



Les systèmes de gestion de la circulation

Volume 1

LE PROBLÈME DE LA CONGESTION URBAINE AU CANADA

La récente étude de la CAA intitulée *Quand tout s'arrête : Évaluation des pires points d'engorgement au Canada* a offert une autre perspective sur un problème bien connu des Canadiennes et Canadiens : la congestion urbaine et la pression croissante qu'elle exerce sur notre économie et notre bien-être. Les pires engorgements au Canada sont presque aussi graves qu'à Chicago, Los Angeles et New York, et empoisonnent la vie de tous dans les grandes zones urbaines en allongeant jusqu'à une fois et demie les temps de déplacement.

Ce document d'information de la CAA sur l'investissement dans le transport actif fait partie d'une série de rapports qui explorent les solutions à la congestion urbaine au Canada. On s'y penche sur les problèmes qui surviennent tant dans les grands axes de circulation qu'en pleine ville. Mises ensemble, les solutions évoquées constituent une trousse utile pour améliorer la situation. Les décideurs et la population seront ainsi mieux informés sur les options s'offrant à eux pour réduire la congestion et les éléments clés dont il faut tenir compte pour savoir où et quand une solution donnée fonctionnerait bien.

Les systèmes de gestion de la circulation sont des technologies conçues pour améliorer le débit et la sécurité de la circulation en vue de réduire la congestion routière. Ces technologies peuvent servir tant dans les rues en zone urbaine que sur les autoroutes. Dans bien des cas au Canada, un système de gestion de la circulation est en place depuis longtemps, mais n'est pas exploité à son plein potentiel. Parmi les systèmes de gestion de la circulation couramment utilisés, on compte les techniques d'amélioration des feux de circulation, les centres de gestion de la circulation, les tronçons à limite de vitesse variable, l'utilisation temporaire de l'accotement lorsqu'il est asphalté, les voies à signalisation propre, les voies à sens réversible, la régulation des bretelles d'accès, les panneaux à message variable et les mesures de contrôle automatisé, comme les appareils de surveillance aux feux rouges. On peut recourir à une ou plusieurs de ces méthodes, en les liant et en les automatisant à des degrés divers.

Dans les bonnes conditions, les systèmes de gestion de la circulation sont un moyen économique de tirer un meilleur parti des infrastructures existantes, et donc d'éviter les investissements massifs liés à la construction ou à l'agrandissement de routes ou du réseau de transport en commun. Ces systèmes, toutefois, n'ont aucun effet sur la demande en routes et autoroutes.

Nous nous pencherons dans ce document sur trois types de systèmes de gestion de la circulation, qui présentent des solutions contre la congestion routière en milieu urbain polyvalentes, pratiques et généralement sous-explorées au Canada.

PROBLÈME : CONGESTION SUR LES ARTÈRES URBAINES

SOLUTION POSSIBLE : AMÉLIORATION DES FEUX DE CIRCULATION

Fonctionnement et avantages Améliorer le flux de circulation en resynchronisant les feux de circulation ou en installant des détecteurs et un logiciel pour rendre les feux plus réactifs aux conditions de trafic

Autrefois, améliorer les feux de circulation était coûteux, car cela nécessitait une régulation manuelle du trafic ou l'intégration dans la chaussée de boucles de détection physiques.

Exemples : Programme de resynchronisation des feux de circulation à Toronto, contrôle adaptatif des feux de circulation au Colorado.

La resynchronisation des feux à Toronto a permis à la province d'économiser 64 \$ en temps, carburant et pollution atmosphérique pour chaque dollar investi.

ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION :

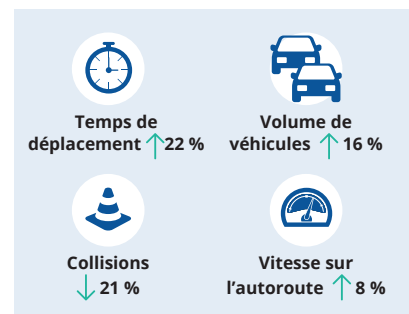
- Pour améliorer les feux de circulation, il faut des données de qualité sur la circulation et l'efficacité des feux mêmes. Or, les coûts de collecte de ces données ont baissé grâce à la connectivité à distance (entre les feux et le centre de contrôle) et aux logiciels de détection des véhicules, même si seulement 50 % des feux en Amérique du Nord sont actuellement dotés de ces technologies.
- Les avantages sont plus grands quand un corridor complet peut être équipé de feux améliorés, mais cela peut causer des problèmes de coordination si l'administration locale change le long dudit corridor.
- L'amélioration des feux de circulation ne perturbe que peu ou pas le flux de circulation.
- Selon les infrastructures requises, les coûts peuvent varier entre environ 5 000 \$ par intersection resynchronisée et 220 000 \$ à 1,3 million de dollars, voire plus, pour doter un corridor de 6 km des plus récentes technologies de commande de feux adaptative, qui évitent la resynchronisation périodique.

