

Un TGV ou un Monorail ?

On parle beaucoup de TGV au Canada depuis quelques mois, principalement en raison du maire de la ville de Québec, Régis Labeaume, qui s'affaire activement à en faire la promotion pour le corridor Québec-Windsor.

Je suis d'accord avec lui sur l'importance d'un transport en commun électrique rapide interurbain. La raison est simple, le coût du pétrole va grimper en flèche dans la prochaine décennie (voir le billet «Développements récents concernant le pic pétrolier» dans [le numéro 3 de Transport 21](#)).

De plus, la déplétion de l'ensemble des ressources de la Planète dans ce siècle commande d'investir massivement dans les transports en commun (voir le [billet du 8 février 2009](#) sur mon blogue *Électron Vert*).

Par ailleurs, ayant moi-même habité en France pendant deux ans, je sais à quel point le TGV est un moyen de transport agréable et pratique. Je comprend donc les promoteurs et les défenseurs de ce dossier au Canada.

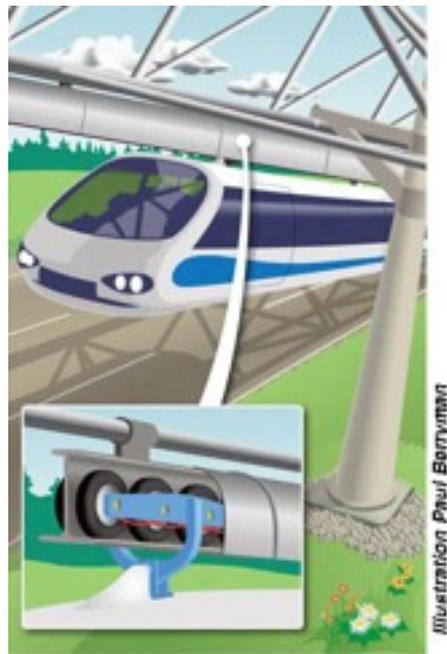
Toutefois, en consultant [les documents](#) disponibles sur le site du *Ministère de l'Écologie, du développement et de l'aménagement durables* du gouvernement fran-

çais, on constate que le coût moyen du kilomètre des lignes à grande vitesse se situe autour de 23 M\$ Can/km (14,4 M€/km). Ces coûts correspondent à des lignes construites récemment, en construction, ou à des évaluations de projets de lignes. Or, les dépassements de coûts étant fréquents et certaines évaluations datant de 2003, on peut en déduire que le coût réel moyen en 2009 est plus près de 25 M\$ Can/km, en France.

Maintenant, au Canada les températures beaucoup plus froides l'hiver demandent des assises plus profondes qu'en France pour les voies si on veut pallier les

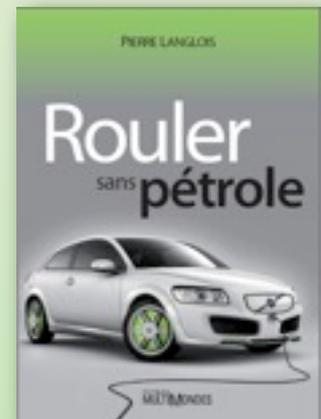


Le TGV Atlantique (photo: [Wikimedia Commons](#))



Monorail suspendu à moteurs-roues conçu par Pierre Couture

Cette revue commentée de l'actualité en écomobilité est réalisée par Pierre Langlois, physicien, auteur de [Rouler sans pétrole](#)



inconvenients du gel et du dégel. On peut donc s'attendre à des coûts plus élevés. À 28 M\$/km, une ligne à grande vitesse entre Montréal et Québec (250 km) coûterait 7 milliards de dollars, soit le prix de 7 stades olympiques comme celui de Montréal!

C'est une somme colossale, et le TGV ne pourra jamais être rentabilisé avec le faible bassin de population de la ville de Québec (500 000 hab. en 2007). **Il faudrait vendre environ 20 000 billets par jour à 80\$,** en moyenne, pour payer un tel équipement en 30 ans (financement à 7%), sans parler du budget d'opération. Sachant que les rames ont généralement 360 sièges, et en supposant 18 heures d'opération par jour, on devrait avoir un départ aux 30 minutes dans chaque direction, si les wagons sont remplis à 75 % en moyenne.

Pour fins de comparaison, environ 2 000 personnes par jour utilisent l'autocar entre Québec et Montréal (1 000 personnes dans chaque direction), en payant 53 \$ pour un aller simple (tarif régulier). Par ailleurs, Via Rail transporte quotidiennement 1 000 personnes en train entre ces deux villes, à un coût de **80 \$** pour un aller simple (tarif régulier).

