



Investir dans de nouvelles infrastructures routières

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.

La solution classique aux problèmes de congestion, c'est de construire plus d'infrastructures. Mais à mesure que les villes grandissent, l'espace pouvant recevoir de nouvelles routes et autoroutes, lui, diminue. Dans certaines villes, on s'est tourné vers les tunnels et les routes surélevées, mais ces solutions coûtent cher et demandent des années de planification et de construction. Néanmoins, l'ajout d'infrastructures demeure parfois la meilleure option. Mais qui dit « nouvelles infrastructures » ne dit pas obligatoirement construction de nouvelles routes ou autoroutes : on peut aussi ajouter de nouveaux échangeurs, réaliser des travaux d'amélioration ou élargir les routes existantes.

On craint parfois que la construction de nouvelles infrastructures ne fasse qu'augmenter la circulation. Mais elles peuvent quand même faire gagner beaucoup de temps aux automobilistes et leur procurer plus de sécurité et de fiabilité. Tant que ces bienfaits l'emportent sur les coûts, et même si plus de voitures empruntent éventuellement la route, les travaux peuvent en valoir la peine.

De nos jours, il est plus logique d'entreprendre des travaux peu coûteux et de petite envergure. En raison de l'évolution fulgurante de la technologie, y compris l'arrivée des voitures autonomes et électriques, il est devenu bien difficile d'anticiper les besoins à venir en infrastructures, une réalité qui a fait augmenter le risque d'entreprendre de grands travaux à long terme.

On remarque trois types d'infrastructures généralement sous utilisées au Canada : les échangeurs avec sens de circulation inversés, un nouveau type d'échangeur prometteur; les mesures d'élimination des goulots d'étranglement en ville; et les carrefours giratoires (ou ronds-points).



On craint parfois que la construction de nouvelles infrastructures ne fasse qu'augmenter la circulation. Mais elles peuvent quand même faire gagner beaucoup de temps aux automobilistes et leur procurer plus de sécurité et de fiabilité. Tant que ces bienfaits l'emportent sur les coûts, et même si plus de voitures empruntent éventuellement la route, les travaux peuvent en valoir la peine.

PROBLÈME : CONGESTION AUX ÉCHANGEURS

SOLUTION POSSIBLE : ÉCHANGEUR AVEC SENS DE CIRCULATION INVERSÉS

Fonctionnement et avantages Les échangeurs avec sens de circulation inversés ont été introduits en 2009 comme solution de rechange aux échangeurs classiques. Leur configuration qui fait s'entrecroiser la route lorsqu'elle passe au-dessous (ou en dessous) de l'autoroute rend les virages à gauche plus faciles et sécuritaires. L'empreinte au sol est également réduite par rapport à d'autres configurations classiques.

Exemples: Missouri, Calgary et passage de Pilot Butte (Saskatchewan)

Le premier échangeur avec sens de circulation inversés, au Missouri, a éliminé jusqu'à 3,2 km de bouchons et réduit les accidents de 46 % dans l'année qui a suivi sa mise en service. En 2017, Calgary a été la première ville canadienne à adopter cette nouvelle configuration tout en introduisant aussi de nouvelles façons pour les piétons de traverser cette construction inhabituelle.

ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION :

- La nouvelle configuration peut troubler les piétons qui l'empruntent pour la première fois, car elle diffère des intersections classiques.
- La construction ou le remplacement d'un échangeur est un projet vaste et coûteux; cette solution sera donc longue à se répandre.

PROBLÈME : GOULOTS D'ÉTRANGLEMENT LOCALISÉS

SOLUTION POSSIBLE : PROGRAMME D'ÉLIMINATION DES GOULOTS À L'ÉCHELLE DE LA VILLE

Fonctionnement et avantages Les programmes s'attaquant aux goulots d'étranglement ciblent les tronçons d'autoroute ou les intersections achalandées congestionnées au quotidien en raison d'une configuration inefficace, de voies réduites, de sorties surchargées ou de changements de niveau. Éliminer ces goulots au moyen de voies auxiliaires, d'une régulation de l'accès ou d'un élargissement des bretelles peut sensiblement réduire les ralentissements de la circulation à coût bien moindre que la construction d'une nouvelle route.

