

# Dernières avancées sur les carrefours giratoires

Luc Pellecuer et Michèle St-Jacques

**Résumé :** Le carrefour giratoire est un aménagement routier qui a connu un fort succès au cours des années 1970 et est désormais pratique courante en Europe grâce à ses performances en termes de capacité et de sécurité. Néanmoins, ce concept d'ingénierie est d'usage beaucoup moins répandu dans le reste du monde et, notamment, en Amérique du Nord où la population reste circonspecte à son propos. Pourtant, lors de mises en application, les préjugés négatifs se transforment rapidement en opinion favorable. De plus, lorsque l'implantation est précédée d'une planification et d'une conception minutieuses, accompagnée d'une campagne de communication efficace, le carrefour giratoire peut être adapté à l'environnement et aux conducteurs nord-américains. De nombreux guides proposent un cadre pour la conception des carrefours giratoires, mais il n'existe pas encore de normes établies. Les efforts de recherche actuels visent à mieux comprendre le fonctionnement de ces aménagements routiers afin de pouvoir tirer des règles de conception plus efficaces et pertinentes.

**Mots-clés :** carrefour giratoire, intersection, sécurité, capacité, modélisation.

**Abstract:** A roundabout is a street design that experienced great success in the 1970s and is now common practice in Europe because of its performance in terms of capacity and safety. Nevertheless, this engineering design is much less used in the rest of the world, especially in North America, where the population is still reluctant to adopt it. However, when it is implemented, negative preconceptions are rapidly transformed to favourable opinions. Moreover, with careful planning and design, coupled with an efficient communication campaign, the roundabout can be adapted to the North American environment and drivers. Several guides propose a design framework for roundabouts, but there are no set standards. Current research efforts in understanding the operation of these street designs are aimed at establishing more relevant and effective design rules.

**Key words:** roundabout, intersection, safety, capacity, modelling.

[Journal Translation]

## Introduction

Le carrefour giratoire (aussi communément appelé giratoire) est un aménagement routier de plus en plus employé à travers le monde et qu'on retrouve aujourd'hui sur tous les continents. L'utilisation de ce concept d'ingénierie est pratique courante en Europe, mais elle est beaucoup moins répandue en Amérique du Nord. Pourtant, la multiplication du nombre de conférences, d'ateliers (Center for Transportation Studies 2006; Transportation Research Board of the National Academies 2005; Association des Transports du Canada 2005; Association québécoise du transport et des routes 2002) et de guides (Florida Department of Transportation 1996; Taekratok 1998; Robinson et al. 2000; ministère des Transports du Québec 2002; Kansas Department of Transportation 2003) qui accompagne l'arrivée du carrefour giratoire sur le continent nord-américain témoigne du vif intérêt qu'il suscite.

Le succès que connaît le carrefour giratoire en Europe est dû à deux atouts majeurs : capacité et sécurité. Quoique, historiquement, la mutation du rond-point en carrefour giratoire

(caractérisée par l'avènement de la priorité à l'anneau) se soit d'abord effectuée pour des raisons de capacité, le carrefour giratoire est désormais également reconnu pour ses bénéfices en terme de sécurité (Jacquemart 1998; Taekratok 1998; Russell et al. 2002).

En Amérique du Nord, l'accueil réservé au carrefour giratoire a été plus circonspect. Et les concepteurs, les entrepreneurs ainsi que les usagers sont encore parfois méfiants à l'égard de ce nouveau type d'aménagement qu'ils trouvent peu sécuritaire (Jacquemart 1998). Cette méfiance est souvent due à la superposition de deux phénomènes : l'amalgame entre les ronds-points peu performants et les carrefours giratoires, d'une part, et la disparité des conceptions parfois peu orthodoxes de certains giratoires, d'autre part.

L'objectif du présent article est de dresser un état des connaissances sur les giratoires et des avenues de recherche en cours, essentiellement en ce qui concerne la modélisation des phénomènes observés aux carrefours giratoires. À cette fin, un rappel de ce qu'est un carrefour giratoire moderne est nécessaire avant de décrire ses nombreuses caractéristiques (conditions d'implantation, éléments sensibles de la

Reçu le 30 octobre 2006. Révision acceptée le 4 octobre 2008. Publié sur le site Web des Presses scientifiques du CNRC, au [rccg.cnr.ca](http://rccg.cnr.ca), le 20 mai 2008.

**L. Pellecuer<sup>1</sup> et M. St-Jacques.** Département du génie de la construction, École de technologie supérieure, 1100, rue Notre-Dame Ouest, Montréal, QC H3C 1K3, Canada.

Les commentaires sur le contenu de cet article doivent être envoyés au rédacteur en chef avant le 30 septembre 2008.

1. Auteur correspondant (courriel : [luc.pellecuer@laposte.net](mailto:luc.pellecuer@laposte.net)).

géométrie, capacité, sécurité, société) puis de présenter les derniers éléments abordés par la recherche actuelle.

## Historique et définition du carrefour giratoire

Le rond-point du début du XIX<sup>e</sup> siècle a été créé par Eugène Hénard afin de répondre à un besoin de gérer l'abondante circulation routière parisienne. En effet, sa forme circulaire diminuait alors le nombre des points de conflits potentiels entre les différents courants de véhicules entrant dans l'intersection, ce qui permettait de fluidifier la circulation. Ces types d'aménagements circulaires se sont répandus pendant plusieurs décennies à travers le monde, jusque dans les années 1950 où la popularisation de l'automobile en rendit parfois impraticable la traversée : la règle de priorité aux véhicules entrant sur le rond-point provoquait alors, sous circulation intense, la congestion de l'intersection. C'est en 1966 que la règle de priorité aux véhicules circulant sur l'anneau a officiellement été instituée en Angleterre, provoquant ainsi la naissance d'un nouveau type d'intersection : le carrefour giratoire (Jacquemart 1998; Russell et al. 2002).

À la suite de sa création en Angleterre, dans les années 1970 et 1980, le carrefour giratoire a gagné l'Europe continentale et l'Océanie. Toutefois, il a fallu attendre les années 1990 pour observer un intérêt pour cet aménagement en Amérique du Nord (Jacquemart 1998). Myers (1994) définissait alors le giratoire comme un aménagement circulaire ayant les caractéristiques suivantes :

- un cédez-le-passage pour les véhicules entrant
- une déflexion de la trajectoire des véhicules qui a pour rôle de freiner la circulation dans l'intersection
- un évasement des voies d'entrée qui permet d'accroître la capacité du carrefour giratoire en augmentant le nombre de véhicules d'une même voie d'entrée pouvant pénétrer sur l'anneau simultanément.

La déflexion et l'évasement sont deux caractéristiques qui permettent d'assurer les fonctions qu'on attend d'un carrefour giratoire (c'est-à-dire, principalement, de sécuriser une intersection et d'augmenter sa capacité) et qui ont contribué à son succès. Depuis sa création, cependant, le concept du carrefour giratoire a évolué au point où l'American Association of State Highway and Transportation Officials (2004) ne retient désormais que le cédez-le-passage et la déflexion comme principales caractéristiques.

Au Québec, le giratoire se définit comme suit (ministère des Transports du Québec 2002) :

« ... carrefour comportant trois branches ou plus, dans lequel les courants convergent puis divergent sur une chaussée à sens unique entourant l'îlot central. La circulation sur cette chaussée se fait dans le sens inverse des aiguilles d'une montre et a priorité sur la circulation entrant dans l'anneau. »

Cette définition reste large et la conception passe par le dimensionnement de nombreux éléments afin de rendre le carrefour giratoire performant en termes de sécurité et de capacité. Ainsi, tous les éléments de conception et toutes les dimensions du giratoire, tel la largeur des approches, l'élévation de l'îlot central et les caractéristiques des îlots séparateurs sur les approches, sont établis pour atteindre ce

but (Ourston et Bared 1995). Les principaux éléments sont présentés à la figure 1.

## Implantation du carrefour giratoire

Le carrefour giratoire fut longtemps présenté par certains comme un remède miracle aux problèmes de fluidité de la circulation routière et de sécurité aux intersections. Mais l'expérience accumulée depuis quelques décennies montre que, même s'il représente un aménagement intéressant dans plusieurs situations, il possède lui aussi ses limites.

