

Les giratoires: un outil toujours aussi en vogue

Depuis que le rond-point s'est transformé en giratoire par la priorité donnée au trafic circulant sur l'anneau, le giratoire a conquis l'Europe. D'abord essentiellement lié à des préoccupations de trafic automobile, il subit ces dernières années le besoin d'une adaptation pour tenir compte des transports publics et des modes doux. Cet article se concentre essentiellement sur le franchissement des giratoires par les transports publics.

Par Franco Tufo et Raphaël Golay *

En 30 ans, le giratoire sous toutes ses formes est venu coloniser l'espace public routier suisse et européen. D'abord confidentiel et réservé à quelques intersections emblématiques, il est devenu LA solution «miracle» des techniciens de la route.

S'il est certain que les usagers ont dans leur ensemble bien intégré la particularité de la priorité à l'anneau (une sorte de priorité de gauche), de nombreuses adaptations ont été apportées au «traditionnel» giratoire à quatre branches.

D'abord utilisé pour apporter une solution aux carrefours complexes, accidentogènes ou équipés de feux, son usage s'est rapidement «démocratisé» en de multiples intersections. Tant et si bien qu'il est aujourd'hui devenu un symbole pour beaucoup de localités, le lieu emblématique d'un aménagement majestueux ou d'une œuvre d'art, sans toujours faire preuve de la pertinence imposée par les flux de mobilités.

Ainsi, malgré des impératifs liés à la politique des déplacements (p. ex. besoin de maîtriser les flux en entrée de ville) ou à la présence de transports collectifs (TC) et de mobilités douces (MD), son introduction a été abondante cette dernière décennie, obligeant les spécialistes à redoubler d'ingéniosité pour traiter sur mesure ces questions.

Tenant compte de cette problématique complexe, cet article se concentrera principalement sur les giratoires traversés par les TC, et plus particulièrement par les tramways.

Les questions abordées ici sont:

- Quels aménagements pour quels types de TC?
- Comment donner la priorité aux TC dans un giratoire vis-à-vis des autres usagers?
- Quels risques pour les piétons et les deux-roues?
- Comment calculer et dimensionner un tel ouvrage?
- Faut-il réguler ou pas par des feux et comment?
- Quels gains par rapport à un carrefour traditionnel?

Rappel «historique»

C'est au XIX^e siècle que les principales villes européennes voient l'apparition des premiers grands giratoires pour identifier les points forts de l'espace urbain. Ces carrefours sont circulés de manière indifférenciée, provoquant un nombre de points de conflits très important.

Devant ce problème de sécurité et de fluidité, au début du XX^e siècle fut introduite la circulation à sens unique



* Franco Tufo, ingénieur en transports, directeur général de Citéc Ingénieurs Conseils SA, et chargé de cours à l'hépi



* Raphaël Golay, ingénieur en transports, associé et membre de la direction de Citéc Ingénieurs Conseils SA

Kreisel: Nach wie vor beliebtes Hilfsmittel

Seit aus dem Rondell – durch die Vorfahrt für den Verkehr auf der Kreisbahn – der Kreisel geworden ist, hat diese Einrichtung Europa erobert. Zuerst im Wesentlichen den Sorgen um den Personenwagenverkehr verpflichtet, spürt der Kreisel in den jüngsten Jahren den Bedarf einer Anpassung an den öffentlichen und den langsamen Verkehr. Vorliegender Artikel betrachtet hauptsächlich die Kreiselüberquerung durch den öffentlichen Verkehr.

dans l'anneau. Cette amélioration n'empêcha pas les autoblocages liés à la priorité du trafic entrant.

Dès 1966, la Grande-Bretagne généralise la « priorité à la chaussée formant l'anneau autour de l'îlot central »: le « giratoire » supplante ainsi le « rond-point »!

