

Mesures de la congestion routière à partir de données sur la vitesse instantanées de l'Étude sur l'utilisation des véhicules au Canada (EUVC)

Émile Allie¹

Résumé

La congestion routière ne se limite pas aux grandes villes, mais elle se manifeste aussi dans les villes de taille moyenne et sur les autoroutes qui traversent les villes. Parmi une large gamme de mesures de la congestion, six ont été sélectionnées en vue de faciliter l'agrégation et en raison de leur capacité à utiliser les données instantanées de la composante des véhicules légers de l'EUVC en 2014. Parmi les mesures sélectionnées, l'indice de congestion est peut-être le seul qui n'est pas biaisé. Cette mesure sert à illustrer différents aspects de la congestion du réseau routier.

Mots-clés : EUVC, province, RMR, trimestre, vitesse, limite de vitesse, réseau routier, jour, heure, congestion, grand ensemble de données.

1. Introduction

Un système de transport urbain est constitué de véhicules privés, de services de transport en commun, du transport de biens, de cyclistes et de piétons. La congestion du réseau routier, particulièrement dans les régions urbaines, a des répercussions sur tous les utilisateurs du système de transport. La congestion comporte des répercussions économiques, environnementales et sanitaires importantes. Winston et Langer (2006) ont évalué que plus de 25 % du coût de la congestion est assumé par les entreprises de camionnage et celles qui reçoivent et expédient du fret. La congestion a des répercussions sur la chaîne d'approvisionnement (McKinnon (1999), Konur et Geunes (2011), Weisbrod et Fitzroy (2011)), parce qu'un plus grand nombre de personnes sont nécessaires pour gérer la congestion, que des entrepôts plus grands sont requis pour réduire les risques associés à la congestion, que des entrepôts et des entreprises doivent être relocalisés pour réduire le coût de la congestion, et que certaines entreprises pourraient cesser leurs activités parce qu'elles ne peuvent pas assumer les coûts de transport additionnels. Taylor et coll. (2012) ont déterminé qu'aux États-Unis, environ 60 % des coûts supplémentaires sont transférés aux clients, qui doivent payer des prix plus élevés. Le coût de la congestion peut entraîner une réduction de la compétitivité des entreprises canadiennes.

Weisbrod et coll. (2001) définissent la congestion comme « *un problème de retard dans la circulation (c.-à-d. que la circulation routière est ralentie en dessous de vitesses raisonnables) parce que le nombre de véhicules qui utilisent la route dépasse la capacité du réseau routier* ».

La congestion routière est le résultat de choix multidimensionnels, comme la densité de la population, l'endroit où les personnes vivent et travaillent, leurs horaires de travail, la configuration du réseau routier et la présence d'autres modes de transport. Elle comporte quatre dimensions importantes :

- Spatiale : propre à une localité ou s'appliquant à l'ensemble du réseau.
- Temporelle : variant selon la saison, le moment du jour et le jour de la semaine.

¹Émile Allie, Analyse économique des transports, Transports Canada, Place de Ville, tour C, 25^e étage, 330, rue Sparks, Ottawa, K1A 0N5, 819-993-9029 (emile.allie@tc.gc.ca).

- Stochastique : conditions climatiques, événements imprévus comme des accidents ou des réfections de routes d'urgence.
- Prévisible : réfection des routes ou de l'infrastructure ou événements spéciaux.

2. Comment mesurons-nous la congestion routière?

Il existe de nombreuses mesures de la congestion routière. Dans un tableau produit au départ par la FHWA (1994) et reproduit par Weisbrod et coll. (2001), on trouve quatre familles de mesures de la congestion : des mesures liées au temps, des mesures liées au volume, des mesures liées au retard et le niveau de service. Il existe aussi certaines mesures ponctuelles, comme celle du Groupe de travail sur les transports urbains (2012), basée sur 70 % de la limite de vitesse, ou celle du Département des Transports de la Californie, pour laquelle la vitesse moyenne des autoroutes passe en dessous de 35 m/h (56,3 km/h) pendant 15 minutes ou plus une journée typique (Bertini (2006)).

À partir des données disponibles dans l'EUVC, comme la localisation géographique, la vitesse instantanée et la consommation instantanée de carburant, nous avons calculé six mesures :

- retard/km (minutes de retard sur un segment de route divisées par la distance parcourue sur le segment);
- congestion/km (minutes de congestion sur un segment de route divisées par la distance parcourue sur le segment);
- temps/km (minutes passées sur un segment de route divisées par la distance parcourue sur le segment);
- indice de congestion (pourcentage de temps en dessous de la vitesse de croisière);
- indice de congestion en km (pourcentage de la longueur du segment en dessous de la vitesse de croisière);
- mesure indirecte des EGS avec le ratio de carburant (L/100 km).