Dans le cadre d'une réflexion sur l'implantation d'un giratoire, avant même de penser à sa conception, il apparaît donc important de prendre en considération plusieurs points :

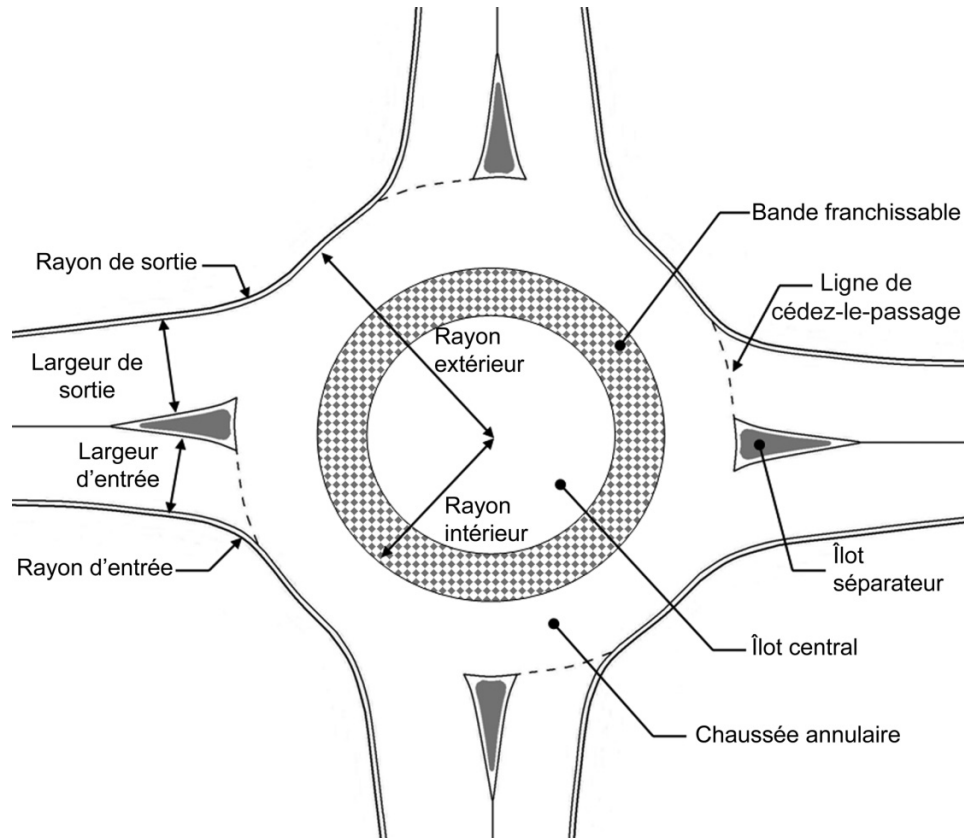
- les caractéristiques physiques du lieu d'implantation (espace disponible, alignements horizontal et vertical de l'intersection, etc.)
- les caractéristiques du trafic traversant l'intersection, par exemple, les débits, les vitesses, la présence de véhicules hors gabarits (aux dimensions hors norme), etc.
- les différents types d'utilisateurs susceptibles de traverser l'intersection (automobilistes, cyclistes, piétons, personnes âgées, etc.)
- l'environnement local (milieu urbain, industriel ou rural, etc.)
- les spécificités ponctuelles (proximité d'une école, d'un feu de circulation, etc.).

Les caractéristiques du lieu d'implantation d'un carrefour giratoire doivent être telles qu'elles permettent un aménagement sécuritaire et performant. La place prise par le giratoire au droit de l'intersection, généralement plus grande que celle d'une intersection traditionnelle (Jacquemart 1998), peut parfois empêcher l'aménagement d'un carrefour giratoire aux dimensions suffisantes pour accueillir les différents types d'utilisateurs. En outre, il est conseillé de ne pas installer de giratoire sur un terrain ayant une trop grande déclivité (Robinson et al. 2000; Chapman et Benekohal 2002), et les approches peuvent devoir être réalignées par rapport à l'îlot central afin d'obtenir une déflexion suffisante et un rayon d'entrée correct (Robinson et al. 2000).

Les débits de véhicules et leur distribution sur les approches peuvent limiter l'efficacité de l'aménagement d'un carrefour giratoire. Une distribution des débits déséquilibrée peut engendrer des retards sur les approches les moins achalandées (Robinson et al. 2000; Flannery 2001).

Bien entendu, la circulation automobile est la principale préoccupation lors de l'implantation d'un carrefour giratoire. Cependant le trafic routier n'est pas homogène. Il faut donc tenir compte également, le cas échéant, des poids lourds (Wallwork 1997), des transports en commun (Lagemann 2002), des deux roues (Brilon et Vandehey 1998; Jacquemart 1998), des véhicules hors gabarits, etc. Ainsi, à l'intersection d'une zone industrielle, il est nécessaire de prévoir un aménagement qui puisse être traversé par des véhicules longs (Taekratok 1998). Il faut aussi tenir compte de tout autre usager aux caractéristiques particulières.

Dans la plupart des cas, les piétons doivent être également pris en compte. Le traitement des piétons est un sujet délicat, amplement traité dans la littérature. Ainsi, l'aménagement doit tout faire pour amener le piéton à traverser aux emplacements prévus (Taekratok 1998; Bared et Kaisar

**Fig. 1.** Principales dimensions et principaux éléments de conception des carrefours giratoires.

2002; Wallwork et Newberry 2002; Guth et al. 2006). Des aménagements complémentaires destinés à sécuriser les traversées piétonnières doivent être prévus. On peut ainsi envisager des passages pour piétons en retrait par rapport à la ligne de cédez-le-passage, surélevés, zébrés, marqués par l'utilisation d'enrobés bitumineux colorés ou, encore, ayant un éclairage spécifique (Brilon et Vandehey 1998; Taekratok 1998; Wallwork et Newberry 2002; Lutkevich et Hasson 2005). De plus, suite aux recommandations faites par le United States Access Board (Guth et al. 2006), un débat fait rage concernant les méthodes employées pour la mesure de l'accessibilité des carrefours giratoires aux personnes malvoyantes et aveugles (Ashmead et al. 2005; Baranowski 2005; Guth et al. 2005; Roupail et al. 2005). Certains préconisent, entre autres, l'emploi de revêtement texturé pour fournir des indications sonores aux piétons (Baranowski 2005; Inman et al. 2005), ou bien l'emploi de feux commandés par les piétons (Baranowski 2005; Guth et al. 2006).

La conception d'un carrefour giratoire doit par ailleurs être adaptée à son milieu d'implantation. Ainsi, en milieux ruraux et péri-urbains, où la vitesse maximale permise est souvent plus élevée que dans les milieux urbains, la géométrie du giratoire peut être conçue (rayon d'entrée, de sortie ou extérieur plus grand) pour permettre une fluidité accrue afin de faciliter la circulation à vitesse élevée. En ville, au contraire, le giratoire a souvent un rôle de régulateur de vitesse et doit, par conséquent, conserver des dimensions suffisamment petites pour contraindre les véhicules à ralentir (Novellas 2002; Guth et al. 2006).

D'autres spécificités, encore plus locales, peuvent limiter

fortement les efficacités capacitaire et sécuritaire de l'aménagement d'un carrefour giratoire (Robinson et al. 2000; ministère des Transports du Québec 2002), entre autres :

- la proximité de générateurs de trafics particuliers, tels qu'une mine ou une industrie lourde. Les éventuels véhicules de type hors gabarits pourraient éprouver de la difficulté à traverser le carrefour giratoire.
- la proximité de voies de chemin de fer ou d'un pont mobile. Ceux-ci pourraient créer une file d'attente susceptible de refouler dans le carrefour giratoire.
- la proximité d'une intersection traditionnelle contrôlée par des feux déjà saturée. L'éventuelle file d'attente pourrait également refouler dans le carrefour giratoire.
- la présence d'une bande verte (feux synchronisés). Le carrefour giratoire générerait la synchronisation de la progression des véhicules avec les feux.

Ces facteurs limitants peuvent justifier la réjection d'un projet d'implantation de carrefour giratoire (Brilon et Vandehey 1998).

## Éléments de conception

### Dimensions et géométrie

Tel que mentionné précédemment, l'implantation d'un carrefour giratoire doit s'adapter aux différentes contraintes auxquelles elle est soumise. Ainsi, le calcul des dimensions et des différents éléments géométriques doit prendre en compte les points précédemment cités. Cependant, les carrefours giratoires sont souvent classés dans les guides en fonction de leurs dimensions et de leur milieu d'implantation

**Tableau 1.** Les différents types de carrefours giratoires.

Type de giratoire	Rayon extérieur (m)	Remarque
Mini	6–12	En milieu urbain seulement
Petit (compact)	12–15	En milieu urbain, pour un giratoire de dimensions réduites
Moyen	15–25	Requiert une géométrie permettant une fluidité de la circulation
Grand	25–30	Sécurité moindre pour les piétons et les cyclistes

**Nota :** Tableau adapté d'après le ministère des Transports du Québec (2002).

(Robinson et al. 2000; ministère des Transports du Québec 2002; Kansas Department of Transportation 2003). Le tableau 1 reprend un tel classement.

Le choix des dimensions d'un giratoire (notamment celle du rayon extérieur) lors de la conception a pour but d'établir une géométrie sécuritaire et performante. À cette fin, le concepteur peut également inclure dans son projet certains aménagements complémentaires.

Spacek (2004) a analysé les éléments de la géométrie susceptibles d'avoir une influence sur la sécurité et la capacité d'un giratoire. Il trouve que la déflexion de la trajectoire des véhicules entrant dans le carrefour giratoire et l'obstruction de la visibilité à travers l'îlot central sont les deux facteurs primordiaux. La déflexion est déjà reconnue par tous comme un élément clé de la conception du carrefour giratoire (Taekratok 1998; Robinson et al. 2000; ministère des Transports du Québec 2002; Kansas Department of Transportation 2003). L'obstruction de la visibilité est pour sa part moins souvent mentionnée dans la littérature. Selon le ministère des Transports du Québec (2002), il semble qu'un angle de visibilité trop important pourrait nuire au fonctionnement sécuritaire d'un carrefour giratoire car il inciterait les automobilistes à circuler à vitesse plus élevée. La réduction du champ de vision, notamment par l'obstruction de la vision à travers l'îlot central, serait donc nécessaire pour forcer les automobilistes entrant dans le carrefour giratoire à adopter un comportement prudent et une vitesse convenable (Spacek 2004).