PROBLÈME : CONGESTION SUR LES AUTOROUTES URBAINES

SOLUTION POSSIBLE : RÉGULATION D'ACCÈS

Fonctionnement et avantages Consiste à régulariser le flux de véhicules entrant sur une autoroute en disposant des feux de circulation aux bretelles d'entrée.

Exemples : Extrêmement utilisé aux États-Unis et en Europe. L'évaluation d'une régulation d'accès réalisée à Minneapolis-St. Paul a estimé que l'opération avait entraîné des économies de 15 \$ pour chaque dollar investi et apporté les retombées suivantes :



ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION :

- La régulation d'accès requiert un espace suffisant pour la décélération et l'accélération de chaque côté du feu. Cela peut être particulièrement problématique sur les vieilles autoroutes où l'espace est parfois limité.
- La régulation d'accès peut faire refluer la circulation sur les artères qui mènent à l'autoroute et causer de la congestion.
- La coordination de la régulation d'accès sur tout un réseau autoroutier, comme c'est le cas à Minneapolis-St. Paul, peut procurer de grands bienfaits, mais ses coûts et sa complexité sont aussi plus élevés.
- L'acceptation publique de la régulation d'accès peut également être un problème, particulièrement si les avantages ne sont pas clairement communiqués ou s'il y a des problèmes de refoulement aux jonctions routières.
- Un aménagement type coûte de 60 000 à 120 000 \$ par bretelle d'accès et le matériel revient à 10 000 à 20 000 \$. Il faut en plus compter les coûts de fonctionnement continus reliés à l'entretien et, pour les systèmes avancés, à la gestion.

PROBLÈME : CONGESTION SUR LES AUTOROUTES URBAINES

SOLUTION POSSIBLE : GESTION ACTIVE DE LA CIRCULATION (LIMITES DE VITESSE VARIABLES ET UTILISATION TEMPORAIRE DE L'ACCOTEMENT)

Fonctionnement et avantages L'utilisation temporaire des accotements asphaltés et les limites de vitesse variables peuvent contribuer à réguler le flux de circulation aux heures de pointe et à augmenter la capacité d'une autoroute afin d'atténuer la congestion.

Exemples : Autoroutes allemandes, « Smart motorways » (Royaume-Uni) et gestion active de la circulation sur l'Interstate 66 (Virginie).

La gestion active de la circulation sur l'autoroute 66 a permis d'améliorer le temps de déplacement de 2 à 6 % en dehors des heures de pointe en semaine et de 10 % durant les heures de pointe la fin de semaine.

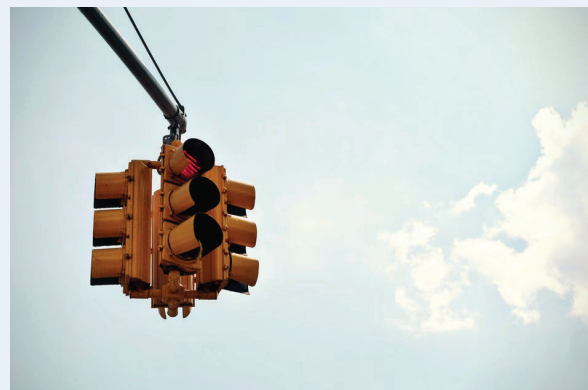
ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION :

- L'implantation de limites de vitesse variables peut s'effectuer sur toutes les autoroutes congestionnées. Elle nécessite l'installation d'une signalisation électronique à intervalles fréquents.
- Les limites de vitesse variables peuvent servir à ralentir la circulation en amont d'un incident ou d'un goulot d'étranglement ou lorsque les conditions météorologiques sont mauvaises, afin d'éviter la circulation par à-coups qui augmente la congestion et les collisions.
- L'utilisation temporaire de l'accotement, presque toujours combiné à des limites de vitesse variables, exige des accotements asphaltés praticables, ce qui peut être un gros défi en zone urbaine avec les vieilles autoroutes où l'espace est parfois restreint.
- L'utilisation temporaire de l'accotement doit offrir une sécurité acceptable, ce qui peut exiger des coûts supplémentaires pour l'aménagement, par exemple, de refuges d'urgence ainsi que le dégagement plus rapide en cas d'incident.
- Les coûts peuvent varier selon les besoins en infrastructure. Aux États-Unis, par exemple, la conversion des accotements d'une autoroute en voies utilisables a coûté 1,3 million de dollars par kilomètre.