2.1 Concepts et mesures

Si sur un segment de route, 70 % de la limite de vitesse représente le **niveau de congestion**, chaque seconde pendant laquelle la vitesse est inférieure à cette vitesse représente la **congestion (C)**. Chaque seconde pendant laquelle la vitesse est supérieure au **niveau de congestion** est considérée comme du temps de circulation fluide (**FF**). Le temps total de déplacement sur un segment (**TT**) est égal au temps de congestion et au temps de circulation fluide (**C+FF**). Sur chaque segment, le **temps de déplacement prévu (ET)** représente la longueur du segment, la limite de vitesse et certains arrêts obligatoires sur le segment. Le **retard** (bleu foncé) représente le **temps total de déplacement (TT)**, moins le **temps de déplacement prévu**.

Chaque segment de route du réseau routier comporte une longueur différente et, pour comparer les mesures de la congestion, nous devons normaliser la mesure de la congestion selon la distance parcourue. Cela n'est pas requis pour l'indice de la congestion et l'indice de la congestion en km. Nous devons aussi normaliser les mesures de la congestion parce que les utilisateurs peuvent entrer sur un segment de route ou en sortir à plus d'un endroit. Toute mesure qui ne tient pas compte de cela est biaisée.

Vitesse de croisière et niveau de congestion

Il existe plusieurs définitions de vitesse de croisière. Une est fondée sur la vitesse moyenne la nuit, lorsque le segment est principalement vide. Elle pourrait être supérieure à la limite de vitesse. Dans l'EUVC, nous avons observé, que 15 % du temps, les personnes dépassent la limite de vitesse. La vitesse de croisière pourrait varier entre des segments adjacents assujettis à la même limite de vitesse et pourrait donner lieu à une comparaison non uniforme de la congestion entre les segments.

D'un point de vue économique, il y a congestion lorsque le nombre de véhicules d'un segment routier dépasse la capacité routière. Lorsque la demande sur un segment tient compte de tous les coûts liés à l'utilisation d'un segment (coût privé plus pollution et externalités négatives sur le temps de déplacement des autres utilisateurs), l'équilibre

définit un niveau optimal de congestion. Il n'existe pas de façon de définir un niveau optimal de congestion ou de vitesse de croisière. Pour résoudre ce problème, on peut utiliser une gamme de valeurs définies en proportion de la limite de vitesse du segment : **60 %, 70 % et 80 % de la limite de vitesse.**

Retard/km

À chaque seconde sur un segment routier, nous connaissons le **niveau de congestion (FF)** et la vitesse réelle (s). Lorsque la vitesse réelle est inférieure à la vitesse de croisière, nous pouvons estimer le retard en secondes par $\left[1 - \frac{s}{FF}\right]$. Si la vitesse de croisière est de 40 km/h et la vitesse courante de 20 km/h, le retard associé à cette seconde d'observation représente une demi-seconde.

Chaque segment de route ne comporte pas la même longueur. C'est pourquoi la mesure est normalisée selon la distance totale parcourue sur le segment (D) pour tous les utilisateurs d'un segment. Étant donné qu'il est toujours possible d'entrer dans un segment routier ou d'en sortir, nous devons ajuster la mesure à la proportion de la distance parcourue sur le segment.

Nous présumons qu'il y a n secondes d'observation sur un segment routier. Si δ_i est un indicateur que la vitesse est inférieure au niveau de congestion FF et de 0 autrement, et k_i , le pourcentage de la distance parcourue sur un segment routier par rapport à l'observation i, le nombre total de minutes de retard par kilomètre est mesuré par :

$$\frac{retard}{km} = \sum_{i=1}^n \left[1 - \frac{s_i}{FF_i}\right] \frac{k_i * \delta_i}{D * 60}$$

Cette mesure est potentiellement biaisée parce qu'elle ne tient pas compte du temps de déplacement sur le segment.