Afin d'augmenter la capacité d'un giratoire, l'aménagement d'un évasement des voies d'entrée est parfois suggéré (Robinson et al. 2000; Traffic Design Group 2000). Un tel aménagement permet en effet d'augmenter le nombre de véhicules d'une même voie d'entrée qui peuvent s'insérer simultanément (Robinson et al. 2000). Il réduit toutefois la sécurité des piétons et des cyclistes, car les véhicules ont alors tendance à circuler à plus grande vitesse (Novellas 2002). Un compromis proposé par Brûde et Larsson (2000) serait d'effectuer l'évasement sur la gauche de la voie d'entrée. De cette façon, la déflexion restant suffisamment prononcée, les effets néfastes de l'évasement seraient amoindris. Mais, en raison de son impact néfaste sur la sécurité de tous les usagers, ce type d'aménagement est présentement à l'abandon en Europe (Novellas 2002; Kennedy et al. 2005) ou, tout au moins, limité aux intersections où les besoins en terme de capacité l'exigent (Kennedy et al. 2005).

L'utilisation d'une alternance courbe-contre-courbe (une courbe à droite suivie d'une courbe à gauche) à l'approche du giratoire, afin de contraindre les automobilistes à ralentir, est également à l'étude par les spécialistes. Elle n'est aménagée que dans les milieux ruraux et péri-urbains où les vitesses de circulation sont élevées (Robinson et al. 2000). Certains prônent l'abandon de l'alternance courbe-contre-courbe car, d'une part, ses bénéfices sont minimes et, d'autre part, elle semblerait être elle-même une cause d'accidents (Novellas 2002; Kennedy et al. 2005). Cependant, le guide américain incite à utiliser cet aménagement qui, en plus de faire ralentir les automobilistes arrivant au giratoire, leur indique qu'ils arrivent à un aménagement routier particulier qui nécessite toute leur attention (Flannery et Elefteriadou 1999; Robinson et al. 2000; Flannery 2001).

### Marquage et signalisation

Le marquage et la signalisation prennent une grande place dans la construction d'un giratoire car leur rôle y est encore plus important que dans les autres types d'aménagement (Rahman et Hicks 1994; Traffic Design Group 2000). Ceci est d'autant plus vrai que le giratoire est un aménagement encore inconnu des usagers. Un effort important devrait donc être fourni, au niveau de la signalisation, au cours des quelques mois suivant l'implantation nouvelle d'un giratoire, ou le réaménagement d'une intersection, afin de signaler la présence de cette nouvelle configuration et de préciser comment l'utiliser. C'est pourquoi la signalisation avancée est très importante dès les premiers instants d'opération (Novellas 2002).

En France, même si le panneau signalant un giratoire suffit légalement pour avertir les gens du régime de priorité particulier s'appliquant au carrefour, la présence du panneau cédez-le-passage reste fortement recommandée (Novellas 2002). Dans les régions où ce régime de priorité est moins courant et où les automobilistes ne le respectent que très peu (Van Houten et Malenfant 1999; Nee et Hallenbeck 2003), il est donc primordial d'installer de tels panneaux.

Par ailleurs, la question du marquage des voies sur la chaussée annulaire de plus de deux voies est souvent soulevée (Kinzel 2003). En effet, en Nouvelle-Zélande (Traffic Design Group 2000), le marquage au sol des différentes voies sur l'anneau est obligatoire afin d'organiser la circulation pour assurer la sécurité des usagers. Cependant, en France (Novellas 2002), ce type de marquage est retiré des plus petits giratoires (giratoires à deux voies) où sa présence est perçue comme donnant une fausse impression de sécurité. L'absence de marquage rend l'automobiliste plus alerte et plus attentif aux autres véhicules, ce qui augmente le niveau de sécurité du carrefour (au détriment de l'impression de sécurité ressentie par les usagers). Aux États-Unis, Kinzel (2003) revient aux bases de la conception pour proposer plusieurs alternatives de marquage (et également de signalisation) sur la chaussée annulaire pour ces giratoires à plusieurs voies. Kinzel vise ainsi à améliorer la compréhension de l'utilisateur peu familier de ce type d'intersection. Cependant, l'absence de recherche sur ses différentes propositions ne permet pas pour l'instant de déterminer si l'une d'entre elle est mieux adaptée et plus efficace que les autres.

Pour leur part, Lord et al. (2007) ont mené une étude portant principalement sur l'amélioration de plusieurs éléments



de signalisation verticale pour que les personnes âgées se sentent plus à leur aise face au carrefour giratoire et en aient une meilleure compréhension (ajout d'un panneau indiquant le sens de la circulation sur l'anneau et modification des panneaux de présignalisation, d'affectation des voies, d'identification des sorties et des cédez-le-passage). De façon générale, cette étude propose une signalisation plus détaillée que celle prévue par la Federal Highway Administration (US Department of Transportation) et celle-ci est bien accueillie par le groupe témoin. De même, Van Schalkwyk et al. (2007) ont mené le même type d'étude en prenant en considération des éléments complémentaires ne faisant pas partie de la signalisation verticale (élévation des îlots séparateurs et marquage au sol de la ligne de cédez-le-passage). Des résultats semblables à ceux de la première étude ont été obtenus. Il semble donc nécessaire de poursuivre les recherches afin de déterminer la signalisation verticale la plus adaptée aux automobilistes nord-américains.

## Performance

### Capacité

Historiquement, les premiers giratoires ont été implantés afin d'augmenter la capacité des carrefours. Il est désormais établi que la conversion d'une intersection traditionnelle en carrefour giratoire apporte généralement une hausse de la capacité de l'intersection et une diminution des retards subis par les usagers. Retting et al. (2006) soulignent qu'une telle hausse de la capacité est entraînée par la conversion en carrefour giratoire de la plupart des intersections traditionnelles (contrôlées par des feux de circulation, des panneaux arrêt sur deux ou quatre approches ou bien des panneaux cédez-le-passage). Ainsi, des diminutions significatives des retards moyens pour l'heure de pointe ont été observées sur le terrain lors de plusieurs études (Jacquemart 1998; Retting et al. 2002, 2005, 2006; Wallwork et Newberry 2002; Siegman 1999). Les meilleurs exemples montrent des réductions des retards moyens par véhicule de l'ordre de 76 à 93 % (Jacquemart 1998; Retting et al. 2005).

En terme de débit, selon Boender (1999), un giratoire d'une seule voie sur l'anneau possède une capacité de 20 000 à 25 000 véhicules par jour, alors qu'un giratoire à deux voies sur l'anneau avec des voies d'approches doubles permet d'atteindre une capacité de 35 000 à 40 000 véhicules par jour. En fait, toutes les caractéristiques géométriques du carrefour giratoire ont une influence sur sa capacité. En modifiant la fluidité de la géométrie (rayons extérieur, de sortie et d'entrée), on modifie la vitesse de circulation des véhicules dans le giratoire, ce qui modifie également le nombre de véhicules pouvant traverser le giratoire par unité de temps (Al-Masaeid 1999).

Hormis les caractéristiques géométriques, d'autres paramètres déterminent la capacité du giratoire. Comme il a été mentionné précédemment, la distribution des flux entrant dans l'intersection (Chapman et Benekohal 2002) et le comportement des usagers (Chodur 2005) du carrefour giratoire ainsi que le type d'usager traversant l'intersection peuvent également affecter son fonctionnement. Les piétons traversant les approches possèdent un effet limitatif non négligeable sur la capacité du giratoire. Plus le nombre de

piétons traversant les approches augmente, moins les véhicules circulant sur l'anneau parviennent aisément à entrer ou à sortir du giratoire (Brilon et Vandehey 1998; Boender 1999). De la même façon, les véhicules exceptionnellement longs et les cyclistes, lorsqu'ils sont en nombre important, limitent la capacité du giratoire à cause de leur lenteur relative (de Leeuw et al. 1999). Les guides présentent, à ce propos, des abaques afin de quantifier l'influence de ces usagers sur la capacité de l'intersection (Robinson et al. 2000).

### Sécurité

De façon générale, la littérature s'accorde sur les bonnes performances en terme de sécurité des carrefours giratoires. L'expérience montre que la conversion d'une intersection traditionnelle en carrefour giratoire permet d'améliorer significativement la sécurité en ce qui concerne les piétons, les cyclistes et les automobilistes, autant pour le nombre que pour la gravité des accidents enregistrés (Jacquemart 1998; Robinson et al. 2000; Flannery 2001; Persaud et al. 2001; Elvik 2003; De Brabander et al. 2005; De Brabander et Vereeck 2007). On attribue cette amélioration principalement à la diminution des points de conflits potentiels entre usagers (Flannery 2001; Mauro et Cattani 2004), mais également à la réduction des vitesses des véhicules dans l'intersection (Persaud et al. 2001; Mauro et Cattani 2004). Toutefois, ce gain en sécurité doit être nuancé car il varie fortement selon le type et les dimensions du giratoire implanté.

Ainsi, la taille du giratoire est un paramètre clé pour la sécurité. Plus le rayon extérieur du giratoire est grand, plus les accidents sont nombreux (Jacquemart 1998; Robinson et al. 2000; Elvik 2003). En outre, il apparaît que la conversion d'une intersection traditionnelle en carrefour giratoire est plus profitable lorsque ce dernier possède seulement une voie sur l'anneau plutôt que deux (Robinson et al. 2000; Persaud et al. 2001; Wallwork et Newberry 2002). La diminution du nombre total d'accidents est en effet plus importante dans le premier cas (60 %) que dans le second (15 %) (Wallwork et Newberry 2002); la proportion des accidents impliquant des piétons et des cyclistes étant très faible, ces pourcentages ne concernent pour ainsi dire que les automobiles.