Ce changement fondamental est à la base du succès fulgurant des giratoires en Europe, dont les raisons sont notamment: des performances intéressantes en termes de capacité, de réduction des temps d'attente, de diminution des nuisances et d'amélioration des conditions de sécurité (voir « Les accidents dans les carrefours giratoires urbains », « Etudes statistiques de 1993 à 2005 », CERTU).

C'est le 30 septembre 1974, dans le canton de Vaud, qu'est décidé de tester pour la première fois en Suisse le principe de priorité à l'anneau. Il faut ensuite attendre les années 80 pour que cette règle soit adoptée.

En France, ce même principe est adopté en 1984. Avec quelque 500 rond-points avant la priorité à l'anneau, l'exemple français compte environ 30 000 giratoires à ce jour, soit la moitié des giratoires dans le monde!

En l'absence de statistique suisse et toute proportion gardée, notre pays a dû connaître le même type de développement.

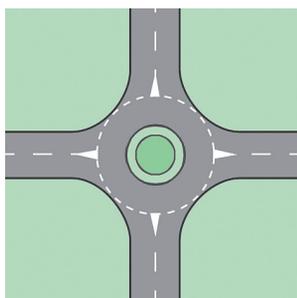
Forces et faiblesses

Essentiellement en faveur du trafic individuel motorisé (TIM), les principales forces du giratoire sont la suppression des autoblocages par simplification des points de conflits et la dimension réduite des aménagements, assurant une insertion physique plus aisée. Ils ont également profité de nombreuses installations vieillissantes de signalisation lumineuse et de carrefours plus adaptées aux conditions de trafic.

A l'inverse, la prise en compte des MD (deux-roues et piétons), des personnes à mobilité réduite (PMR), ainsi que la priorité donnée aux TC sont parmi les principaux points faibles, tant il est délicat de trouver des aménagements donnant totalement satisfaction.

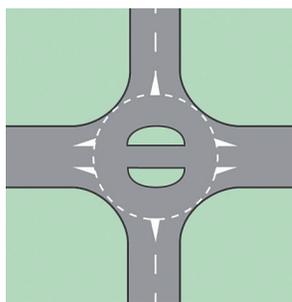
Typologies d'aménagement

Avant de parler de dimensionnement, deux types de giratoires sont à distinguer. Les giratoires « conventionnels » d'une part, où l'ensemble des véhicules motorisés tournent autour de la pastille centrale, et les giratoires « percés » d'autre part, où une partie des usagers (p. ex. les TC) sont autorisés à traverser la pastille centrale par une voie réservée.



1: Giratoire « conventionnel ».

1: « Üblicher » Kreisel.

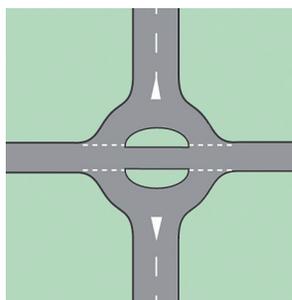


2: Giratoire « percé ».

2: « Durchgeöffneter » Kreisel

En francophonie, le distinguo est essentiellement lié à la présence ou non d'une ligne de TCSP (transport en commun en site propre), en particulier les tramways, dont la seule contrainte géométrique justifie une trajectoire aussi directe que possible par le centre de l'anneau.

Nous n'entrerons pas ici dans les particularités des « faux giratoires espagnols », où seuls les tourner-à-gauche sont indirects via l'anneau, alors que le flux principal conserve une trajectoire rectiligne à travers la pastille centrale.



3: Faux giratoire.

3: Falscher Kreisel.

Principaux critères d'introduction

Les critères de choix d'introduction d'un giratoire et son dimensionnement sont trop souvent ignorés en raison d'un postulat faux: cela fonctionne toujours et en toutes circonstances. Pourtant, il paraît évident qu'il ne suffit pas de simplement poser une rondelle à l'intersection de deux rues...

Les ingénieurs en transports respectent d'abord la règle minimale simple de comparer les diverses options d'aménagement (carrefour à feux, giratoire, etc.).