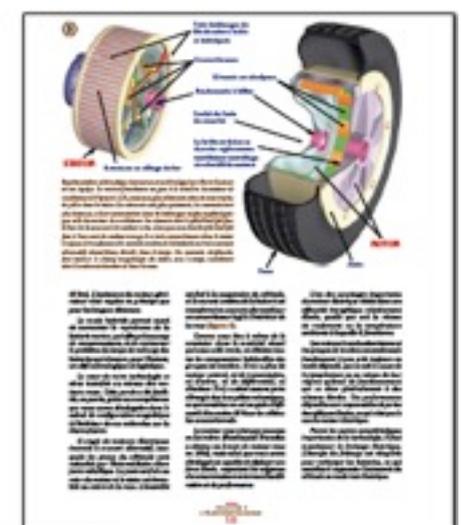
Certains disent qu'il y a un créneau politique et qu'il ne faut pas rater l'opportunité d'avoir un TGV. Mais ce qui m'inquiète c'est la très grave crise économique imminente qui sera causée par la flambée inévitable des prix du pétrole, lorsque sa production

mondiale débutera son déclin, d'ici 5 ans. Dans un tel contexte de fragilité économique, il faut utiliser nos ressources financières de façon très judicieuse. Nous allons en avoir besoin pour électrifier de façon importante tous les modes de transports terrestres, pas seulement les trains rapides.

Heureusement, il y a une solution beaucoup moins chère que le TGV qui pourrait nous transporter à 250 km/h. Il s'agit du monorail suspendu à moteurs-roues (voir la figure de la page précédente) proposé par Pierre Couture de l'Institut de recherche d'Hydro-Québec (IREQ) dans les années 1990. Pour mémoire, c'est ce chercheur qui a mis au point, avec son équipe, des moteurs-roues électriques encore inégalés à ce jour et présentés en 1994 sur une Chrysler Intrepid modifiée. Pour plus d'information sur le moteur-roue Couture, vous pouvez télécharger l'épisode 2-29 du volume 2 de mon ouvrage «Sur la route de l'électricité» [ICI](#).

Je parle du monorail Couture dans mon livre Rouler sans pétrole, sorti en novembre 2008. Tout récemment, la nouvelle organisation TRENS Québec a commencé à faire la promotion du monorail suspendu rapide et vient de lancer son site Internet en octobre 2009. TRENS est l'acronyme pour *Transport Rapide Électrique National Suspendu*. Sur ce site vous pourrez visionner des vidéos très convaincants montrant le monorail rouler à grande vitesse au milieu de l'autoroute 20, traverser le pont de Québec et circuler au dessus du trafic sur le boulevard René Lévesque à Québec. Je montre des extraits dans mes conférences.

Mais revenons au docteur Couture, le concepteur, et à son analyse. Ce qui coûte cher dans un TGV c'est le travail du sol pour les voies ferrées et le grand nombre d'ouvrages d'art (viaducs, ponts et tunnels). Les expropriations de terrains contribuent également au prix élevé d'une ligne à haute vitesse.



L'épisode 2-29 de mon livre «Sur la route de l'électricité», vol. 2



Le monorail suspendu en image de synthèse superposé à une séquence vidéo de l'autoroute 20 tel qu'il apparaît dans l'entête du site Internet de l'organisation TRENs Québec (gracieuseté de [TRENs Québec](#)).

Or, le monorail suspendu qu'il propose nécessite très peu de travail du sol, soit quelques mètres carrés à tous les 60 mètres environ pour les assises des pylônes. Les structures en acier sont construites en usine à l'aide de procédés robotisés, 12 mois par année.

Par ailleurs, puisque le monorail est équipé de pneus à haute performance, on peut installer la ligne au milieu d'une autoroute puisqu'il peut gravir les pentes sans problème. On peut également utiliser l'emprise d'une voie ferrée existante, en faisant circuler le monorail au dessus des trains de marchandise. On évite dans les deux cas les expropriations.

Le dessous du monorail étant à 10 mètres du sol, il peut enjamber les viaducs. De plus, la plupart des rivières ayant une largeur inférieure à 60 mètres, on n'a pas besoin de pont pour le monorail, un pylône de chaque côté de la rivière suffit. Les tunnels ne sont que rarement requis puisque le monorail peut suivre le relief des montagnes le long de tracés appropriés, comme le font les véhicules routiers.

En fait la composante principale du coût d'une ligne de monorail suspendu est la structure d'acier. Or, le monorail est constitué de navettes autonomes transportant 60 passagers, dont le poids en pleine charge est de 15 tonnes environ. Par conséquent, la structure entre deux pylônes aura à supporter au plus deux navettes (une dans chaque direction), soit 30 tonnes.

Bien qu'il soit assez complexe de calculer précisément la quantité d'acier requise pour la structure, on peut en faire une évaluation grossière en considérant 100 tonnes d'acier pour la poutrelle ajourée de 60 mètres de portée (distance entre les pylônes) à laquelle s'ajoute l'acier des pylônes. La quantité d'acier au kilomètre serait entre 2 000 et 3 000 tonnes, ce qui à 700 \$ Can/tonne coûterait en acier entre 1,4 à 2,1 M\$ Can. En multipliant par 2 pour la mise en forme de l'acier (procédés automatisés), on arrive à un coût de 3 à 4 M\$/km pour les composants de la structure. Il reste l'arpentage, les fondations pour les pylônes, et l'assemblage de la structure pour lesquels 2 M\$/km semble réaliste. Le tronçon

Montréal-Québec (250 km) reviendrait alors à moins de 1,5 G\$. Le coût des navettes est inférieur à 25 M\$ car une douzaine pourraient assurer la liaison entre les deux villes. En prévoyant 500 millions de dollars pour les imprévus on arrive en bout de ligne à un coût de l'ordre de 2 G\$ pour la construction d'un monorail rapide entre Québec et Montréal, au lieu de 7 G\$ pour un TGV.