L'AMÉLIORATION DES FEUX DE CIRCULATION

L'amélioration des feux de circulation réduit la congestion en accélérant le débit de la circulation, en fournissant un service plus fiable et en diminuant le nombre de collisions. Une grande part de ces avantages provient du débit de la circulation rendu plus fluide et continu par la coordination des feux verts et la baisse du nombre d'arrêts successifs². On peut remplacer les feux par du matériel neuf, les reprogrammer ou les synchroniser et les relier. Bon nombre de villes canadiennes ont acquis ou sont en train d'essayer des feux de circulation améliorés à divers degrés techniques.

Figure 1 : Feux de circulation



Source photo : Pexels.

Les schémas de circulation suivent la croissance et l'évolution de la population et de l'économie d'une ville. À court terme, divers facteurs comme les saisons, les conditions météo, les incidents et les travaux influent eux aussi sur la circulation. La solution classique pour qu'elle reste fluide est de reprogrammer les feux périodiquement. Citons par exemple les États-Unis, où les feux sont reprogrammés tous les 3 à 5 ans au coût de 5 600 \$ par intersection^{3,4}. La technologie de détection de véhicules, comme les capteurs intégrés dans la chaussée, est aussi utilisée depuis quelque temps et a permis une certaine réactivité face aux mouvements

de la circulation. Aujourd'hui, les feux de circulation adaptatifs (qu'on appelle parfois « feux intelligents ») peuvent détecter les schémas de circulation et en améliorer le débit en ajustant en continu la synchronisation des signaux, et nécessitent des infrastructures physiques moins imposantes qu'auparavant. Les systèmes les plus avancés coordonnent plusieurs intersections et tiennent même compte des données passées pour s'adapter, ce qui peut leur permettre de réduire jusqu'à 40 % le temps perdu.

EXEMPLES

Reprogrammation (optimisation) des feux de circulation (Ville de Toronto)

De 2012 à 2015, la Ville de Toronto a reprogrammé ses feux de circulation au coût de 850 000 \$ par année. Une analyse montre que pour chaque dollar investi dans le programme, les citoyens ont économisé 64 \$ en temps, en carburant et en réduction de la pollution atmosphérique. Un tel rendement est plutôt rare, ce qui semble indiquer que la reprogrammation des feux de circulation, si elle n'a pas été effectuée récemment, offre aux instances gouvernementales un moyen rapide et efficace de réduire la congestion. En 2017, la Ville a aussi lancé un projet pilote consistant à doter 22 intersections de feux de circulation adaptatifs.

Régulation des feux de circulation adaptatifs (État du Colorado)⁷

Le département des Transports de l'État du Colorado a installé deux systèmes de régulation des feux de circulation adaptatifs distincts sur des tronçons autoroutiers de 6 km de long à Greely, une ville d'environ 100 000 habitants, ainsi qu'à Woodland Park, qui en compte 7 000. Les régulateurs de feux adaptatifs réagissent en temps réel aux conditions de la circulation en vue d'en optimiser le débit. On a étudié les conditions de la circulation avant et après la mise en œuvre. Une diminution de la durée des déplacements de 6 à 9 % en semaine et de 11 à 19 % les fins de semaine a été observée. La durée cumulative des arrêts a baissé de 13 à 15 % en semaine et de 37 à 54 % les fins de semaine. L'installation a coûté 1,3 M\$ dans un cas et 220 000 \$ dans l'autre, la différence de coût étant attribuable aux deux tiers aux travaux supplémentaires qui ont dû être exécutés à cause d'une incompatibilité initiale entre l'infrastructure existante et le nouveau système.

Le département des Transports de l'État du Colorado a évalué les retombées des projets à 1,58 fois leur coût dans un cas et 5,64 fois dans l'autre. Les retombées ont été mesurées en réduction de la durée des déplacements (près de 90 % de la valeur financière des retombées dans les deux cas), de la consommation d'essence, et des coûts d'entretien (la reprogrammation périodique n'est plus nécessaire, car les feux s'adaptent continuellement). Il faut mentionner que la durée des déplacements a augmenté sur les rues transversales, ce qui a entraîné une augmentation moyenne des coûts pour les automobilistes qui les empruntaient. Par contre, étant donné la baisse du nombre de véhicules, ces coûts ne représentaient que 20 à 45 % des économies de temps pour les automobilistes circulant sur les routes principales.