Plus précisément, la décision de mise en giratoire d'un carrefour (avec ou sans feu) se fonde sur un ensemble de critères volontaristes et techniques, d'aménagement et d'exploitation. De manière synthétique, les principaux points sont relevés ci-après:

L'identification d'un lieu

Qualité urbanistique en adéquation avec le contexte ambiant: le giratoire est logiquement utilisé comme « porte », pour marquer l'entrée d'une localité ou d'un quartier.

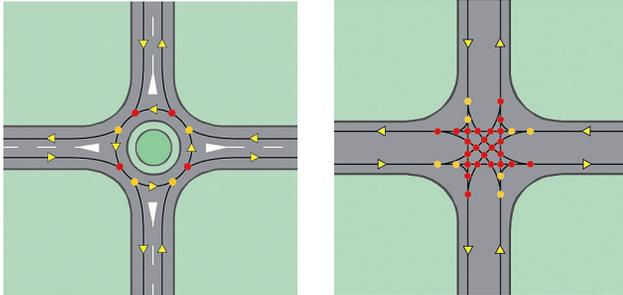
La modération de la circulation

Responsabilisation de l'ensemble des conducteurs par la perte de priorité et trajectoire induisant une réduction de vitesse.

L'accroissement de la sécurité

Simplification et réduction du nombre des points de conflits par rapport à un carrefour classique.

Réduction des vitesses, par des trajectoires indirectes et une perte de priorité généralisée aux entrées.
Circulation annulaire à sens unique, supprimant les tourner-à-gauche dangereux.



4: Points de conflits dans un giratoire et un carrefour classique.

4: Konfliktpunkte in einem Kreislauf und in einem klassischen Knoten.

L'accroissement de la capacité

Gain de capacité d'autant plus élevé que le nombre de branches est élevé, notamment en raison de vitesses réduites autorisant les créneaux plus courts entre véhicules.

Meilleure capacité du giratoire avec priorité à l'anneau que le même carrefour réglé par des feux, en cas de flux de tourner-à-gauche non dominants.

La réduction des temps d'attente

Par rapport au même carrefour réglé par feux, par une utilisation continue du carrefour.

La réduction des émissions sonores

Vitesses plus basses, moins de freinages brutaux et moins d'accélération, induisant des comportements de conduite moins agressifs et une réduction de la consommation de carburant.

La souplesse d'insertion

Nombre important de voies pouvant être raccordées sans multiplication des voies de présélection.

Emprise raisonnable de terrains, surtout pour les giratoires compacts, car les voies de présélection multiples sont inutiles.

La flexibilité d'itinéraires par possibilité de rebroussement

Facilite les mouvements des véhicules utilitaires (taxis, livraisons), en permettant les manœuvres de demi-tour.
Signalisation très simplifiée en cas de travaux sur une des branches.

La simplification de la signalisation verticale

En général, pas de signalisation lumineuse.
Signalisation de direction plus sobre et plus aisément compréhensible.

Conception

Le dimensionnement itératif entre l'aspect géométrique et l'aspect capacité se fait en cherchant l'optimum, afin de répondre aux objectifs fixés par le projet. Depuis 15 ans maintenant, la priorité aux TC, le gain d'espace au profit des MD, ainsi que la sécurité font partie des objectifs récurrents habituels.

Il est utile de souligner ici qu'il est fondamental de ne pas partir avec des préjugés. La variante du carrefour à feux par exemple doit être évaluée systématiquement, car elle offre régulièrement des avantages indiscutables de gestion et maîtrise du trafic, lorsqu'elle est exploitée intelligemment et selon des logiques évoluées.

Dans le cas particulier du franchissement d'un giratoire par un tramway, cas sur lequel se concentre la suite de la démonstration, le positionnement relatif du giratoire et de la plateforme tramway est important. Sans entrer dans le détail, un franchissement par le centre de la pastille centrale est la solution la plus favorable. D'autres implantations, telles que latérales, sont en général à éviter.