Exemples: Programmes d'élimination des goulots d'étranglement au Minnesota, dans l'État de Washington et au Texas

Les trois projets les plus efficaces au Minnesota ont permis aux automobilistes d'économiser 1,3 million d'heures cumulatives par la réduction des ralentissements. L'État de Washington a converti un accotement en voie de circulation normale sur une courte distance, ce qui a accru le volume de véhicules de 10 %. Le Texas a réduit la congestion urbaine de 17 goulots d'étranglement et observé une baisse de 76 % des collisions routières.

ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION :

- Il y a peu de raison de ne pas au moins envisager un programme de réduction des goulots d'étranglement.
- Les goulots d'étranglement peuvent se compter par centaines dans une grande ville. Il est donc essentiel de cibler les plus graves pour maintenir le budget dans les limites du raisonnable.
- La réduction des goulots d'étranglement est une solution infrastructurelle, elle n'influe donc pas sur la demande sous-jacente en routes et autoroutes. Si la croissance économique et démographique se traduit par une hausse de circulation qui remplit la nouvelle capacité, cette solution n'apportera qu'un soulagement temporaire.

PROBLÈME : CONGESTION CAUSÉE PAR L'ATTENTE AUX INTERSECTIONS SIGNALISÉES

SOLUTION POSSIBLE : CARREFOURS GIRATOIRES

Fonctionnement et avantages Les carrefours giratoires ont gagné en popularité partout au Canada en raison de leur efficacité éprouvée pour réduire les collisions routières et améliorer la fluidité de la circulation. Leur forme circulaire ralentit les véhicules et améliore la sécurité, tandis que l'absence de feux de circulation raccourcit les temps d'arrêt et profite aux véhicules qui tournent à gauche.

Exemples: New Hampshire, New York, État de Washington et Kansas

Les gros véhicules commerciaux peuvent nécessiter des voies plus larges pour bien manœuvrer dans un carrefour giratoire, ce qui augmente les coûts de construction et l'empreinte des carrefours giratoires destinés à être fortement traversés par des camions.

L'attente aux heures de pointe a baissé d'au moins 83 %, et la congestion routière d'au moins 58 %. L'aménagement de carrefours giratoires au Kansas a réduit de 52 % le nombre de véhicules s'arrêtant à l'intersection

ÉLÉMENTS DE RÉFLEXION :

- De nombreux Canadiens n'étant pas familiarisés avec les carrefours giratoires, de l'argent et des efforts doivent être consentis pour informer les conducteurs.
- Les gros véhicules commerciaux peuvent nécessiter des voies plus larges pour bien manœuvrer dans un carrefour giratoire, ce qui augmente les coûts de construction et l'empreinte des carrefours giratoires destinés à être fortement traversés par des camions.
- Lorsque l'espace est limité, on a recours à des mini-carrefours giratoires où l'îlot central est au même niveau que la chaussée, de sorte que les camions puissent rouler dessus.

INFRASTRUCTURE : LES SOLUTIONS CLASSIQUES

L'accroissement urbain empêche souvent les instances gouvernementales d'élargir les autoroutes pour répondre à la demande. Dans bon nombre de villes nord-américaines, des autoroutes surélevées ont donc été construites : l'autoroute Métropolitaine à Montréal, l'autoroute Gardiner à Toronto et le viaduc Georgia/Dunsmuir à Vancouver. Cette méthode augmente la capacité routière sans entraver la circulation sur les routes et grandes artères en contrebas. Par contre, les projets de construction de nouvelles autoroutes surélevées rencontrent une opposition de plus en plus vive pour une foule de raisons urbanistiques, sociales et environnementales :

- Coûts d'entretien
- Structures jugées peu esthétiques
- Diminution de la valeur foncière
- Pollution atmosphérique et sonore

Les gouvernements doivent donc se montrer plus créatifs dans leurs projets de construction de routes, notamment en exploitant l'espace souterrain. Le nouveau tunnel SR 99 à Seattle, une autoroute de 2,7 km passant sous le centre-ville, remplacera un viaduc¹. Le projet de construction, dont la fin est prévue à l'automne 2018, dure depuis près de 5 ans (ce qui représente un retard de 2 ans) et aura coûté environ 4 milliards de dollars². La Ville de Boston a connu des difficultés semblables dans la construction de son fameux tunnel Big Dig, une autoroute de 8 à 10 voies de 12,5

km de long qui passe sous la ville et a remplacé une autoroute surélevée de 6 voies. Les Bostonnais ont dû patienter 14 ans entre le début et la fin des travaux, qui ont connu des dépassements de coûts de 15,4 milliards de dollars, une somme colossale par rapport aux 3,5 milliards prévus au départ³. Mais au moins, dès la mise en service du tunnel, les autorités municipales ont observé une baisse importante de la congestion routière (réduction de 62 % de la durée des déplacements entre 1995 et 2003)⁴.