FAISABILITÉ TECHNIQUE, LIMITES ET TENDANCES

En l'absence de données fiables, la reprogrammation coûte cher, car il faut alors modéliser des données ou en recueillir manuellement⁸. La technologie actuelle mise sur la collecte automatique de données, ce qui permet aux instances de transport de suivre l'efficacité des feux et de régler les problèmes avant qu'ils ne suscitent des plaintes⁹. De plus en plus de données sur la circulation sont disponibles grâce à la téléconnectivité (entre les feux et la centrale de surveillance), aux dispositifs de détection des véhicules et aux outils logiciels¹⁰.

L'infrastructure existante peut constituer un obstacle à l'amélioration des feux¹¹. En général, la technologie la plus récente est requise pour recueillir des données détaillées, et seulement 50 % des feux de circulation en Amérique du Nord sont téléconnectés. Les instances de transport de moindre envergure n'ont pas toujours les moyens techniques pour entretenir des systèmes de traitement des données ni la capacité d'ingénierie de la circulation pour interpréter les données qu'ils produisent.

La coordination nécessaire au croisement des routes principales et des frontières administratives peut faire obstacle à la mise en œuvre complète d'un projet prometteur.

L'amélioration des feux est particulièrement efficace le long des routes accueillant un fort débit de circulation¹². Elle rapporte plus en outre que d'autres solutions comme l'ajout de voies ou l'agrandissement du réseau de transport en commun, car sa mise en œuvre n'entraîne que de faibles perturbations, voire aucune¹³.

Bien que son coût soit moindre par rapport aux nouvelles infrastructures et que ses avantages soient reconnus, l'amélioration des feux de circulation offre peu de visibilité et fait moins glamour qu'un grand projet de construction à inaugurer, et peut donc être plus difficile à financer.

RÉGULATION DES BRETELLES D'ACCÈS

La régulation des bretelles d'accès consiste à utiliser des feux de circulation et parfois des barrières amovibles pour assurer un accès fluide et uniforme à l'autoroute. Le but est de réduire la congestion (y compris celle causée par la circulation discontinue et les collisions) par une convergence plus fluide et une restriction du nombre de véhicules qui accèdent à l'autoroute. L'avantage réside en partie dans le fait que les véhicules en amont sur l'autoroute n'ont pas à ralentir pour laisser converger ceux provenant de la bretelle d'accès, et ainsi la vitesse de la circulation ne change pas. L'obligation d'attendre pour accéder à l'autoroute peut dissuader les automobilistes de l'emprunter aux heures de pointe ou les inciter à suivre un autre itinéraire en période de congestion. La régulation des bretelles d'accès peut être désactivée pendant les périodes du jour ou de la semaine où la congestion n'est pas problématique.

EXEMPLES

Au Canada, la régulation des bretelles d'accès est rare. Elle est employée notamment sur un tronçon de l'autoroute QEW en Ontario. Voici deux exemples d'une régulation à grande échelle.

Évaluation des feux de régulation des bretelles d'accès (Minneapolis–St. Paul)

Les autoroutes à Minneapolis–St. Paul sont parsemées de 433 feux de régulation des bretelles, système parmi les plus vastes aux États-Unis¹⁴. Il a été envisagé en 2000 de retirer ces feux – l'évaluation qui s'ensuivit a permis de constater qu'ils augmentaient la vitesse de la circulation sur l'autoroute de 8 %, réduisaient la durée des déplacements de 22 %, augmentaient le nombre de véhicules empruntant l'autoroute de 16 % et réduisaient le nombre de collisions de 21 %¹⁵. Une analyse coûts-avantages visant à déterminer la valeur financière des feux de régulation et à la comparer aux coûts d'installation et de fonctionnement a conclu que ce système créait des retombées par 15 fois supérieures aux coûts¹⁶.

Régulation des bretelles d'accès des autoroutes parisiennes (France)

La régulation des bretelles d'accès a été mise à l'essai autour de Paris de 2007 à 2010 dans le cadre d'un projet pilote. Des économies de temps de 15 %, une augmentation de la vitesse de circulation moyenne de 10 km/h en période de pointe, une réduction de 20 % du nombre de collisions et une diminution de 30 % de la pollution atmosphérique ont été constatées. Ces résultats concluants ont incité les autorités à doter 75 bretelles de feux de régulation de la circulation d'ici 2018. Les véhicules n'attendent pas plus de 30 secondes aux feux sur les bretelles, et des capteurs font que les files d'attente ne se prolongent pas jusqu'aux rues de jonction¹⁷.