Pour davantage de détails, se reporter au document «Giratoire et tramways, Guide de conception» du CERTU.

Mais comment assurer la priorité du tramway dans un giratoire? Les nombreux exemples récents cherchent à combiner le maintien de la «fonction» giratoire en l'absence de TC et ajouter la «fonction» carrefour à feux pour prendre en compte le passage d'un tramway.

Les dimensions

Géométriquement, la dimension de la pastille centrale est fonction des deux paramètres suivants:

- La largeur du site propre, dont la dimension varie de 6,30 à 7,50 mètres, suivant l'écartement des rails (métrique ou normal) et les véhicules autorisés sur la plateforme tramway (tramway seul ou mixité avec les bus, verdissement ou non du site, etc.),
- La dimension des deux demi-lunes, résultantes de la pastille centrale de part et d'autre du site propre, afin d'accepter les équipements de signalisation lorsqu'il y a lieu et le stockage éventuel des flux de tourner-à-gauche à l'anneau.

Le diamètre extérieur du giratoire dépend quant à lui:

- du cas de charge déterminant, définissant le nombre de voies nécessaires aux entrées, à l'anneau et aux sorties (voir ci-après),
- de l'espace à disposition,
- des véhicules devant pouvoir rebroussement chemin.

En général en site urbain, un diamètre compris entre 25 et 32 mètres est un bon compromis, assurant l'essentiel des possibilités.

Mais la mise en œuvre d'un site propre tramway occasionne souvent des adaptations de l'exploitation et du nombre de voies en section, qui se traduisent par une réduction de capacité pour les TIM. Parfois, les transformations requises sont telles que le maintien d'un giratoire nécessiterait des dimensions impressionnantes (jusqu'à 50-60 mètres de diamètre, voire au-delà), conduisant au besoin de gérer l'ensemble des flux par feux de façon permanente. Bien entendu, ce cas est à proscrire.

L'exploitation

Usuellement, le choix du mode d'exploitation est fait sur la base de la capacité (ou non) du giratoire à accepter le stockage à l'anneau des flux de tourner-à-gauche durant chaque blocage occasionné par le passage d'un tramway. Mais dans tous les cas, il est équipé d'une signalisation lumineuse tricolore (SLT).

Les trois cas de figure:

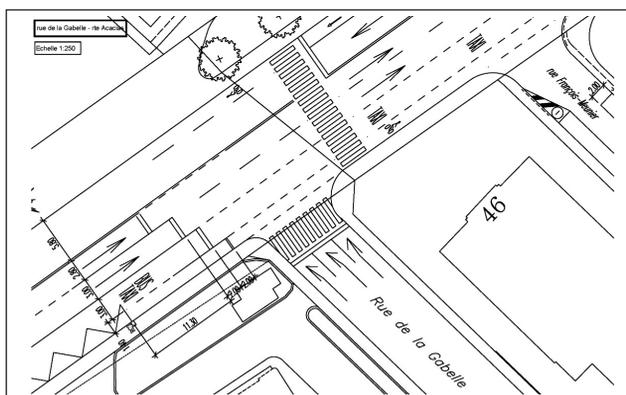
Postulat 1: les flux de tourner-à-gauche et ceux de l'axe transversal sont faibles, c'est-à-dire qu'il est possible de

stocker à l'anneau les rares véhicules en conflit avec le tramway, sans pénaliser les autres flux. Dans ce cas, seuls les flux circulant à l'anneau sont équipés de SLT au droit de la plateforme tramway.

Le giratoire ne subit pas ou peu l'influence du tramway et continue donc à fonctionner comme un giratoire.