Si certaines villes ont dû construire des tunnels, d'autres se lancent encore dans des projets classiques. Le prolongement de l'autoroute périphérique de Calgary ajoutera de 6 à 8 voies sur plus de 40 km dans l'ouest de la ville. Évoqué depuis les années 1990, le projet devrait être achevé en 2021, après cinq ans de construction. Le prolongement a été approuvé en prévision de la hausse de circulation attendue d'ici 30 ans⁵.

Figure 1 : Les tunnels, une solution considérée par bien des villes pour augmenter les infrastructures routières



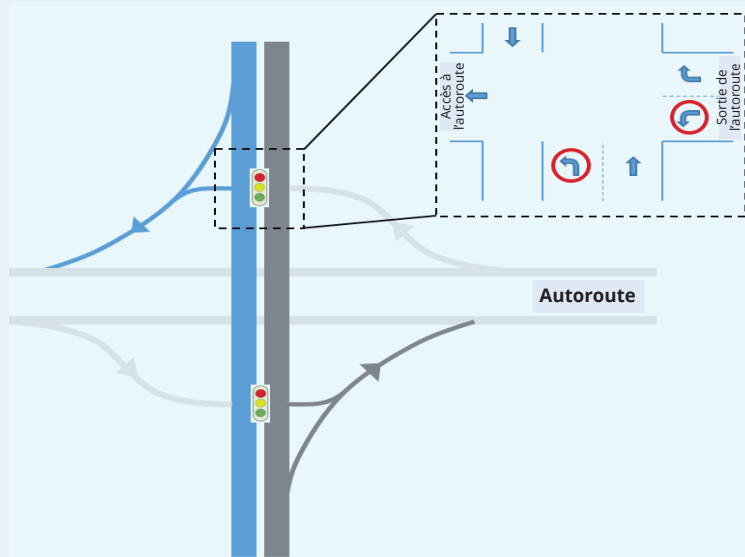
Source photo : Pexels.

LES ÉCHANGEURS AVEC SENS DE CIRCULATION INVERSÉS

L'échangeur avec sens de circulation inversés (aussi dits « doublement inversés ») est un aménagement relativement nouveau; sa conception réduit la congestion et les collisions qui se produisent sur un échangeur en losange classique⁶ et occupe moins d'espace qu'un échangeur en trèfle.

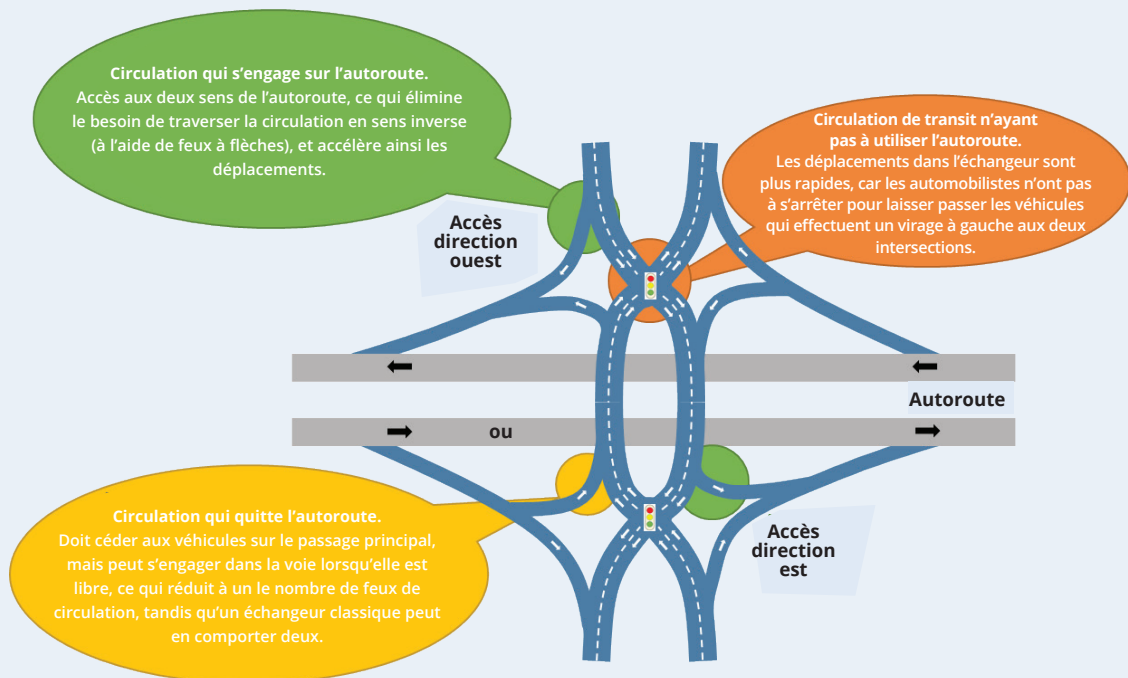
L'échangeur avec sens de circulation inversés présente trois caractéristiques qui réduisent la congestion routière (figure 3) par rapport à l'aménagement classique.