TECHNICFAISABILITÉ TECHNIQUE, LIMITES ET TENDANCES

Les feux de régulation de bretelles d'accès peuvent être indépendants ou interreliés, et s'adapter ou non aux conditions de circulation et aux engorgements. De nos jours, la régulation adaptative des bretelles d'accès peut être centralisée de façon à mieux tenir compte de la congestion et des conditions météo. Ce genre de système est le plus coûteux et complexe à exploiter. La régulation des bretelles d'accès préprogrammée et sans interconnexion est simple et économique, et donc plus appropriée pour régler les problèmes de congestion circonscrits. La régulation adaptative des bretelles d'accès est une solution à privilégier lorsque de longues files de véhicules se forment et commencent à perturber la circulation sur les rues de jonction, un effet d'entraînement qui suscite souvent l'opposition des municipalités environnantes et des résidents, dont le réseau routier local est affecté.

Le principal obstacle à la mise en œuvre de la régulation des bretelles d'accès réside dans les contraintes spatiales. Il faut suffisamment d'espace pour permettre aux véhicules d'accélérer et de ralentir dans chaque sens au feu de circulation¹⁸. La faisabilité de la mise en œuvre sera ainsi moindre sur les bretelles offrant peu d'espace, qui sont assez fréquentes sur les vieilles autoroutes.

L'acceptation sociale n'est pas acquise non plus. L'évaluation de Minneapolis–St. Paul avait justement été menée parce que les instances législatives envisageaient de mettre fin à la régulation des bretelles d'accès¹⁹. Lorsque les feux servent à limiter le débit de la circulation pour réduire la congestion en aval (invisible aux automobilistes pris dans un embouteillage), il se peut que la population remette en question l'utilité de cette méthode, voire que le taux de non-respect de la signalisation baisse. La sensibilisation de la population peut contribuer à améliorer le taux d'acceptation. Certains peuvent aussi y voir une forme d'injustice, jugeant que la régulation des bretelles d'accès favorise les automobilistes qui accèdent à l'autoroute loin des points d'engorgement, comme les résidents de banlieues qui se rendent quotidiennement au centre-ville²⁰. La régulation du débit sur les bretelles est une façon généralement peu coûteuse de réduire la congestion. Une installation typique coûte entre 60 000 et 120 000 \$ par bretelle, et le matériel, entre 10 000 et 20 000 \$²¹. Il faut aussi assumer les coûts d'entretien et de gestion avec les systèmes usant de nouvelles technologies.

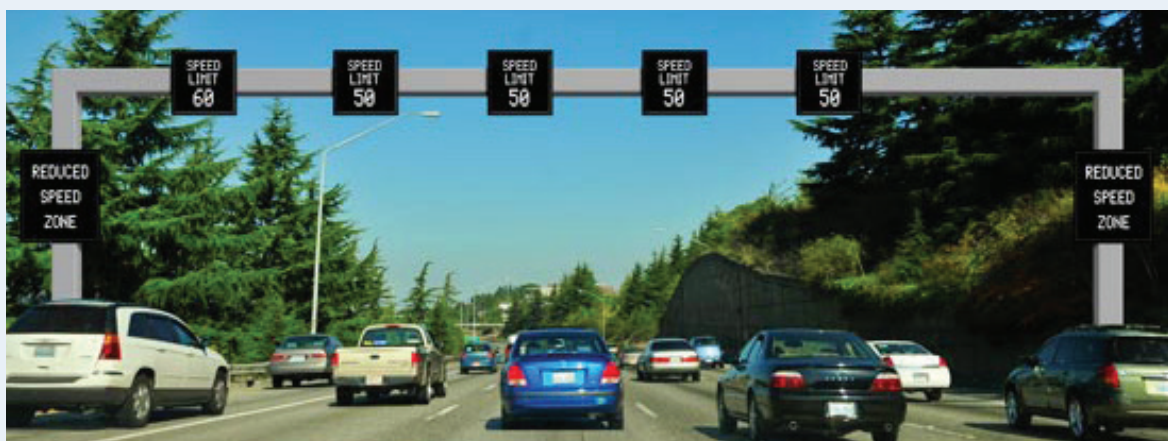
GESTION ACTIVE DE LA CIRCULATION : VITESSE VARIABLE ET UTILISATION DE L'ACCOTEMENT

La gestion active de la circulation désigne l'ensemble des systèmes de gestion de la circulation utilisés sur une autoroute. Elle vise à augmenter la capacité autoroutière et à diminuer la congestion en améliorant la fluidité de la circulation et en réduisant le nombre de collisions. Bien que de nombreuses combinaisons de systèmes de gestion de la circulation existent, on y retrouve habituellement la limite de vitesse variable, l'utilisation temporaire de l'accotement (en période de congestion, de concert avec une limite de vitesse variable), les panneaux de prescription, les systèmes d'avertissement d'embouteillages et les panneaux à message variable.