Congestion/km (min/km)

La durée de la congestion est le temps total passé à une vitesse inférieure au niveau de congestion divisée par la distance totale parcourue sur le segment (D). Chaque observation de la congestion (c_i) est rajustée pour tenir compte de la proportion de la distance parcourue sur un segment routier. La mesure représente le nombre de minutes de congestion par kilomètre :

$$\frac{congestion}{km} = \sum_{i=1}^n c_i \frac{k_i * \delta_i}{D * 60}$$

Cette mesure est potentiellement biaisée parce qu'elle ne tient pas compte du temps de déplacement sur le segment.

Temps/km

Cette mesure représente l'inverse de la vitesse mesurée en km/min. Elle est potentiellement biaisée parce qu'elle ne tient pas compte de la limite de vitesse sur le segment.

Indice de congestion

L'indice de congestion pourrait être défini comme pour le pourcentage du temps de congestion sur un segment routier, où TT représente la durée totale du déplacement sur le segment. Étant donné que nous pouvons observer uniquement la distance x_i sur un segment d'une longueur y_i , nous devons procéder à un rajustement pour tenir compte du pourcentage de la distance parcourue sur le segment et du nombre d'utilisateurs, n, sur le segment.

$$\frac{\sum_{i=1}^n \frac{C_i}{TT_i} * k_i}{n} * 100$$

La mesure est biaisée parce qu'elle ne tient pas compte du temps de congestion et du temps de déplacement sur le segment routier.

Indice de congestion en km

Le concept est similaire à l'indice de congestion, sauf que nous mesurons le pourcentage d'un segment routier sujet à congestion. Cette mesure n'est pas biaisée, mais elle ne fournit pas de renseignements sur le temps de congestion.

Ratio de carburant (L/100 km)

La quantité de carburant (L) consommée sur un segment routier normalisée selon la distance parcourue sur le segment et exprimée pour 100 km, afin d'obtenir le ratio de carburant habituel.

Dans le reste du présent document, nous mettrons l'accent uniquement sur l'indice de congestion.

3. Données de l'EUVC

La composante des véhicules légers de l'Étude sur l'utilisation des véhicules au Canada (EUVC) comprend des véhicules comme les voitures particulières, les minifourgonnettes, les camionnettes et les VUS, dont le poids brut est inférieur à 4,5 tonnes. La composante des véhicules lourds comprend des véhicules dont le poids brut est de 4,5 tonnes ou plus.

L'échantillon de chaque composante est stratifié selon les caractéristiques du véhicule, la catégorie d'âge et la province. Les provinces participantes pour l'ensemble de 2014 sont le Québec, l'Ontario, le Manitoba et la Saskatchewan. Lorsque le propriétaire de véhicule accepte de participer, il doit installer un enregistreur de données dans le port ODB du véhicule. Au début de chaque déplacement, un minimum d'information doit être fourni, le reste étant automatiquement recueilli chaque seconde, y compris l'emplacement géographique, la vitesse instantanée et la consommation de carburant instantanée.

Chaque trimestre, nous recueillons des données au sujet de 1 000 véhicules pour la composante des véhicules légers, soit 380 millions d'enregistrements. À partir de ceux-ci, nous sélectionnons uniquement ceux qui peuvent être couplés à un segment du réseau routier national (autoroutes, routes provinciales et routes locales qui font partie de ces routes), soit 180 millions d'enregistrements.

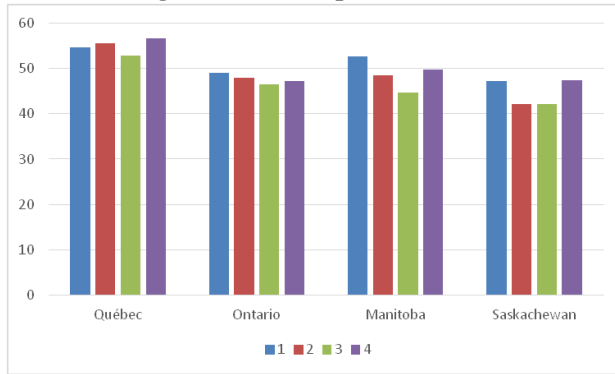
Chaque province définit son réseau routier, et la longueur de ce réseau varie selon la province :