Figure 2 : Échangeur en losange classique



Source: CPCS

Figure 3: Advantages of the Diverging Diamond Interchange



Source: CPCS

EXEMPLES

Département des Transports de l'État du Missouri

En 2009, Springfield (Missouri) est devenue la première ville en Amérique du Nord à mettre en service un échangeur avec sens de circulation inversés. Le projet, considéré comme un énorme succès, a permis d'éliminer de 1,6 à 3,2 km d'engorgement pendant les heures de pointe⁷. Une évaluation menée en 2011 a relevé les bienfaits suivants⁸ :

A performance evaluation conducted in 2011 found the benefits of the diverging diamond interchange to include:

- Baisse de 46 % des collisions dès la première année.
- Plus de 80 % des personnes interrogées ont convenu que le débit de la circulation s'était amélioré et que la durée des déplacements avait diminué grâce à l'échangeur avec sens de circulation inversés.
- 87 % des personnes interrogées ont convenu que le « risque de collisions était plus grand » sur un échangeur en losange classique que sur un échangeur avec sens de circulation inversés.

Macleod Trail et 162nd Avenue (Calgary)

En août 2017, la Ville de Calgary a achevé la construction d'un échangeur avec sens de circulation inversés à l'extrémité sud de son territoire. Le secteur avait besoin d'un aménagement qui donnerait un accès rapide à l'autoroute sans dépasser les limites spatiales restreintes. L'échangeur canalise la circulation provenant de plusieurs collectivités et zones commerciales; il est donc primordial que celle-ci soit fluide sur ce passage pour éviter les bouchons aux intersections environnantes. L'échangeur étant près du tronçon sud-ouest du périphérique actuellement en travaux à Calgary, on peut s'attendre à une augmentation de la circulation dans le secteur⁹. Un recensement de la circulation aura ensuite lieu au printemps 2018 pour mesurer la fluidité du trafic sur l'échangeur.

Échangeur de Pilot Butte (Saskatchewan)

Actuellement à l'étape de la planification, ce projet de construction d'un échangeur avec sens de circulation inversés à l'est de Regina est le deuxième du genre au Canada¹⁰.

L'ÉLIMINATION DE GOULOTS D'ÉTRANGLEMENT CIBLÉS

Les embouteillages se produisent quand la capacité routière est saturée, et bien qu'ils puissent être attribuables à un manque de surface de roulement, d'autres facteurs aggravants, comme la longueur insuffisante des voies d'accélération, la disparition de voies de circulation et une conception inefficace des intersections, peuvent être en jeu. Dans les pires cas, des pointes de congestion de quelques minutes à peine engendrent vraiment des pertes de temps disproportionnées. Or, il est souvent possible d'éliminer des goulots d'étranglement localisés par des solutions simples et peu coûteuses, comme en améliorant les aménagements. Cette approche serait encore plus efficace une fois systématisée, comme l'ont fait certaines administrations. Soulignons que l'élimination des goulots d'étranglement s'attaque à la capacité routière, et non à la quantité de véhicules qui y circulent; si cette dernière venait à augmenter (en cas de croissance démographique par exemple), la diminution de la congestion pourrait bien n'être que temporaire.