Les systèmes de limite de vitesse variable²² réduisent la limite de vitesse (notamment au moyen de panneaux dynamiques, comme dans la figure 3) lorsqu'il y a risque d'engorgement. La limite de vitesse affichée peut être obligatoire ou recommandée. Les capteurs détectent le seuil de congestion prédéterminé (ou les conditions météo pouvant causer de la congestion), puis abaissent la limite de vitesse par bonds de 5 à 15 km/h. La limite de vitesse variable peut réduire ou retarder considérablement l'apparition des engorgements, ainsi que la circulation discontinue et les collisions fronto-arrière qui y sont liées et qui exacerbent les problèmes de congestion. Cette méthode est bénéfique, car l'augmentation de la durée des déplacements entraînée par la réduction de la limite de vitesse est en principe moins marquée que la diminution de la vitesse de la circulation que causerait une congestion supplémentaire.

La Colombie-Britannique a mis en œuvre une limite de vitesse variable sur les autoroutes 1, 5 et 99. Son objectif était d'améliorer la sécurité par temps défavorable. La Ville d'Edmonton a mené un projet pilote de limite de vitesse variable recommandée sur la promenade Whitemud, projet qui s'est terminé en 2015. La Ville de Lethbridge (Alberta) a mis en œuvre une limite de vitesse variable sur un tronçon de 3,5 km de long de la promenade Whoop Up en 2016, dont le but encore une fois était d'améliorer la sécurité en hiver (la limite de vitesse passe alors de 90 km/h à 60 km/h). Depuis sa mise en œuvre en 2014, les nombreuses collisions pendant les grosses chutes de neige ont complètement cessé lorsque la limite est ramenée à 60 km/h²³.

Figure 3 : Limites de vitesse



Source photo : Département des Transports de l'État de Washington

L'utilisation temporaire de l'accotement permet à tous les véhicules, ou dans certains cas à ceux du réseau de transport en commun seulement (il s'agira alors d'une voie réservée au transport en commun), de circuler sur l'accotement asphalté de l'autoroute pendant les périodes de pointe afin d'alléger la congestion. Cette solution est généralement accompagnée d'une réduction de la limite de vitesse. Dans la région de Vancouver, l'utilisation (permanente) de l'accotement est en vigueur dans le corridor de l'autoroute 99, tout comme sur les autoroutes Don Valley et 403 en Ontario. Sur l'autoroute Don Valley, les voies ne servent que lorsque la vitesse de la circulation baisse sous les 60 km/h, et la limite de vitesse pour les autobus ne peut excéder de 20 km/h celle des autres voies.

EXEMPLES

Les Autobahn (Allemagne)

La limite de vitesse variable est appliquée sur un certain nombre d'autoroutes très fréquentées en Allemagne (les Autobahn), habituellement en combinaison avec des panneaux à message variable qui affichent de l'information sur les conditions routières et météo ainsi que tout incident s'étant produit. Sur certains tronçons, la limite de vitesse variable va de concert avec l'utilisation de l'accotement.²⁴ Les routes où la limite de vitesse variable a été mise en œuvre ont connu une baisse de 5 à 15 % de la durée des déplacements et de 30 % du nombre de collisions. Parallèlement, le débit de la circulation a augmenté de 5 %²⁵.

Les autoroutes intelligentes (Royaume-Uni)

Le Royaume-Uni dispose d'un réseau étendu de ce que l'on appelle des autoroutes intelligentes (ou « Smart Motorways »). Ces autoroutes intelligentes ont quatre caractéristiques essentielles : l'utilisation de l'accotement, une limite de vitesse variable, la présence de refuges, ainsi que des feux de circulation dynamiques et des panneaux à message variable. Une évaluation de la première autoroute intelligente (M42) où l'accotement était utilisé a montré une augmentation du débit de la circulation de 7 à 9 %, une réduction de la durée des déplacements de 3 à 8 % aux heures de pointe, une baisse de la fluctuation de la durée des déplacements de 27 % et une diminution de la fréquence des embouteillages massifs²⁶. Cette étude a aussi permis de constater qu'une limite de vitesse basse (40 mi/h, soit 65 km/h) donnait lieu à un taux de respect beaucoup plus faible qu'une limite de vitesse portée à 50 mi/h (80 km/h) ou 60 mi/h (97 km/h)²⁷.