- QUÉBEC : 24 100 KM
- ONTARIO : 60 396 KM
- MANITOBA : 18 343 KM
- SASKATCHEWAN : 33 661 KM

4. Présentation visuelle de l'indice de congestion

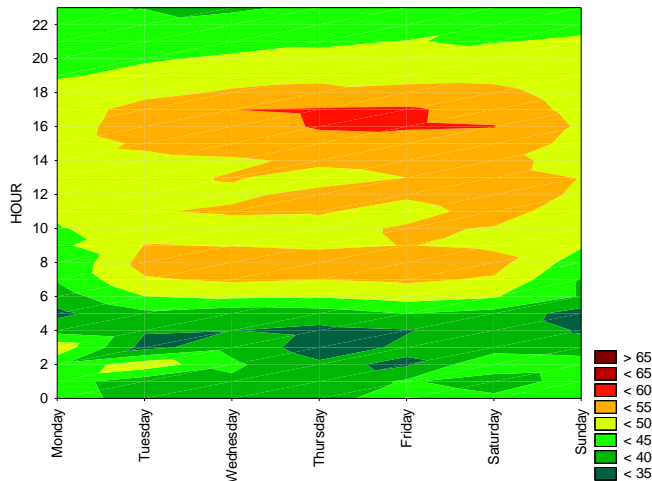
La présentation visuelle de l'indice de congestion est fondée sur une vitesse de congestion représentant 80 % de la limite de vitesse. Nous explorons diverses façons de présenter l'information sur la congestion : selon la région géographique, selon la période et selon le réseau routier.

Figure 4-1
Indice de congestion selon la province et le trimestre (1 à 4) - 2014



La congestion semble plus forte au Québec qu'en Ontario. L'un des facteurs qui explique ce résultat est la longueur du réseau routier, qui biaise les résultats, car plus le réseau routier est étendu, plus la probabilité d'observer de la congestion sur tous les segments du réseau est faible. En Ontario, le réseau routier est plus de deux fois plus long que celui du Québec. Le même argument s'applique au niveau de congestion au Manitoba par rapport à la Saskatchewan. L'été (troisième trimestre) est la période la moins congestionnée dans toutes les provinces. Parmi les autres facteurs figure le fait qu'au Québec, particulièrement à Montréal et à Québec, le réseau routier a subi des travaux majeurs en 2014.

Figure 4-2
Indice de congestion selon l'heure et le jour - 2014



Le matin, la congestion (orange) se fait sentir entre 7 h et 9 h. Il y a une légère augmentation de la congestion à l'heure du midi, mais la période la plus longue de congestion se situe entre 14 h 30 et 17 h 30, la pire période (rouge) se situant autour de 16 h les jeudis et vendredis. Ce qui est surprenant, c'est le niveau de congestion présent le samedi après-midi.

L'une des façons les plus utiles de présenter les données sur la congestion est de coupler ces données avec celles du réseau routier. La congestion la plus forte est montrée en orange et en rouge dans la figure 4-2. À Toronto, nous pouvons voir que la région du centre-ville est l'une des plus congestionnées, suivie par l'autoroute 401, d'est en ouest.

Figure 4-3
Indice de congestion dans la région de Toronto - 2014



Bibliographie

- Bertini, R.L. (2006), "You are the Traffic Jam: An Examination of Congestion Measures", in 85th Annual Meeting of the Transportation Research Board, 17p.
- FHWA/Federal Register (1996), Vol. 61, No. 245, *Rules and Regulations*.
- McKinnon, A. (1999). "The Effect of Traffic Congestion on the Efficiency of Logistical Operations", *International Journal of Logistics: Research and Applications*, Vol.2, No.2, pp. 111-128.
- Konur, D. and Geunes, J. (2011). Analysis of Traffic Congestion Costs in a Competitive Supply Chain, *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, Vol.47, No. 1, pp. 1-17.
- Taylor, J., K. Casavant, and B. Ivanov (2012). *The Economic Impact of Increased Congestion for Freight Dependent Businesses in Washington State-Technical Report*. Publication Report no. WA-RD 784.1.2, Washington State Department of Transportation.
- Urban Transportation Task Force (2012), *The High Cost of Congestion in Canadian Cities*, Council of Ministers Responsible for Transportation and Highway Safety.
- Weisbrod, G., Vary, D. and Treyz, G. (2001). *Economic Implications of Congestion*, NCHRP Report #463. Transportation Research Board, Washington, DC, USA.
- Weisbrod, G. and Stephen Fitzroy (2011). *Traffic Congestion Effects on Supply Chains: Accounting for Behavioral Elements in Planning and Economic Impact Models*, *Supply Chain Management - New Perspectives*, Prof. Sanda Renko (Ed.), ISBN: 978-953-307-633-1, InTech, DOI: 10.5772/23057.
- Winston, C. and A. Langer (2006), "The effect of Government Highway Spending on Road Users Congestion Costs," *Journal of Urban Economics* 60: 463-483.