On a donc une différence de coût de l'ordre de cinq milliards de dollars entre un TGV et un monorail, sur le tronçon Québec-Montréal. Pour réaliser ce que cela signifie, il suffit de dire qu'avec un tel montant on pourrait acheter 5 000 autobus électriques biberonnés, ou donner 5 000 \$ de rabais sur 1 000 000 de véhicules hybrides rechargeables avec une batterie suffisamment grosse pour parcourir 40 à 70 km en mode électrique, avec l'électricité du réseau. Ces véhicules pourraient ainsi faire 80 % de leur kilométrage à l'électricité, et les rabais permettraient une pénétration plus rapide du marché. On pourrait également utiliser cet argent pour implanter des usines de biocarburants de

deuxième et troisième génération. Bref, l'économie faite avec un monorail au lieu d'un TGV nous permettrait d'avoir un impact majeur sur l'ensemble de la mobilité routière sans pétrole.

Sans compter que le TGV profiterait principalement aux habitants de Montréal et de Québec, mais pas réellement aux régions. Par contre, avec un monorail il devient pensable de desservir plusieurs régions, comme l'Estrie, la Beauce, Saguenay, Charlevoix, et aller jusqu'à Rimouski. Le monorail deviendrait alors un moyen de stimuler les économies régionales au lieu de tout concentrer à Québec et à Montréal et de faire payer les régions pour un TGV dont elles ne pourraient profiter.

Le nombre de passagers requis pour payer le monorail Québec-Montréal (2 G\$) en 30 ans est de 5 500 par jour, en considérant des billets à 80 \$ et un financement à 7%. Une navette à tous les 20 minutes, dans chaque direction, pendant 18 heures d'opération par jour, assurerait le débit requis.

Le monorail offre un avantage extraordinaire dans les régions à faible densité de population, du fait que les navettes transportent seulement 60 passagers. Ces navettes peuvent partir à tous les dix minutes, comme aux deux heures. On n'a pas besoin de remplir une rame de 360 places avant le départ. Toutefois, si on a besoin de transporter un gros débit de passagers, le monorail peut s'adapter, en faisant démarrer

plusieurs navettes ensemble, qui se distanceront pendant le trajet et se regrouperont à l'arrivée aux autres gares.

Pour évaluer la durée des trajets, il faut connaître les accélérations du monorail et du TGV. Les 16 moteurs-roues du monorail peuvent l'accélérer de 0 à 250 km/h en moins de 20 secondes, sur 700 mètres, et le freinage électromagnétique le ralentir aussi rapidement, ce qui correspond à l'accélération d'un gros avion commercial au décollage. De son côté un TGV met environ 8 minutes sur 20 km pour atteindre sa vitesse de croisière de 320 km/h et autant pour s'arrêter.

Pour un parcours Québec-Montréal (250 km) la durée du trajet en TGV serait donc de 56 minutes, alors que le monorail prendrait 60 minutes. Et si on fait un arrêt entre les deux villes, disons à Drummundville, alors le monorail arriverait à Montréal avant le TGV. Avec un monorail on peut donc faire des arrêts plus fréquents et desservir plus de villes moins peuplées, ce qui, encore une fois, rend le monorail plus intéressant pour les régions.

De plus, une liaison Montréal-New-York devient abordable alors qu'avec un TGV il faudrait un grand nombre de ponts et tunnels pour traverser la chaîne de montagne des Appalaches, ce qui ferait grimper la facture à un niveau indécent.

On notera également que les frais d'entretien du monorail sont minimums car on n'a pas besoin

de déneiger les rails l'hiver, ils sont recouverts.

Certains diront oui mais le TGV est une technologie qui a fait ses preuves alors que le monorail reste à développer. À ceux-la je répond que les lampes à l'huile avaient fait leurs preuves et que les disques de vinyle avaient fait leurs preuves. Cela n'a pas empêché l'éclairage électrique et les disques au laser de prendre le marché. Je ne dis pas que le TGV est désuet, il rend de loyaux services dans les régions à forte densité de population.

Par ailleurs, la technologie à développer pour le monorail s'appuie sur des réalisations solides. En effet, déjà en 1994 Pierre Couture avait développé à l'IREQ des moteurs-roues de 15 pouces affichant un couple de 1 200 N-m et une puissance de 100 kW. Un budget annuel moyen de l'ordre de 30 à 40 M\$ devrait permettre de mettre au point en 5 ans un prototype précommercial du monorail et une ligne expérimentale de 5 km.

Une fois la technologie développée, elle constituera une source de développement économique majeure. Car il y a fort à parier que plusieurs pays vont bien apprécier se procurer un transport rapide électrique ABORDABLE.

En fait, la différence entre un TGV et un monorail au Québec et au Canada c'est la différence entre s'endetter et s'enrichir. Soyons innovateurs!