Gestion active de la circulation sur l'Interstate 66 (État de la Virginie)

Implanté depuis septembre 2015, ce système de gestion active de la circulation vise à augmenter la capacité sur l'autoroute inter États 66 (I 66) en combinant une limite de vitesse variable recommandée, des systèmes d'avertissement d'embouteillages, des panneaux de prescription et l'utilisation de l'accotement. Afin de mesurer les résultats du projet, le département des Transports de l'État de la Virginie a réalisé une étude avant/après. Comme les accotements étaient déjà utilisés aux heures de pointe, le projet a eu des effets limités pendant ces périodes. Cependant, en semaine, la durée des déplacements a diminué de 2 à 6 % à la mi-journée ainsi qu'en sens inverse de la congestion aux heures de pointe. Aux heures de pointe la fin de semaine, la durée et la sûreté des déplacements se sont améliorées d'environ 10 %²⁸.

FAISABILITÉ TECHNIQUE, LIMITES ET TENDANCES

La mise en œuvre d'une limite de vitesse variable exige une hauteur libre suffisante pour l'installation des structures à intervalles rapprochés et des panneaux dynamiques qui y seront fixés. En général, les limites de vitesse variables conviennent aux autoroutes, mais elles peuvent aussi être appropriées sur certaines routes à haut débit.

Le respect de la limite de vitesse est aussi un facteur essentiel à l'efficacité de la mesure, que la communication avec la population et la surveillance peuvent favoriser. L'exemple de l'autoroute M42 montre par ailleurs que le taux d'observation d'une limite de vitesse variable baisse si les automobilistes n'en voient pas l'utilité²⁹.

L'utilisation temporaire de l'accotement est aussi une solution relativement économique, pour autant qu'il y ait des accotements asphaltés et convenables. Par contre, dans de nombreux contextes urbains, les contraintes spatiales, comme la hauteur libre sous les viaducs de l'autoroute Don Valley à Toronto (figure 4) ou les points d'engorgement aux échangeurs, rendent cette méthode impraticable. L'utilisation de l'accotement coûte plus cher à mettre en œuvre s'il faut aménager des refuges (en l'absence de ceux-ci, les véhicules en panne obstrueraient la voie sur l'accotement).

Du point de vue de la sécurité, cette façon de réduire la congestion présente habituellement un gain, mais aussi un coût, car l'accotement ne peut plus abriter les véhicules en panne ni permettre un accès réservé aux véhicules d'urgence, et la voie de l'accotement risque d'être étroite³⁰. L'effet global sur la sécurité varie en fonction de circonstances particulières. L'atteinte d'un degré de sécurité acceptable à un coût raisonnable peut faire obstacle à cette technique.

Les systèmes de limite de vitesse variable engendrent des coûts d'exploitation et nécessitent des ajustements pendant les périodes de construction. Le coût de la conversion d'un accotement en voie temporaire est déterminé en grande partie par des conditions précises. Par exemple, le département des Transports de l'État de Washington a réussi à convertir des accotements autoroutiers au coût de 1,3 million de dollars par kilomètre³¹.

Figure 4 : Contraintes infrastructurelles à l'utilisation de l'accotement sur l'autoroute Don Valley, à Toronto



Source photo : CPCS.

TENDANCES INFLUANT SUR LES COÛTS ET LES AVANTAGES

Ce sont les progrès technologiques qui ont le plus d'effet sur les coûts et les avantages des systèmes de gestion de la circulation. Le tableau ci-dessous en décrit deux aspects importants.

TENDANCE	DESCRIPTION	INCIDENCES POSSIBLES SUR LES SYSTÈMES DE GESTION DE LA CIRCULATION
Baisse du coût des technologies accompagnée d'une plus grande disponibilité	des technologies modernes de gestion de la circulation baissent, en partie grâce aux systèmes sans fil et aux logiciels clés en main.	Les systèmes de gestion de la circulation sont de plus en plus abordables pour les petites municipalités et applicables aux corridors à faible débit des grandes municipalités, où leur mise en service n'aurait pas valu la peine antérieurement.
Augmentation du taux de téléconnectivité des véhicules	L'augmentation du taux de téléconnectivité des véhicules grâce aux réseaux et aux infrastructures sans fil favorise la communication et la collecte de données.	Les véhicules téléconnectés peuvent aider à perfectionner les systèmes de gestion de la circulation. Par exemple, les feux de circulation adaptatifs pourraient détecter les mouvements de la circulation au moyen de télesignaux provenant des véhicules et ainsi optimiser le débit de la circulation.
		Les technologies sans fil peuvent réduire le coût des infrastructures, et notamment les dépenses liées à l'entretien des capteurs classiques, comme ceux intégrés dans la chaussée, qui sont souvent endommagés lorsqu'il y a des travaux.