EXEMPLES

Réduction des embouteillages par le département des Transports de l'État du Minnesota

Le département des Transports de l'État du Minnesota a entrepris de cibler et d'améliorer les tronçons routiers entravés par des épisodes de congestion, des embouteillages sur les bretelles ou échangeurs, et une réduction du nombre de voies. Au total, 184 goulots d'étranglement ont été relevés, chacun causant au moins 25 000 heures cumulatives perdues par année, soit une attente induite de 2 heures par jour sur la route. Après avoir testé 19 projets pour régler le problème de ces tronçons, le département des Transports a publié les résultats des trois plus concluants¹¹:

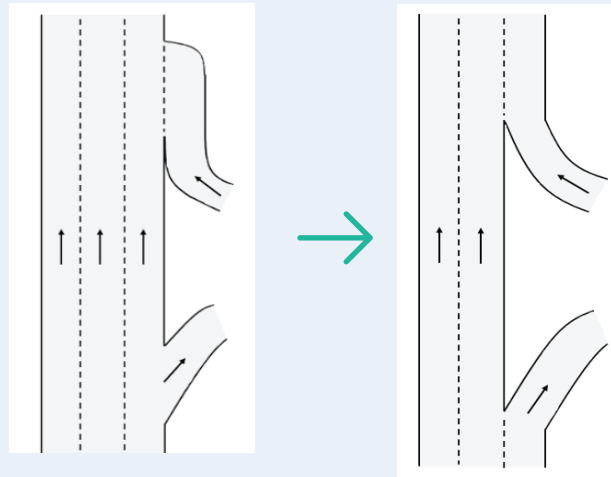
- Ajout d'une voie auxiliaire de 1,6 km¹², qui a éliminé la formation quotidienne d'engorgements de 9,6 km de long.
- Échangeurs en trèfle transformés en échangeurs en losange, avec utilisation de tronçons de l'accotement, ce qui a réduit la longueur des engorgements de 8,4 à 0,4 km.
- Élargissement d'un tronçon autoroutier de 4 voies à 6 voies pour mieux intégrer la circulation de deux routes de 6 voies qui s'y joignaient, ce qui a diminué la congestion sur 3,2 km dans chaque direction.

Ensemble, ces trois projets ont permis aux automobilistes de gagner environ 1,3 million d'heures par année grâce à l'amélioration du débit de la circulation. À titre comparatif, le pire goulot autoroutier au Canada, soit le tronçon de l'autoroute 401 situé dans le nord de Toronto, prive les automobilistes de plus de 3 millions d'heures par année. Selon l'étude *Quand tout s'arrête* publiée en 2017 par la CAA, une réduction d'un nombre équivalent d'heures de congestion à Montréal, par exemple, ferait économiser aux automobilistes environ 30 millions de dollars en temps¹³.

Voie disparaissant dans une bretelle de sortie (État de Washington)

L'autoroute 167, dans l'État de Washington, connaît quotidiennement des épisodes de congestion à cause de la disparition d'une voie entre une sortie et une bretelle d'accès en aval (la voie de droite se transforme en sortie, et plusieurs centaines de mètres plus loin, une voie réapparaît et rejoint l'autoroute – figure 4, à gauche). Cette disparition temporaire de voie causait un ralentissement en amont de la sortie, ralentissement qui empirait grandement en début d'après-midi, quand une usine à proximité connaissait un changement de quart de travail. Ici, l'élargissement

Figure 4 : Conversion de l'accotement en voie de circulation à part entière



Source : CPCS

de l'autoroute aurait été abusif puisqu'il suffisait pour augmenter la capacité routière sur ce tronçon de convertir l'accotement entre la voie de sortie et la bretelle d'accès en une voie de circulation à part entière, la sortie obligatoire devenant ainsi facultative (figure 4, à droite)¹⁴. Cette solution peu coûteuse a permis d'augmenter le débit de la circulation de 10 % pendant les heures de pointe et a considérablement réduit la congestion en amont¹⁵.

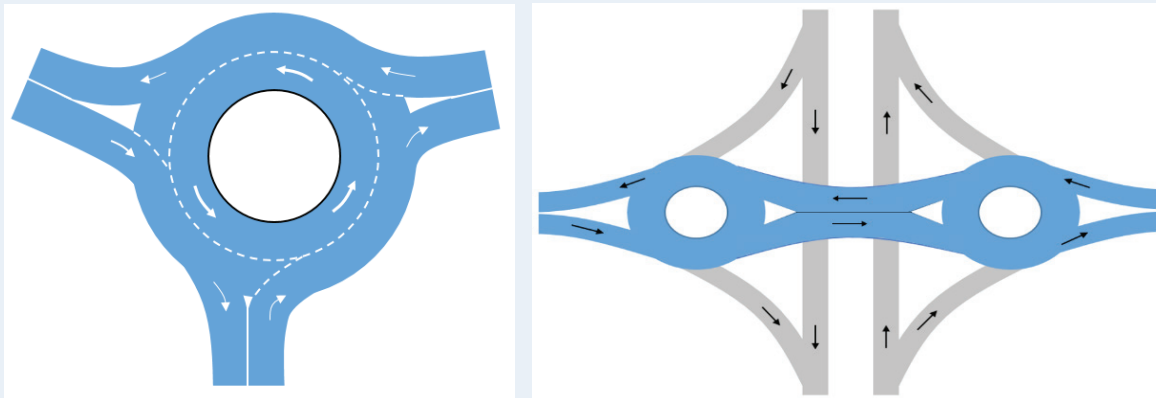
Projets d'élimination des goulots d'étranglement du département des Transports de l'État du Texas