Quoique les statistiques avancées précédemment concernent plus particulièrement les automobiles, on observe également des améliorations pour les piétons. Une étude néerlandaise (Boender 1999) montre ainsi une diminution de 73 % du total des accidents et de 89 % des accidents avec dommages corporels pour les piétons lors de la conversion d'une intersection traditionnelle en carrefour giratoire. L'auteur avance que, d'une part, la distance à traverser plus courte et, d'autre part, la meilleure visibilité des piétons pour les automobilistes en sont responsables. Ces résultats doivent encore une fois être nuancés, car le gain de sécurité pour les piétons se vérifie surtout si le giratoire ne possède qu'une voie sur l'anneau (Brüde et Larsson 2000; Bared et Kaisar 2002).

Le cas des cyclistes demeure généralement plus problématique que celui des piétons (Schoon et van Minnen 1994; Diduer 2005; Daniels et al. 2007). Boender (1999) observe une amélioration de la sécurité pour les cyclistes; cependant, plusieurs autres études sont moins positives (Brüde et

Larsson 2000; Robinson et al. 2000). Il semble en effet, entre autres caractéristiques géométriques, que la taille du giratoire et le nombre de voies sur l'anneau aient une influence relativement importante sur la vitesse de circulation des automobiles et donc sur la sécurité des cyclistes lorsque ceux-ci traversent l'intersection sur la chaussée. Hels et Orozova-Bekkevold (2007) rapportent de plus qu'une forte proportion des accidents impliquant des cyclistes sont dus à des refus de priorité au droit des cyclistes, de fait sans doute causés par leur mauvaise visibilité pour les automobilistes. À l'heure actuelle, cependant, aucune des solutions adoptées ne semble satisfaire les cyclistes à la fois de façons sécuritaire et pratique.

Toutefois, Siegman (1999) indique que lorsque le giratoire est bien conçu, tous les usagers bénéficient du gain en sécurité. En effet, les accidents sont souvent dus à des conditions accidentogènes contrôlables par une conception adéquate du carrefour giratoire. Ainsi, la vitesse trop élevée de circulation des véhicules, la trop grande fluidité des trajectoires possibles dans l'aménagement, la différence de vitesse entre véhicules et la visibilité limitée sont les principales causes d'accident dans les giratoires (Arndt et Troutbeck 1998), en dépit du fait que la réalisation des aménagements devrait contrôler ces éléments en s'appuyant avec rigueur sur des règles de conception établies en fonction de la sécurité et de l'efficacité.

## Société

### Opinion

Avant l'implantation d'un giratoire, la population (usagers comme concepteurs) est souvent très sceptique quant au bon fonctionnement d'un tel aménagement. Parmi les principales raisons invoquées contre l'implantation des carrefours giratoires par les concepteurs canadiens, on retrouve la crainte que les automobilistes ne s'y habituent pas (37,1 %), la peur que le giratoire ne fonctionne pas correctement (34,3 %) et l'incertitude quant à la sécurité de l'aménagement (17,1 %) (Jacquemart 1998). Une étude menée au Kansas (Russell et al. 2002) montre que le préjugé initial défavorable envers les carrefours giratoires vient de la non-connaissance ou de la méconnaissance de cet aménagement par les usagers. En effet, la plupart du temps, ceux-ci le confondent avec un simple rond-point et lui prête une mauvaise performance, aussi bien en terme de sécurité que de capacité (Retting et al. 2002). Toutefois, l'expérience montre que les usagers changent d'avis lorsqu'ils se sont familiarisés avec le giratoire (Jacquemart 1998; Retting et al. 2002, 2005, 2007; Insurance Institute for Highway Safety 2005). Tel que rapporté au tableau 2, Jacquemart (1998) souligne un revirement spectaculaire de l'opinion publique suite à la familiarisation des usagers avec l'aménagement.

Selon Retting et al. (2007), la réaction du public lors de l'implantation d'un carrefour giratoire est susceptible de varier en fonction de plusieurs facteurs, dont la conception du giratoire, la signalisation verticale, le marquage et le type de contrôle de l'intersection présent avant l'implantation. Il est vrai que les giratoires ne répondent pas toujours aux attentes des usagers, ce qui est d'ailleurs souvent dû à une mauvaise conception du carrefour, notamment une déflexion pas suffisamment prononcée, sinon inexistante (Russell et al. 2002).

**Tableau 2.** Changement d'opinion des usagers lors de l'implantation d'un carrefour giratoire dans divers états des États-Unis.

Opinion	Avant construction (%)	Après construction (%)
Très négative	23	0
Négative	45	0
Neutre	18	27
Positive	14	41
Très positive	0	32

**Nota :** Tableau adapté d'après Jacquemart (1998).

Il est donc important de s'assurer que la conception d'un carrefour giratoire est adéquate et adaptée à la situation (Pellecuer 2003; Retting et al. 2006).

### Communication

Étant donné la réticence des usagers à l'égard des carrefours giratoires, il apparaît qu'une campagne de communication est indissociable de l'implantation d'un giratoire afin de dissiper tout malentendu et d'expliquer clairement ce à quoi les usagers peuvent s'attendre (Taekratok 1998). Si la population est déjà familière avec le concept de giratoire, il suffira alors de l'informer de l'implantation d'un giratoire en rappelant brièvement le comportement à adopter (Pellecuer 2003). Si elle ne l'est pas, la campagne de communication devra être d'autant plus appuyée que les usagers ne connaissent pas ce type d'aménagement, car il faudra alors les avertir non seulement de la présence d'un nouvel aménagement (campagne d'information), mais également de la nature du nouveau type d'aménagement (campagne de sensibilisation), et leur enseigner comment se comporter dans ce type d'aménagement (campagne d'éducation).

Parallèlement aux campagnes de sensibilisation au nouveau type d'aménagement qu'est le carrefour giratoire, les campagnes d'éducation doivent être mises en place afin d'enseigner à tous les usagers, y compris les automobilistes, les piétons et les cyclistes, la façon de traverser cet aménagement de façon sécuritaire (Robinson et al. 2000). Cet apprentissage doit se faire aussi bien auprès des jeunes conducteurs que des plus expérimentés. Dans ce cadre, l'utilisation d'un guide ou d'un manuel est recommandée. Toutefois, Sarkar (2003) note que la documentation fournie par les autorités de transport américaines n'est pas adaptée pour enseigner ce qu'est un carrefour giratoire et comment s'y comporter. Certains assimilent d'ailleurs toujours les giratoires à des ronds-points. Un effort de mise à niveau de la documentation est nécessaire.

D'autre part, l'expérience nord-américaine montre que les plaintes enregistrées lors de l'implantation d'un carrefour giratoire sont généralement dues à un non-respect de la priorité à l'anneau (Garder 2002; Russell et al. 2002; Lenters 2005). De plus, les automobilistes cèdent rarement le passage aux piétons, même lorsqu'une signalisation spéciale est implantée (Van Houten et Malenfant 1999; Nee et Hallenbeck 2003). Il paraît donc primordial que les campagnes de sensibilisation et d'éducation explicitent plus particulièrement le régime de priorité appliqué aux carrefours giratoires.

## Modélisation des carrefours giratoires

La modélisation des carrefours giratoires est une méthode sécuritaire, efficace et économique d'observation, d'analyse et de prévision de différents phénomènes au droit des carrefours giratoires existants ou à venir. Ainsi, de nombreuses études récentes font appel à cette méthode pour aborder différentes questions, telles que le rejet de gaz nocifs (Coelho et al. 2006; Mandavilli et al. 2008), les retards subis par les usagers (Al-Omari et al. 2004), la capacité d'une intersection (Mereszczak et al. 2005) ou la sécurité de certains usagers (Rouphail et al. 2005).

### Prévision de la capacité

La prévision de la capacité des carrefours giratoires, abondamment abordée dans la littérature depuis les années 1980, s'appuie sur la modélisation des carrefours giratoires et (ou) du comportement des usagers dans les carrefours giratoires. On distingue, dans les faits, deux grands types de méthodes pour cette modélisation de la capacité (Jacquemart 1998; Akçelik et Besley 2005) : l'une, théorique, développée en Australie et adoptée en Amérique du Nord, repose sur la théorie de l'acceptation des créneaux et l'autre, pratique, développée en Angleterre et largement répandue en Europe, sur des régressions prenant principalement en compte les caractéristiques géométriques du carrefour giratoire.

Quelle que soit la méthode utilisée, il est clair que la capacité des giratoires est toujours déterminée non seulement par les caractéristiques du trafic et la géométrie de l'intersection, mais également par le comportement des usagers, lequel est lui-même fonction des règles de circulation, des traditions et des attitudes culturelles (Al-Omari et al. 2004; Brilon 2005).

