permet 10 à 15 fois plus de stations, donc au moins 10 fois plus de bénéfices.

Les réseaux de tramway bien adaptés au climat froid

Quelques Montréalais, rêvant à des métros qui vont partout, affirment que le tramway n'est pas adapté à l'hiver. L'expérience internationale démontre le contraire. De nombreuses villes de climat froid utilisent des tramways. Remarquons que ces villes sont confiantes dans la fiabilité du tramway, puisque la plupart ajoutent constamment de nouvelles lignes. En fait, Québec et Montréal semblent les seules villes importantes en Occident à ne pas avoir de ligne de tramway.

Quelques exemples de réseaux de tramway en climat froid

Ville	Janvier T° normale max / min	km des lignes	Déplace- ments /jour	Usagers aller-retour /jour	Population de la ville	Usagers en % de la population
Toronto (2021)	-1 / -7	140	450 000	225 000	3 000 000	7,50%
Waterloo (2021)	-3 / -10	19	27 000	13 500	113 520	11,89%
Minneapolis	-5 / -14	19	42 500	21 250	422 331	5,03%
Montreal	-5 / -15	0	0	0	1 780 000	0,00%
Ottawa (2021)	-6 / -14	13	200 000	100 000	994 837	10,05%
Edmonton	-6 / -15	24	110 786	55 393	981 280	5,64%
Québec	-8 / -18	0	0	0	550 000	0,00%
Moscou	-6 / -12	208	800 000	400 000	12 000 000	3,33%
St-Petersberg	-5 / -11	350	3 200 000	1 600 000	5 200 000	30,77%
Minsk	-4 / -10	123			1 975 000	
Kiev	-3 / -8	140	1 422 000	711 000	2 884 000	24,65%
Oslo	-2 / -7	50	132 000	66 000	634 293	10,41%
Helsinki	-2 / -7	71	200 000	100 000	631 695	15,83%
Stockholm (2030)	-1 / -5	55	103 000	51 500	1 515 000	3,40%
Tallinn	-1 / -7	20	90 000	45 000	426 538	10,55%
Riga	-1 / -6	99	115 000	57 500	641 423	8,96%
Prague	0 / -5	142	324 000	162 000	1 300 000	12,46%



Minsk



Minneapolis

S'inspirer de la France pour réduire l'étalement et l'usage de l'auto

En France, l'engagement public en faveur du tramway est exemplaire. Dans 27 villes, il y a 70 lignes de tramway comportant **1310 stations** (Yves Boquet, *The renaissance of tramways and urban development in France*, 2017). De nombreuses lignes sont situées dans des villes petites et moyennes, avec un achalandage d'environ 15 000 déplacements /jour. Peu importe leur achalandage, ces lignes de tramways sont justifiées parce qu'elles permettent d'attirer et de concentrer le développement. Cela réduit les coûts publics et sociaux liés à l'étalement urbain.