Le département des Transports de l'État du Texas a lancé 17 mini-projets à faible coût afin de décongestionner des zones urbaines où « aucune amélioration notable n'était prévue à long terme »¹⁶. Diverses solutions ont été mises à l'essai pour éliminer les goulots d'étranglement : ajout de voies auxiliaires, prolongement de voies entre un accès à l'autoroute et la sortie suivante, récupération et aménagement de l'accotement pour éviter la disparition d'une voie, et rétrécissement des voies afin d'en créer une nouvelle. Dans un de ces projets, le prolongement d'une voie auxiliaire a permis d'augmenter le débit de la circulation de plus de 350 véhicules sur le tronçon à l'heure de pointe matinale (une hausse de 4,4 %). De plus, on a constaté une réduction de 76 % des collisions pendant les deux années qui ont suivi, réduction qui a, à son tour, fait diminuer le nombre d'heures perdues sur la route en raison de ces causes particulières. Le département des Transports a effectué une analyse coûts-avantages des projets en examinant la valeur du temps gagné et les coûts de construction. Sur 10 ans, les avantages étaient au moins trois fois plus importants que les coûts¹⁷.

LES CARREFOURS GIRATOIRES

Comparativement aux intersections classiques, les carrefours giratoires (ou ronds-points) peuvent réduire considérablement les collisions et le temps perdu et diminuer la durée des déplacements pour les véhicules effectuant un virage à gauche, en plus de coûter moins cher en entretien et de faire économiser du carburant¹⁸. Malgré tous ces avantages, ils ne conviennent pas à toutes les intersections. Leurs qualités ressortent surtout aux intersections où le nombre de collisions dépasse la moyenne, qui sont sujettes à la congestion, et où les véhicules légers prédominent¹⁹.

Figure 5 : Échangeur avec ronds-points (à gauche) et carrefour giratoire à 2 voies (à droite)



Source : CPCS

Améliorations au débit de la circulation

En 2004, trois collectivités des États du New Hampshire, de New York et de Washington ont remplacé des intersections classiques avec panneaux d'arrêt ou feux de circulation par des carrefours giratoires. Bien que l'opinion publique ait d'abord penché vers le statu quo (36 % seulement étaient favorables), les résultats sont aujourd'hui positifs²⁰ :

- Appui de la population grimpé à 50 % peu après la construction.
- Diminution du temps perdu de 83 à 93 % aux heures de pointe pour les trois carrefours.
- Baisse de 58 à 84 % du ratio véhicules/capacité routière (mesure de congestion).

Performance opérationnelle des carrefours giratoires (État du Kansas)

Onze carrefours giratoires à une ou deux voies ont été étudiés dans l'État du Kansas. Le but était de comparer la performance opérationnelle avec celle des voies à deux ou quatre panneaux d'arrêt qui les avaient précédés. Voici les résultats²¹ :

- Réduction de 12,2 secondes en moyenne de l'attente à l'intersection (passant de 20,2 à 8,0 secondes par véhicule).
- Baisse de 52 % du nombre de véhicules devant s'immobiliser avant de s'engager dans l'intersection.
- Diminution de l'attente à l'approche de l'intersection à un maximum de 10,4 secondes (34,3 secondes antérieurement).

RÉFLEXIONS LIÉES À LA MISE EN ŒUVRE

Comme nous l'avons mentionné, les projets de construction routière de petite envergure, qui ciblent des goulots d'étranglement localisés, peuvent réduire considérablement le temps perdu à une fraction du coût d'une nouvelle route, d'un tunnel ou de l'élargissement à grande échelle d'une autoroute.

Perception de la population.