Même si la méthode empirique est encore utilisée et est à la base de plusieurs logiciels (ARCADY, RODEL, GIRABASE), la méthode la plus développée est la méthode théorique de l'acceptation des créneaux (aaSIDRA, notamment). Elle suggère que les automobilistes arrivant à l'entrée d'un carrefour décident du moment d'entrée dans le giratoire selon que le créneau disponible entre deux véhicules circulant sur l'anneau est suffisant ou non, c'est-à-dire supérieur ou inférieur à un certain créneau critique. La valeur de ce créneau critique dépend de plusieurs facteurs qui sont la psychologie des automobilistes, les caractéristiques du véhicule et les conditions de circulation à l'intersection (Chodur 2005). Polus et Shmueli (1999) s'appuient sur l'utilisation d'un tel créneau critique pour modéliser la capacité d'un giratoire, mais ils soulignent que celui-ci dépend de plusieurs caractéristiques. Ils présentent, ainsi que Polus et al. (2003), l'influence sur le créneau critique du temps d'attente à l'approche. En effet, il est supposé que l'impatience croissante du conducteur qui attend à l'entrée du carrefour giratoire provoque une diminution du créneau minimum que celui-ci considère comme acceptable pour entrer sur l'anneau. Il est ainsi démontré qu'une augmentation du temps d'attente résulte en une diminution du créneau critique, ce qui résulte à son tour en une augmentation de la capacité du giratoire. De même, Chodur (2005) indique que le flux de véhicules à un giratoire a une influence sur le créneau critique, même si la géométrie du giratoire (nombre et largeur des approches, diamètre extérieur du carrefour giratoire, taille de la ville de

l'implantation) a été prise en compte lors de la conception. Capaldo (2004) démontre, pour sa part, que le créneau critique est fonction de l'accélération du véhicule désirant entrer sur l'anneau, de la vitesse des véhicules circulant sur l'anneau et du créneau temporel de sécurité entre ces véhicules.

Mereszczak et al. (2005) ont testé, dans un modèle théorique, la prise en compte des véhicules sortant du carrefour giratoire lors de l'estimation de la capacité du giratoire. Les résultats sont concluants et donnent une estimation plus juste de la capacité réelle.

Un autre type de modèle, exploré par Rui-Xiong et al. (2006), est l'adaptation du modèle des automates cellulaires pour prévoir le comportement de la circulation (vitesse, densité, etc.) dans les carrefours giratoires de Chine. Ce type de modèle connaît actuellement un fort succès dans le domaine de la physique et peut représenter une nouvelle avenue pour la simulation de la circulation dans les carrefours giratoires. La méthode consiste en la décomposition du giratoire en différents segments représentant les chemins que peuvent emprunter les automobilistes, sans pour autant devoir représenter la configuration réelle de l'intersection. Ce type de modélisation semble un moyen prometteur de reproduire la dynamique de la circulation dans les giratoires : il permet déjà, par exemple, de recréer les conditions de formation de goulots d'étranglement susceptibles de congestionner l'intersection.

### Mesure et prévision de la sécurité

L'utilisation de la modélisation pour des fins d'analyse ou de prévision de sécurité est bien moins explorée que pour les questions de capacité. On peut toutefois noter que le modèle anglais de prédiction des accidents intègre les flux d'entrées et de circulation sur l'anneau et les caractéristiques géométriques du carrefour giratoire. Pour sa part, le modèle australien ne prend pas en compte les caractéristiques géométriques mais la vitesse moyenne dans le giratoire, alors que le modèle suédois intègre le nombre d'approches, le nombre de voies d'entrées ainsi que la vitesse limite (Kennedy et al. 2005).

Mauro et Cattani (2004) ont développé leur propre modèle de carrefour giratoire à des fins d'analyse des taux et types d'accidents. Leur modèle est basé sur le nombre de conflits potentiels liés à trois types d'accidents, soit ceux liés :

- au non-respect du cédez-le-passage ou à la non-perception du giratoire
- à une perte de contrôle du véhicule
- aux collisions arrière-avant localisées dans l'approche.

Ainsi, la méthodologie proposée prend en compte les débits entrant et circulant sur l'anneau, le créneau critique et la probabilité qu'un véhicule doive attendre derrière un autre véhicule avant d'entrer dans le giratoire.

Afin d'analyser les résultats relatifs à la sécurité dans les giratoires des Flandres (Belgique), De Brabander et al. (2005) ont développé un modèle permettant de comparer les statistiques d'accidents avant et après l'implantation d'un carrefour giratoire. Le modèle, relativement simple, s'appuie sur la mesure du nombre d'accidents dans les giratoires, pour une même période de temps suivant leur implantation, et dans un groupe témoin constitué des mêmes emplace-



ments avec intersection traditionnelle avant l'implantation, pour une même durée de temps, puis sur l'établissement de la diminution du taux d'accidents. De leur étude ressort principalement une confirmation du gain de sécurité lié à la transformation d'une intersection traditionnelle en carrefour giratoire. Bien que ce gain ait été observé aussi bien pour les accidents avec blessures légères que pour les accidents mortels, son importance diffère selon les vitesses maximales permises sur les approches. Une autre importante conclusion de cette étude est l'influence de la période d'observation sur les résultats. En effet, le taux d'accidents se stabilise lentement après l'implantation d'un carrefour giratoire en raison de la période d'adaptation des usagers. Ainsi, selon De Brabander et al. (2005), la diminution du taux d'accidents causant blessures après l'implantation est souvent minimisée car les résultats sont généralement compilés sur une courte période, alors qu'une compilation sur une période de 3 ans serait plus représentative de la diminution réelle.

### Le défi de la conception

Tout comme pour les calculs de capacité, la conception d'un carrefour giratoire doit prendre en compte de nombreux facteurs, dont certains varient selon les régions ou selon les habitudes de conduites. Chaque région doit donc adapter le giratoire à ses propres besoins, ses propres caractéristiques. Ainsi, en Suisse, l'établissement de normes pour la construction des carrefours giratoires s'est appuyé sur une analyse des accidents observés au droit des giratoires au pays (Spacek 2004). Cette analyse a en effet pu mettre en lumière les principales caractéristiques du carrefour giratoire qui permettent son fonctionnement performant et sécuritaire dans l'environnement suisse, soit la déflexion, l'obstruction de la visibilité à travers l'îlot central et le rayon d'entrée.

Mehmood et Easa (2006) et Kennedy et al. (2005) proposent, pour leur part, une méthodologie reposant sur une optimisation multicritère du dimensionnement du carrefour giratoire. Plus particulièrement, la conception que Mehmood et Easa (2006) proposent allie à la fois une minimisation du retard et une maximisation de la sécurité, l'importance de chacun des deux critères pouvant être spécifiée via des coefficients à fixer. Cependant, malgré ces propositions, aucune norme de conception n'existe encore en Amérique du Nord. Les concepteurs peuvent s'appuyer sur les différents guides publiés depuis une dizaine d'années (Florida Department of Transportation 1996; Robinson et al. 2000; ministère des Transports du Québec 2002; Kansas Department of Transportation 2003), mais ces guides offrent à la conception des carrefours giratoires un cadre trop souple, tiré de l'expérience internationale. Très peu d'entre eux proposent une vue axée davantage sur les aspects spécifiques à la région d'application.

À l'inverse de la tendance qui veut régionaliser la normalisation de la conception des carrefours giratoires, Weber et Ritchie (2005) militent pour l'utilisation d'une même signalisation internationale pour les giratoires. En effet, s'il est souhaitable, d'une part, que les détails du dimensionnement et de l'implantation des carrefours giratoires soient propres à chaque région, d'autre part, le concept de giratoire devrait être suffisamment uniformisé pour que les usagers puissent reconnaître facilement, même à l'étranger, dans quel type

d'aménagement ils circulent et ainsi choisir adéquatement le comportement à adopter.

### Discussion

Face aux nouveaux défis qu'ils posent, notamment en Amérique du Nord, les carrefours giratoires font l'objet d'études de plus en plus nombreuses. Ainsi, la sécurité des usagers les plus vulnérables, que ce soit les cyclistes ou les piétons aveugles ou présentant des déficiences visuelles, est encore un sujet de préoccupations. De nombreuses études analysent la sécurité des cyclistes en la corrélant avec les caractéristiques de la circulation à l'intersection ou bien avec tel ou tel élément de conception du carrefour giratoire. Cependant, la cause première des accidents, le comportement des usagers, même si parfois mentionnée, est rarement analysée. Hels et Orozova-Bekkevold (2007) indiquent que le refus de priorité des automobilistes entrant sur l'anneau au droit des cyclistes y circulant déjà est sans doute dû en fait au manque de visibilité des cyclistes : ces derniers ne se trouveraient qu'à la périphérie du champ de vision des automobilistes. L'angle d'entrée des véhicules dans le giratoire, ou encore la signalisation, peut sembler ici en cause. Un approfondissement de ces recherches est nécessaire afin de déterminer, notamment, quel type d'aménagement cyclable implanter selon les conditions.

De même, depuis plusieurs années, plus spécifiquement aux États-Unis, la sécurité des personnes aveugles et présentant des déficiences visuelles dans les carrefours giratoires est remise en question. Plusieurs aménagements ont été proposés, dont le principal est l'installation de feux disponibles à la demande des piétons (Baranowski 2005; Guth et al. 2005, 2006; Inman et Davis 2007). Des études ont été menées afin de déterminer quel serait l'impact de tels feux sur le fonctionnement des carrefours giratoires (Rouphail et al. 2005; Akçelik 2006), mais ce type d'aménagement est encore trop rare pour que l'on puisse d'ores et déjà tirer des conclusions. Un effort devrait donc être centré sur l'analyse des solutions proposées dans un éventail suffisamment large de situations (milieu d'implantation, caractéristiques du trafic, caractéristiques de l'intersection, etc.).