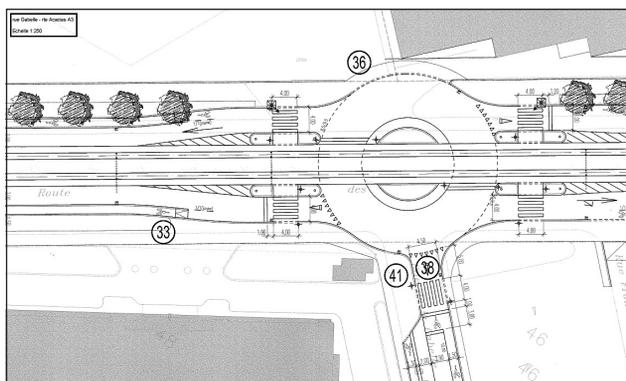
Postulat 2: les flux de l'axe transversal sont faibles, mais ceux de tourner-à-gauche sont forts. Dans ce cas, les véhicules en conflit avec le tramway ne peuvent plus être stockés à l'anneau et créent des files d'attente pénalisant l'ensemble des flux traversant le giratoire. Les flux circulant à l'anneau sont équipés de SLT au droit de la plateforme tramway, ainsi que les entrées du giratoire depuis l'axe principal.

A chaque passage d'un tramway, le giratoire est donc géré comme un carrefour à feux.



5: Exemple: carrefour rue de la Gabelle, avant travaux (tram Acacias, Genève).

5: Beispiel: Knoten Rue de la Gabelle vor dem Umbau (Tramast Acacias, Genf).



6: Exemple: carrefour rue de la Gabelle, après travaux (tram Acacias, Genève).

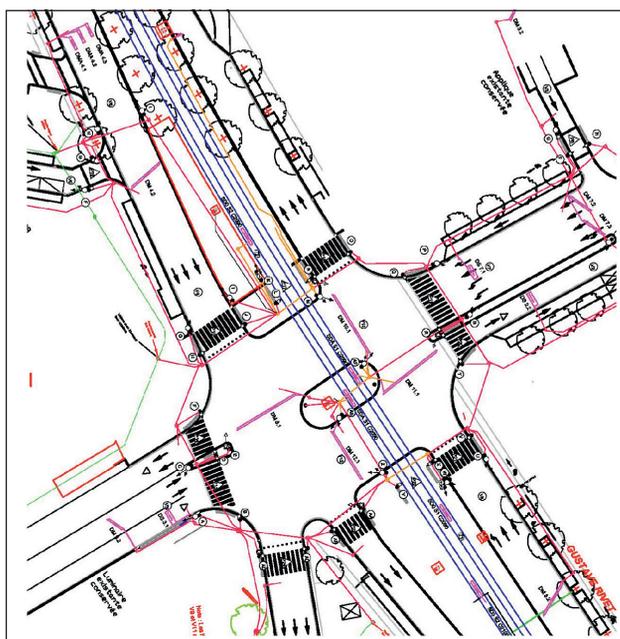
6: Beispiel: Knoten Rue de la Gabelle nach dem Umbau (Tramast Acacias, Genf).

Postulat 3: l'ensemble des flux entrants dans le giratoire sont forts. A chaque passage du tramway, il y a risque d'autoblocage du giratoire, ce qui ne permet plus de dissocier l'exploitation avec ou sans tramway. Ainsi, toutes les entrées sont équipées de SLT.

Le giratoire est un carrefour à feux.

Outre le calcul de la longueur des files d'attente théoriques durant le passage d'un tramway, il n'existe pas vraiment de règles pour choisir l'un ou l'autre des modes d'exploitation.

Signalons toutefois que les deux premiers cas de figure ont l'avantage de conserver le giratoire dans la plupart du temps (généralement préférés), contrairement au dernier



7: Exemple: place Gustave-Rivet en plan (tram ligne C, Grenoble).

7: Beispiel: Grundriss Place Gustave-Rivet (Tramlinie C, Grenoble).



8: Place Gustave-Rivet après travaux (tram ligne C, Grenoble).