Obtenir l'acceptation sociale pour l'aménagement des nouveaux types d'échangeurs, comme l'échangeur avec sens de circulation inversés, et convaincre les automobilistes de leurs avantages n'est pas une bataille gagnée d'avance et nécessite de bonnes campagnes d'information. Par exemple, l'Ohio est le premier État à avoir envisagé ce type d'aménagement, mais a abandonné en cédant aux craintes face à ce « modèle non éprouvé.²²». En revanche, la nouvelle de la construction du premier échangeur avec sens de circulation inversés dans l'État du Missouri a été rapportée dans plusieurs périodiques, et on a pu lire dans le magazine Popular Science que ce modèle était l'une des plus grandes innovations techniques de l'année 2009²³. Les projets qui parviennent à réduire les engorgements peuvent servir d'exemple pour inciter à entreprendre d'autres travaux du genre. Par leur grande visibilité, les travaux routiers ont aussi l'avantage de s'autopromouvoir.

Longs délais de mise en œuvre

La mise en œuvre des solutions de désengorgement en zone urbaine peut sembler longue. Les gouvernements doivent déterminer en quoi consiste un goulot d'étranglement, relever les tronçons problématiques et cibler les projets les plus pertinents tout en respectant les budgets; ce n'est qu'après toutes ces étapes qu'ils pourront commencer à modifier les routes et, enfin, à améliorer la circulation. Ce processus peut sembler long par rapport à l'envergure des projets. L'étape de conception et la campagne d'information qui ont mené à la décision d'aménager un échangeur avec sens de circulation inversés à Calgary se sont étalées sur environ deux ans. Néanmoins, ces délais d'exécution demeurent courts quand on les compare à ceux de méga-projets comme la construction de tunnels et d'autoroutes surélevées.

Concurrence entre divers projets pour des fonds limités

Les budgets restreints obligent les décideurs à choisir parmi les projets. Les projets plus modestes permettent d'apporter des petites améliorations un peu partout dans la ville, à une fraction du prix d'un grand projet. Les infrastructures comme les tunnels et les ponts nécessitent parfois l'imposition de droits de péage, ce qui peut rebuter la population.

TENDANCES INFLUANT SUR LES COÛTS ET LES AVANTAGES

Les projets d'infrastructure routiers suivent les changements technologiques, comme l'illustre le tableau ci dessous.

TENDANCE	DESCRIPTION	INCIDENCES POSSIBLES SUR LES INFRASTRUCTURES
Simulation de	La multiplication des données réelles sur le comportement des automobilistes conjuguée aux logiciels de plus en plus perfectionnés permet de modéliser les effets de nouveaux aménagements pour les routes et intersections de manière précise et fiable.	La possibilité de simuler la circulation automobile peut aider à prouver qu'un nouvel aménagement profitera au réseau routier, et contribuer à convaincre la population, parfois réfractaire aux nouveaux aménagements.

CONCLUSION

La construction en zone urbaine de nouvelles routes et autoroutes imposantes, souvent surélevées, s'est heurtée à une vive résistance, ce qui a poussé certaines administrations municipales à se tourner plutôt vers la construction de tunnels autoroutiers. C'est la voie qu'ont empruntée Seattle et Boston pour augmenter leur capacité routière. Mais il existe parfois des solutions plus simples, moins coûteuses, et relativement plus rapides à mettre en œuvre. L'échangeur avec sens de circulation inversés en est une. Il a modernisé les accès autoroutiers en remplaçant les voies de virage à gauche par des voies qui se croisent en alternance pour permettre aux véhicules de circuler sans entraves sur l'autoroute. Cet aménagement prévient non seulement les engorgements sur les voies d'accès, mais il diminue aussi l'empreinte au sol de l'échangeur. Le programme de réduction systématique des embouteillages, qui cible les goulots relativement faciles à éliminer dans les réseaux routiers, en est un autre. Ce modèle applique des solutions simples et peu coûteuses, comme l'ajout de voies auxiliaires, l'élargissement de bretelles et le rétrécissement des voies en vue d'en ajouter une. Enfin, le carrefour giratoire constitue une troisième possibilité. Ce modèle d'intersection qui s'est largement répandu améliore la sécurité et le débit de la circulation, mais n'est pas vraiment courant encore au Canada.