Par ailleurs, au-delà des défis directement liés à la sécurité des usagers dans des conditions particulières (présence non négligeable de personnes aveugles ou présentant des déficiences visuelles ou de cyclistes), des questionnements plus généraux attendent concepteurs et chercheurs en vue de l'établissement d'un cadre normatif pour la conception des carrefours giratoires. Les éléments géométriques font naturellement l'objet des attentions et se raffinent peu à peu avec l'expérience acquise; toutefois, le marquage et la signalisation méritent encore les efforts de la recherche. Kinzel (2003) insiste ainsi sur le besoin de prendre en compte l'avis des usagers dans la conception de la signalisation et du marquage afin d'éviter tout problème de confusion et, par conséquent, de sécurité. Van Schalkwyk et al. (2007) se sont prêtés à l'exercice avec un échantillon de personnes âgées, qui représentent le groupe de la population le plus impliqué dans les accidents routiers. Ce type d'expérience semble apporter des résultats intéressants dans la critique des options disponibles pour le marquage et la signalisation. Il mérite donc d'être étendu à tout le public susceptible de



traverser un carrefour giratoire, qu'il soit piéton, automobiliste ou cycliste.

Toutefois, les résultats obtenus par Van Schalkwyk et al. (2007) peuvent souligner, outre l'inadaptation du marquage et de la signalisation à la situation, le manque d'éducation et de communication concernant les carrefours giratoires. C'est d'ailleurs un point que les auteurs soulèvent dans leur conclusion. Plusieurs travaux (Kinzel 2003; Sarkar 2003; Retting et al. 2007) soulignent ainsi l'importance de l'information et de l'éducation dans le processus d'acceptation et de bon comportement des usagers. À cette fin, tel que le suggèrent Retting et al. (2007), il est primordial de connaître quels sont les groupes de personnes les moins à l'aise dans les giratoires et de comprendre pourquoi. Il semble ainsi important de déterminer, selon le public, quels sont les éléments les plus efficaces pour fin de communication.

De façon plus générale, il est clairement avéré que les carrefours giratoires les plus compacts sont ceux qui posent le moins de problèmes (surtout en ce qui a trait à la sécurité). Ainsi, la recherche doit de préférence s'intensifier sur les carrefours giratoires de grande dimension, tels ceux possédant deux voies sur l'anneau. Il apparaît de plus que l'étude des carrefours giratoires, pour être encore plus efficace, doit s'appuyer sur l'étude du comportement des usagers comme l'ont fait Harkey et Carter (2006). En effet, le mode de priorité utilisé dans ces intersections (le cédez-le-passage) ainsi que la configuration géométrique de l'intersection font beaucoup intervenir le comportement, le jugement et les habitudes de conduite des usagers, relativement aux autres types d'intersection.

## Conclusion

Même si le carrefour giratoire est présent depuis longtemps en Europe et en Océanie, sa venue en Amérique du Nord est beaucoup plus récente. Ce nouveau type d'intersection y est encore mal connu et parfois mal perçu par la population et par les concepteurs. Le présent article s'est donc efforcé d'en exposer les avantages en termes de sécurité et de capacité. Il a également présenté plusieurs contraintes et limites qui doivent être analysées avec précaution lors de la réflexion sur l'implantation d'un tel aménagement. Celles-ci sont reprises par plusieurs guides (Florida Department of Transportation 1996; Robinson et al. 2000; ministère des Transports du Québec 2002; Kansas Department of Transportation 2003).

La prise en compte des conditions d'utilisation d'un giratoire et, plus particulièrement, de son milieu d'implantation se révèle capitale pour que tous les usagers puissent circuler facilement et de façon sécuritaire dans l'intersection. Quelques éléments géométriques et dimensionnements clés, ainsi que des campagnes de communication et, plus particulièrement, d'éducation efficaces, jouent un rôle primordial à cette fin.

Diverses techniques de modélisation permettent d'analyser le carrefour giratoire en ce qui a trait à ses caractéristiques capacitaires, sécuritaires et environnementales et contribuent à l'amélioration de sa conception ainsi qu'à l'établissement des normes.

Même si la confection de normes propres aux différentes régions d'Amérique du Nord est souhaitable, il n'en de-

meure pas moins que les carrefours giratoires doivent avoir en commun, peu importe où ils se trouvent, des caractéristiques reconnaissables par les usagers. Dans ce sens, les axes de recherche à prioriser demeurent une meilleure compréhension des mécanismes qui contribuent à leur performance, ainsi qu'une prise en compte des spécificités locales et régionales tout en respectant l'esprit des directives déjà reconnues internationalement. Le développement de modèles pertinents et performants représente donc encore un moyen à privilégier dans le développement de règles d'implantation, de conception et de communication qui assureront le succès des futurs aménagements de carrefours giratoires.

## Bibliographie

- Akçelik, R. 2006. Analysis of roundabout metering signals [en ligne]. Dans *Delivering sustainable transport — "It's got legs"*. Conférence nationale 2006 du Australian Institute of Traffic Planning and Management (AITPM), 25<sup>e</sup>, Melbourne, Australie, 3–4 août 2006. Disponible au [www.sidrasolutions.com/documents/AITPM25thConf2006paper\\_AKCELIKRoundMetering.pdf](http://www.sidrasolutions.com/documents/AITPM25thConf2006paper_AKCELIKRoundMetering.pdf).
- Akçelik, R., et Besley, M. 2005. Differences between the AUSTROADS Roundabout Guide and aaSIDRA roundabout analysis methods. *Road & Transport Research*, **14** : 44–64. Disponible auprès de l'Australian Road Research Board (ARRB) Transport Research Ltd. ([www.arrb.com.au](http://www.arrb.com.au)).
- Al-Masaeid, H.R. 1999. Capacity and performance of roundabouts. *Revue canadienne de génie civil*, **26** : 597–605. doi:10.1139/cjce-26-5-597.
- Al-Omari, B.H., Al-Masaeid, H.R., et Al-Shawabkha, Y.S. 2004. Development of a delay model for roundabouts in Jordan. *Journal of Transportation Engineering*, **130** : 76–82. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2004)130:1(76).
- American Association of State Highway and Transportation Officials. 2004. A policy on geometric design of highways and streets. American Association of State Highway and Transportation Officials, Washington, D.C.
- Arndt, O.K., et Troutbeck, R. 1998. Relationship between roundabout geometry and accident rates [en ligne]. Dans *International Symposium on Highway Geometric Design Practices*. Boston, Mass., 30 août – 1<sup>er</sup> septembre 1995. Sous la direction du Texas Transportation Institute, College Station, Tex. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular E-C003, **28** : 1–16. Disponible au [onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec003/ch28.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/circulars/ec003/ch28.pdf).
- Ashmead, D., Guth, D., Wall, R., Long, R., et Ponchillia, P. 2005. Street crossing by sighted and blind pedestrians at a modern roundabout. *Journal of Transportation Engineering*, **131** : 812–821. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2005)131:11(812).
- Association des transports du Canada. 2005. Construction de carrefours giratoires au Canada. Atelier E, 21 septembre 2005. Dans *Les transports : investir pour bâtir l'avenir*. Congrès et exposition annuels de 2005 de l'Association des transports du Canada, Calgary, Alb., 18–21 septembre 2005. Disponible auprès de l'Association des transports du Canada, Ottawa, Ont. ([gmoier@tac-atc.ca](mailto:gmoier@tac-atc.ca); [www.tac-atc.ca/francais/](http://www.tac-atc.ca/francais/)).
- Association québécoise du transport et des routes. 2002. Des carrefours giratoires pour le Québec. Colloque sur les carrefours giratoires, Montréal, Qué., 7 octobre 2002. Disponible auprès de l'Association québécoise du transport et des routes, Montréal, Qué. ([info@aqtr.qc.ca](mailto:info@aqtr.qc.ca); [www.aqtr.qc.ca/](http://www.aqtr.qc.ca/)).
- Baranowski, B. 2005. Pedestrian crosswalk signals at roundabouts: where are they applicable [en ligne]? Dans *National Roundabout*