S'il est difficile de prévoir le rythme des progrès technologiques, il semble tout de même probable que le coût de mise en œuvre des systèmes de gestion de la circulation continuera à baisser, ce qui en améliorera la faisabilité dans les petites collectivités ainsi que sur les routes à faible débit dans les zones urbaines aux prises avec des problèmes de congestion circonscrits. Les systèmes de gestion de la circulation sont déjà une solution faisable, quoique soumise aux contraintes exposées dans le présent document d'information, dans les zones urbaines congestionnées.

CONCLUSION

Les technologies de gestion de la circulation sont rarement utilisées seules. Qu'apporterait globalement un effort ambitieux et concerté pour favoriser une combinaison des solutions mentionnées ici? Les avantages seraient maximisés dans les zones les plus congestionnées (comme les points d'engorgement relevés dans l'étude Quand tout s'arrête de la CAA³²), de même que là où les systèmes de gestion de la circulation sont archaïques ou inexistants.

Les systèmes de gestion de la circulation peuvent constituer une solution économique et efficace contre la congestion urbaine au Canada. Dans toute rue locale aux prises avec des problèmes de congestion, il convient d'envisager la mise à niveau des feux de circulation. Sur les autoroutes à fort débit de circulation, la régulation des bretelles d'accès, les tronçons à limite de vitesse variable et l'utilisation temporaire de l'accotement peuvent contribuer à réduire la congestion. Cependant, ces systèmes sont limités par des contraintes spatiales, comme l'espace nécessaire pour installer des régulateurs de bretelle d'accès ou l'absence d'un accotement asphalté convenable. Les systèmes de gestion de la circulation sont aussi limités parce qu'ils n'ont aucun effet sur la demande sous-jacente en routes et en autoroutes. Ils constituent néanmoins une solution généralement sous-explorée contre le problème de la congestion routière en milieu urbain au Canada

SOURCES

Association canadienne des automobilistes (2017), « Quand tout s'arrête : Évaluation des pires points d'engorgement au Canada ».

Département des Transports des États-Unis/U.S. Department of Transportation (2014), « ITS Benefits, Costs, and Lessons Learned: 2014 Update Report ». Publication Number: FHWA-JPO-14-115.

Département des Transports des États-Unis/U.S. Department of Transportation (2014a), « Ramp Metering: A Proven, Cost-Effective Operational Strategy ». Publication Number: FHWA-HOP-14-020, octobre 2014.

Département des Transports des États-Unis/U.S. Department of Transportation (2015), « Transportation Systems Management and Operations Benefit-Cost Analysis Compendium ». Publication Number: FHWA-HOP-14-032.

Département des Transports des États-Unis/U.S. Department of Transportation (2015), « Transportation Systems Management and Operations Benefit-Cost Analysis Compendium ». Publication Number: FHWA-HOP-14-032.

Département des Transports des États-Unis/U.S. Department of Transportation (2017), « Modernizing Traffic Signal Management ». Innovator, Publication Number: FHWA-17-CAI-003, mars-avril 2017.

Département des Transports des États-Unis/U.S. Department of Transportation (2017a), « 2016 Urban Congestion Trends: Using Technology to Measure, Manage, and Improve Operations ». Publication Number: FHWA-HOP-17-010.

Direction des routes Île-de-France (2016), « Régulation de trafic sur les bretelles d'autoroutes d'Île-de-France ».

Geistefeldt, J. (2011), « Capacity effects of variable speed limits on German freeways », 6th International Symposium on Highway Capacity and Quality of Service, Procedia, Social and Behavioral Sciences, 16.

Miovision (s.d.), « Spectrum Traffic Insights ».

Texas A&M Transportation Institute (s.d.), « Signal Operation and Management ». Consulté le 24 juillet 2017.

Texas A&M Transportation Institute (s.d., a), « Variable Speed Limits ». Consulté le 24 juillet 2017.

Texas A&M Transportation Institute (s.d., b), « Ramp Flow Control ». Consulté le 25 juillet 2017.

Texas A&M Transportation Institute (s.d., c), « Temporary Shoulder Use ». Consulté le 26 juillet 2017.

Van Vuren, T. et coll. (s.d.), « Managed Motorways: modelling and monitoring their effectiveness ».

Ville de Lethbridge (s.d.), « Variable Speed Limits on Whoop-Up Drive ». Consulté le 16 mars 2018.

Ville de Toronto (2017), « Signal Optimization (Coordination) ». Consulté le 14 juillet 2017.