SOURCES

407 ETR (2018, 01-23), Background Information. Récupéré sur 407 ETR : <https://www.407etr.com/en/highway/corporate/background-information.html>

Association canadienne des automobilistes (2017, 01), Quand tout s'arrête : Évaluation des pires ponts d'engorgement au Canada. Récupéré sur CAA – Infrastructures intelligentes : http://www.caa.ca/wp-content/uploads/pdfs/fr/16170_Canadian_National_Bottlenecks_Study_FR_1_4_17.pdf

Calgary Parking Authority (2018, 01-23), Carpool/Carshare. Récupéré sur Calgary Parking Authority : <https://www.calgaryparking.com/findparking/carpool>

Calgary Transportation Department (2017), Macleod Trail / 162 Avenue S Interchange. Récupéré sur The City of Calgary : <http://www.calgary.ca/Transportation/TI/Pages/Road-projects/Macleod-Trail-162-Avenue-S-Interchange.aspx#>

Chlewicki, G. (2017), History. Récupéré sur Diverging Diamond Interchange : <https://divergingdiamond.com/history/>

Cooner, S.A., Walters, C.H., Wiles, P.B. et Rathod, Y.K. (2009), Freeway Bottleneck Removals: Workshop Enhancement and Technology Transfer. College Station : University Transportation Center for Mobility.

Curry, B. (2017, 04-14), Big Canadian cities see faster suburban growth despite bid to boost density. The Globe and Mail.

Federal Highway Administration (2017, 02-01), An Agency Guide on Overcoming Unique Challenges to Localized Congestion Reduction Projects. Récupéré sur U.S. Department of Transportation : https://ops.fhwa.dot.gov/publications/fhwahop11034/appx_a.htm

Gelinas, N. (2017, 09), Lessons of Boston's Big Dig. City Journal.

Gouvernement de l'Alberta (2018, 01-23), Calgary Ring Road Update. Récupéré sur Alberta Transportation : <https://www.transportation.alberta.ca/5689.htm>

Gouvernement du Canada (2018, 01-23), Canada Infrastructure Bank. Récupéré sur Gouvernement du Canada : <http://www.infrastructure.gc.ca/CIB-BIC/index-fra.html>

HDR Engineering (2011), Diverging Diamond Interchange Performance Evaluation. Jefferson City : Missouri Department of Transportation. Récupéré sur <https://library.modot.mo.gov/RDT/reports/TRyy1013/or11012.pdf>

Hughes, W., Jagannathan, R., Sengupta, D. et Hummer, J. (2010), Alternative Intersections/Interchanges: Informational Report (AIR). Washington, DC : Federal Highway Administration Office of Safety.

Metrolinx (2015), Tier 2 Business Case Development Handbook. Toronto : Metrolinx.

Minnesota Department of Transportation (2007), 2007 Bottleneck Reduction Process. Récupéré sur Federal Highway Administration: Office of Operations : <https://ops.fhwa.dot.gov/bn/resources/mndotprocess.pdf>

Missouri Department of Transportation (2010), Missouri's Experience with a Diverging Diamond Interchange—Lessons Learned. Jefferson City : Missouri Department of Transportation.

Rys, M.J., Russell, E.R. et Mandavilli, S. (2004). Operational Performance of Kansas Roundabouts: Phase II. Kansas Department of Transportation.

Spiller, N. (2017, 02 01). FHWA Localized Bottleneck Reduction Program. Récupéré sur U.S. Department of Transportation : https://ops.fhwa.dot.gov/bn/resources/case_studies/renton_wa.htm

The Massachusetts Department of Transportation—Highway Division (2018, 01-23), The Big Dig. Récupéré sur The Massachusetts Department of Transportation : <http://www.massdot.state.ma.us/highway/TheBigDig/ProjectBackground.aspx>

Transportation Research Board (2006), Traffic Flow and Public Opinion: Newly Installed Roundabouts in New Hampshire, New York, and Washington. Transportation Research Board 85th Annual Meeting. Washington DC.

Washington State Department of Transportation (2018, 01-23), Program Budget. Récupéré sur Washington State Department of Transportation : <http://www.wsdot.wa.gov/Projects/VIaduct/Budget>

Washington State Department of Transportation (2018), WSDOT. Récupéré sur Roundabout benefits : <https://www.wsdot.wa.gov/Safety/roundabouts/benefits.htm>

Wootton, P. (2009, 12-23). Looking Back at the 100 Best Innovations of 2009. Récupéré sur Popular Science : <https://www.popsci.com/technology/article/2009-12/looking-back-100-best-innovations-2009#page-36>