- Conference [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix*. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accèsion : 01019058 [DOC].
- Bared, J.G., et Kaisar, E.I. 2002. Does your interchange design have you going around in circles? *Public Roads* [périodique en ligne], **66** : 43–47. Disponible au [www.tfhr.gov/pubrds/02nov/10.htm](http://www.tfhr.gov/pubrds/02nov/10.htm).
- Boender, J.P. 1999. Carrefours giratoires : les nouvelles directives néerlandaises. *Routes/Roads*, **301** : 57–63. Disponible auprès de l'Association mondiale de la route ([www.publications.piarc.org/fr/route-roads.htm](http://www.publications.piarc.org/fr/route-roads.htm)).
- Brilon, W. 2005. Roundabouts: a state of the art in Germany [en ligne]. *Dans National Roundabout Conference* [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix*. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accèsion : 01019086 [DOC].
- Brilon, W., et Vandehey, M. 1998. Roundabouts: the state of the art in Germany. *ITE Journal on the Web* [périodique en ligne], **68**(11) : 48–54. Disponible au [www.ite.org/itejournal/](http://www.ite.org/itejournal/).
- Brüde, U., et Larsson, J. 2000. What roundabout design provides the highest possible safety? *Nordic Road & Transport Research* [périodique en ligne], **2** : 17–21. Disponible au [www.vti.se/Nordic/default.htm](http://www.vti.se/Nordic/default.htm).
- Capaldo, F.S. 2004. A behavioral model of flows on roundabouts. *Dans Applications of advanced technologies in transportation engineering*. *Sous la direction de K.C. Sinha, T.F. Fwa, R.L. Cheu et D.H. Lee*. Compte rendu de l'American Society of Civil Engineers, 8th International Conference in Transportation Engineering, Beijing, Chine, 26–28 mai 2004. p. 301–306. doi:10.1061/40730(144)57.
- Center for Transportation Studies. 2006. Roundabouts point to safer, less congested intersections. *Compte rendu de la Minnesota Roundabouts Conference*, Brooklyn, Minn., 5–6 avril 2006. Center for Transportation Studies, University of Minnesota, Minneapolis, Minn. Center for Transportation Studies Report, juin 2006 [périodique en ligne]. Disponible au [www.cts.umn.edu/Publications/CTReport/2006/06/RoundaboutsPoint.html](http://www.cts.umn.edu/Publications/CTReport/2006/06/RoundaboutsPoint.html) [mis à jour le 21 juin 2007].
- Chapman, J.R., et Benekohal, R.F. 2002. Roundabout warrants: proposed framework for future development. *Transportation Research Record*, **1801** : 39–45. doi:10.3141/1801-05.
- Chodur, J. 2005. Capacity models and parameters for unsignalized urban intersections in Poland. *Journal of Transportation Engineering*, **131** : 924–930. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2005)131:12(924).
- Coelho, M.C., Farias, T.L., et Roupail, N. 2006. Effect of roundabout operations on pollutant emissions. *Transportation Research, Part D, Transport and Environment*, **11** : 333–343. doi:10.1016/j.trd.2006.06.005.
- Daniels, S., Nuyts, E., et Wets, G. 2007. Effects of roundabouts on traffic safety for bicyclists: observational study. *Dans Transportation Research Board 86th Annual Meeting Compendium of Papers*. Réunion annuelle du Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 21–25 janvier 2007, rapport n° 07-0659 [DOC].
- De Brabander, B., et Vereeck, L. 2007. Safety effects of roundabouts in Flanders: signal type, speed limits and vulnerable road users. *Accident; Analysis and Prevention*, **39** : 591–599. doi:10.1016/j.aap.2006.10.004. PMID:17118323.
- De Brabander, B., Nuyts, E., et Vereeck, L. 2005. Road safety effects of roundabouts in Flanders. *Journal of Safety Research*, **36** : 289–296. doi:10.1016/j.jsr.2005.05.001. PMID:16045933.
- de Leeuw, M.A.M., Botma, H., et Bovy, P.H.L. 1999. Capacity of single-lane roundabouts with low traffic. *Transportation Research Record*, **1678** : 55–63. doi:10.3141/1678-08.
- Diduer, A. 2005. The safety of roundabouts and traffic lights in Belgium [en ligne]. *Dans National Roundabout Conference* [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix*. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accèsion : 01019059 [DOC].
- Elvik, R. 2003. Effects on road safety of converting intersections to roundabouts: review of evidence from Non-U.S. studies. *Transportation Research Record*, **1847** : 1–10. doi:10.3141/1847-01.
- Flannery, A. 2001. Geometric design and safety aspects of roundabouts. *Transportation Research Record*, **1751** : 76–81. doi:10.3141/1751-09.
- Flannery, A., et Elefteriadou, L. 1999. A review of roundabout safety performance in the United States. *Dans Enhancing transportation safety in the 21st century*. 1999 ITE Technical Conference on Enhancing Transportation Safety, Kissimmee, Fla., 28–31 mars 1999. Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C. [DOC].
- Florida Department of Transportation. 1996. Florida roundabout guide. Florida Department of Transportation, Tallahassee, Fla.
- Garder, P.E. 2002. Long-term evaluation of the Gorham roundabout. *Dans 4<sup>e</sup> conférence spécialisée Génie des transports*. Conférence et réunion annuelle générale de la Société canadienne de génie civil, Montréal, Qué., 5–8 juin 2002. Société canadienne de génie civil, Montréal, Qué. p. 65–74.
- Guth, D., Ashmead, D., Long, R., Wall, R., et Ponchillia, P. 2005. Blind and sighted pedestrians' judgments of gaps in traffic at roundabouts. *Human Factors*, **47** : 314–331. doi:10.1518/0018720054679533. PMID:16170941.
- Guth, D., Long, R., Ponchillia, P., Ashmead, D., et Wall, R. 2006. Pedestrian access to modern roundabouts: design and operational issues for pedestrians who are blind [en ligne]. United States Access Board, Washington, D.C. Disponible au [www.access-board.gov/research/roundabouts/bulletin.htm](http://www.access-board.gov/research/roundabouts/bulletin.htm) [cité le 9 septembre 2006].
- Harkey, D.L., et Carter, D.L. 2006. Observational analysis of pedestrian, bicyclist, and motorist behaviors at roundabouts in the United States. *Dans Pedestrians and bicycles*. Atelier de la 85<sup>e</sup> réunion annuelle du Transportation Research Board, Washington, D.C., 22–26 janvier 2006. *Transportation Research Record*, **1982** : 155–165. doi:10.3141/1982-21.
- Hels, T., et Orozova-Bekkevold, I. 2007. The effect of roundabout design features on cyclist accident rate. *Accident; Analysis and Prevention*, **39** : 300–307. doi:10.1016/j.aap.2006.07.008. PMID:16997267.
- Inman, V.W., et Davis, G.W. 2007. Synthesis of literature relevant to roundabout signalization to provide pedestrian access [en ligne]. Rapport final préparé pour le United States Access Board, Washington, D.C. Disponible au [www.access-board.gov/research/roundabouts-signals/report.pdf](http://www.access-board.gov/research/roundabouts-signals/report.pdf).
- Inman, V.W., Davis, G.W., et Sauerburger, D. 2005. Roundabout access for visually impaired pedestrians: evaluation of a yielding vehicle alerting system for double-lane roundabouts [en ligne]. *Dans National Roundabout Conference* [Conférence sur les car-

- refours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de* E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular No. E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accès : 01019073 [DOC].
- Insurance Institute for Highway Safety. 2005. When roadway design options are wide open, why not go ahead and build a roundabout [en ligne]? Insurance Institute for Highway Safety Status Report, **40**(9) : 1–4. Disponible au [www.iihs.org/sr/pdfs/sr4009.pdf](http://www.iihs.org/sr/pdfs/sr4009.pdf).
- Jacquemart, G. 1998. Modern roundabout practice in the United States. National Cooperative Highway Research Program, Transportation Research Board, Washington, D.C., Synthesis of Highway Practice No. 264.
- Kansas Department of Transportation. 2003. Kansas roundabout guide. A supplement to FHWA's Roundabouts: an informational guide [en ligne]. Kansas Department of Transportation, Topeka, Kans. Disponible au [www.ksdot.org/burtraffice/Roundabouts/Roundabout\\_Guide/KDOTMaster\\_100803.pdf](http://www.ksdot.org/burtraffice/Roundabouts/Roundabout_Guide/KDOTMaster_100803.pdf).
- Kennedy, J.V., Peirce, J., et Summersgill, I. 2005. Review of accident research at roundabouts [en ligne]. *Dans* National Roundabout Conference [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de* E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular No. E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accès : 01019053 [DOC].
- Kinzel, C.S. 2003. Signing and pavement-marking strategies for multi-lane roundabouts: an informal investigation. *Dans* 2003 Annual Meeting Compendium of Papers. 73<sup>e</sup> réunion annuelle et exposition de l'ITE, Seattle, Wash., 24–27 août 2003. Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C. [DOC].
- Lagemann, A. 2002. Führung des ÖPNV an Kreisverkehrplätzen. Accédé en ligne le 10 avril 2003 au [transport.arubi.uni-kl.de/index\\_forschung.html](http://transport.arubi.uni-kl.de/index_forschung.html).
- Lenters, M.S. 2005. Safety auditing roundabouts [en ligne]. *Dans* National Roundabout Conference [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Co., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de* E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular No. E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accès : 01019116 [DOC].
- Lord, D., Van Schalkwyk, I., Chrysler, S., et Staplin, L. 2007. A strategy to reduce older driver injuries at intersections using more accommodating roundabout design practices. *Accident; Analysis and Prevention*, **39** : 427–432. doi:10.1016/j.aap.2006.09.011. PMID:17092474.
- Lutkevich, P., et Hasson, P. 2005. An examination and recommendation for current practices in roundabout lighting [en ligne]. *Dans* National Roundabout Conference [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de* E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular No. E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accès : 01019097 [DOC].
- Mandavilli, S., Rys, M.J., et Russell, E.R. 2008. Environmental impact of modern roundabouts. *International Journal of Industrial Ergonomics*, **38** : 135–142. doi:10.1016/j.ergon.2006.11.003.
- Mauro, R., et Cattani, M. 2004. Model to evaluate potential accident rate at roundabouts. *Journal of Transportation Engineering*, **130** : 602–609. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2004)130:5(602).
- Mehmood, A., et Easa, S. 2006. Optimizing geometric design of roundabouts: multi-objective analysis. *Revue canadienne de génie civil*, **33** : 29–40. doi:10.1139/105-078.
- Mereszczak, Y., Dixon, M., Kyte, M., Rodegerdts, L., et Blogg, M. 2005. Incorporating exiting vehicles in capacity estimation at single-lane U.S. roundabouts [en ligne]. *Dans* National Roundabout Conference [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. *Sous la direction de* E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular No. E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accès : 01019074 [DOC].
- Ministère des Transports du Québec. 2002. Le carrefour giratoire : un mode de gestion différent. Service de la qualité et des normes, ministère des Transports, Québec, Qué. Disponible auprès de Publications du Québec, Québec, Qué. ([www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/home.php](http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/home.php)).
- Myers, E.J. 1994. Modern roundabouts for Maryland. *ITE Journal on the Web* [périodique en ligne], **64**(10) : 18–22. Disponible au [www.ite.org/itejournal/](http://www.ite.org/itejournal/).
- Nee, J., et Hallenbeck, M.E. 2003. A motorist and pedestrian behavioral analysis relating to pedestrian safety improvements [en ligne]. Rapport final, projet de recherche T1803, étude n° 16, Pedestrian Safety. Préparé par le Washington State Transportation Center (University of Washington) et le Washington State Department of Transportation pour la Washington State Transportation Commission en collaboration avec la Federal Highway Administration (US Department of Transportation), Washington, D.C., rapport WA-RD 560.1. Disponible au [depts.washington.edu/trac/bulkdisk/pdf/560.1.pdf](http://depts.washington.edu/trac/bulkdisk/pdf/560.1.pdf).
- Novellas, F. 2002. Les giratoires en France. 25 ans d'expérience? Et si tout était à recommencer... *Dans* Des carrefours giratoires pour le Québec. Colloque sur les carrefours giratoires, Montréal, Qué., 7 octobre 2002. Disponible auprès de l'Association québécoise du transport et des routes, Montréal, Qué. ([info@aqtr.qc.ca](mailto:info@aqtr.qc.ca); [www.aqtr.qc.ca/](http://www.aqtr.qc.ca/)).
- Ourston, L., et Bared, J.G. 1995. Roundabouts: a direct way to safer highways. *Public Roads* [périodique en ligne], **59** : 41–49. Disponible au [www.fhrc.gov/pubrds/fall95/p95a41.htm](http://www.fhrc.gov/pubrds/fall95/p95a41.htm).
- Pellecuer, L. 2003. Étude de faisabilité de l'implantation des carrefours giratoires au Québec. École de technologie supérieure, Montréal, Qué.
- Persaud, B.N., Retting, R.A., Garder, P.E., et Lord, D. 2001. Safety effect of roundabout conversions in the United States: Empirical Bayes observational before–after study. *Transportation Research Record*, **1751** : 1–8. doi:10.3141/1751-01.
- Polus, A., et Shmueli, S. 1999. Entry capacity at roundabouts and impact of waiting times. *Road & Transport Research*, **8** : 43–54. Disponible auprès de l'Australian Road Research Board (ARRB) Transport Research Ltd. ([www.arrb.com.au](http://www.arrb.com.au)).
- Polus, A., Lazar, S.S., et Livneh, M. 2003. Critical gap as a function of waiting time in determining roundabout capacity. *Journal of Transportation Engineering*, **129** : 504–509. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2003)129:5(504).
- Rahman, M.A., et Hicks, T. 1994. A critical look at roundabouts. *Dans* 64th ITE Annual Meeting Compendium of Technical Papers. Réunion annuelle de l'Institute of Transportation Engineers, La Jolla, Calif., 20–23 mars 1994. Institute of Transportation Engineers, Washington, D.C.
- Retting, R.A., Luttrell, G., et Russell, E.R. 2002. Public opinion and traffic flow impacts of newly installed modern roundabouts



- in the United States. ITE Journal on the Web [périodique en ligne], **72**(9) : 30–32. Disponible au [www.ite.org/itejournal/](http://www.ite.org/itejournal/).
- Retting, R.A., Mandavilli, S., Russell, E.R., et McCartt, A.T. 2005. Traffic flow and public opinion: newly installed roundabouts in New Hampshire, New York, and Washington. Insurance Institute for Highway Safety, Arlington, Va.
- Retting, R.A., Mandavilli, S., McCartt, A.T., et Russell, E.R. 2006. Roundabouts, traffic flow and public opinion. *Traffic Engineering and Control*, **47** : 268–272.
- Retting, R.A., Kyrychenko, S.Y., et McCartt, A.T. 2007. Long-term trends in public opinion following construction of roundabouts. *Transportation Research Record*, **2019** : 219–224. doi:10.3141/2019-26.
- Robinson, B.W., Rodegerdts, L.A., Scarborough, W., Kittelson, W., Troutbeck, R., Brilon, W., Bondzio, L., Courage, K., Kyte, M., Mason, J., Flannery, A., Myers, E., Bunker, J., et Jacquemart, G. 2000. Roundabouts: an informational guide [en ligne]. Federal Highway Administration, US Department of Transportation, Washington, D.C., rapport FHWA-RD-00-067. Disponible au [www.fhrc.gov/safety/00068.htm](http://www.fhrc.gov/safety/00068.htm).
- Rouphail, N., Hughes, R., et Chae, K. 2005. Exploratory simulation of pedestrian crossings at roundabouts. *Journal of Transportation Engineering*, **131** : 211–218. doi:10.1061/(ASCE)0733-947X(2005)131:3(211).
- Rui-Xiong, C., Ke-Zhao, B., et Mu-Ren, L. 2006. The CA model for traffic-flow at the grade roundabout crossing. *Chinese Physics*, **15** : 1471–1476. doi:10.1088/1009-1963/15/7/015.
- Russell, E.R., Luttrell, G., et Rys, M. 2002. Roundabout studies in Kansas, Montréal, QB, Canada. Dans 4<sup>e</sup> conférence spécialisée Génie des transports. Conférence et réunion annuelle générale de la Société canadienne de génie civil, Montréal, Qué., 5–8 juin 2002. Société canadienne de génie civil, Montréal, Qué. p. 79–88.
- Sarkar, S. 2003. Missed opportunity: use of driver license manuals to educate drivers about roundabouts in small- and medium-sized communities. *Transportation Research Record*, **1858** : 112–117. doi:10.3141/1858-16.
- Schoon, C., et van Minnen, J. 1994. The safety of roundabouts in the Netherlands. *Traffic Engineering and Control*, **35** : 142–148.
- Siegmán, P. 1999. A roundabout way of resolving Palo Alto's mid-town problems. *Terrain.org: A Journal of the Built & Natural Environments* [périodique en ligne], n° 2 : hiver 1999. Disponible au [www.terrain.org/articles/2/siegmán.htm](http://www.terrain.org/articles/2/siegmán.htm) [cité le 18 août 2006].
- Spacek, P. 2004. Basis of the Swiss design standard for roundabouts. *Transportation Research Record*, **1881** : 27–35. doi:10.3141/1881-04.
- Taekratok, T. 1998. Modern roundabouts for Oregon [en ligne]. Rapport OR-RD-98-17 préparé pour l'Oregon Department of Transportation, Salem, Oreg. Disponible au [ntl.bts.gov/lib/10000/10600/10641/rndabout.pdf](http://ntl.bts.gov/lib/10000/10600/10641/rndabout.pdf).
- Traffic Design Group. 2000. The ins and outs of roundabouts [en ligne]. Traffic Design Group, Lower Hutt, Nouvelle-Zélande, et Transfund New Zealand, Wellington, Australie. Disponible au [www.transfund.govt.nz/publications/traffic-engineering/roundabout.pdf](http://www.transfund.govt.nz/publications/traffic-engineering/roundabout.pdf).
- Transportation Research Board of the National Academies. 2005. National Roundabout Conference [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings [en ligne]. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. Sous la direction de E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accès : 0101908 [DOC].
- Van Houten, R., et Malenfant, J.E. 1999. Canadian research on pedestrian safety. University of North Carolina, Chapel Hill, C.N., et Federal Highway Administration, US Department of Transportation, Washington, D.C.
- Van Schalkwyk, I., Lord, D., Chrysler, S., et Staplin, L. 2007. Older drivers and roundabouts – assessing traffic control feature characteristics through the use of focus groups and structured interviews. Dans Transportation Research Board 86th Annual Meeting Compendium of Papers. Réunion annuelle du Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., 21–25 janvier 2007, rapport n° 07-0786 [DOC].
- Wallwork, M. 1997. Roundabouts: what they are and why they work? *Planning Commissioners Journal* [périodique en ligne], **26**, printemps 1997. Disponible au [www.plannersweb.com/wfiles/w146.html](http://www.plannersweb.com/wfiles/w146.html).
- Wallwork, M., et Newberry, S. 2002. Modern roundabouts. Dans 4<sup>e</sup> conférence spécialisée Génie des transports. Conférence et réunion annuelle générale de la Société canadienne de génie civil, Montréal, Qué., 5–8 juin 2002. Société canadienne de génie civil, Montréal, Qué. p. 75–78.
- Weber, P., et Ritchie, S. 2005. Internationally recognized roundabout signs [en ligne]. Dans National Roundabout Conference [Conférence sur les carrefours giratoires]: 2005 Proceedings. Vail, Colo., 22–25 mai 2005. Sous la direction de E. Russell, P. Demosthenes et la société Parametrix. Transportation Research Board of the National Academies, Washington, D.C., Transportation Research Circular E-C083. Disponible au [pubsindex.trb.org/default.asp](http://pubsindex.trb.org/default.asp); n° d'accès : 01019049 [DOC].