8: Place Gustave-Rivet nach dem Umbau (Tramlinie C, Grenoble).

où le giratoire devient un carrefour à feux dont le seul avantage est de permettre tous les mouvements dans un espace réduit (cas non recommandé).

La capacité

Pour le calcul de capacité, il convient d'estimer les charges de trafic pouvant continuer à passer dans le nouvel ouvrage (carrefour à feux ou giratoire).

De nombreuses questions se posent à ce stade et la littérature n'est pas très documentée:

- A quel pourcentage de capacité dimensionne-t-on un giratoire? En d'autres termes, lorsque la capacité théorique d'une entrée est à 100 %, est-il acceptable en termes de planification ou au contraire la limite devrait-elle être posée à 120 %? Ou à 80 %?
- Quelle est l'influence de la traversée d'un tramway sur cette capacité? En fonction de quelle hypothèse d'exploitation et pour quel niveau de priorité?

Les équations développées, tant dans le Guide Suisse des Giratoires de 1991, que celle du CERTU ou la norme

allemande, ne documentent pas l'option tramway. Dans la pratique, différentes approches empiriques ont été développées, puis modélisées.

La première approche est de considérer que le temps à disposition pour la capacité du giratoire sur une heure n'est pas de 3600 secondes, mais qu'il est réduit du temps nécessaire aux passages du tramway.

Par exemple, si le tramway passe 10 fois par heure et par sens et bloque le giratoire pendant 30 secondes à chaque passage, 600 secondes seront consommées par les tramways et 3000 secondes seront disponibles pour les autres usagers.

Pour donner quelques orientations, les formules utilisées peuvent être adaptées en intégrant la « nuisance » du TC. La capacité maximale d'une entrée C_e calculée en unité véhicule par heure [uv/h] est définie ainsi par :

$$C_e = 1500 - 8/9 Q_g - 1/2 t_b Q_{tc}$$

Avec $Q_g = \beta Q_c + \alpha Q_s$

- C_e : capacité d'entrée (une voie) [uv/h]
- Q_g : débit de trafic gênant [uv/h]
- Q_c : débit de trafic circulant [uv/h]
- Q_s : débit de trafic sortant [uv/h]
- α : coefficient de prise en compte du trafic sortant. Il varie principalement en fonction de la vitesse et la distance entre les points de conflit.
 $\alpha = 0$ à 0,6
- β : facteur de réduction du trafic circulant Q_c selon le nombre de voies sur l'anneau de circulation. Il tient compte principalement de la répartition du trafic circulant sur les voies de l'anneau.
 $\beta = 0,9$ à 1,0 pour 1 voie sur l'anneau
 $\beta = 0,6$ à 0,8 pour 2 voies sur l'anneau
 $\beta = 0,5$ à 0,6 pour 3 voies sur l'anneau

Avec prise en compte des TC

- Q_{tc} : débit de trafic TC [v/h]
- t_b : temps de blocage du giratoire par le passage d'un TC [s]

Une cadence de 10 tramways par heure et par sens équivaut à un Q_{tc} de 20. Le t_b peut généralement être estimé à 30 [s], conformément aux observations.

L'estimation des taux de capacité TCU_e et TCU_c est :

$$TCU_e = (\gamma Q_e / C_e) \times 100 [\%]$$

$$TCU_c = (\gamma Q_e + 8/9 Q_g) / 1500 \times 100 [\%]$$

Avec :

- γ : facteur de répartition du trafic entrant selon le nombre de voies disponibles. Il tient compte principalement du degré d'utilisation de chaque voie d'entrée en fonction des destinations des flux.
 $\gamma = 1,0$ pour 1 voie à l'entrée
 $\gamma = 0,6$ à 0,7 pour 2 voies à l'entrée
 $\gamma = 0,5$ pour 3 voies à l'entrée

La deuxième approche est de calculer d'abord les flux de véhicules pouvant circuler durant les passages du tramway, c'est-à-dire lorsque le giratoire est exploité comme un carrefour à feux.

Pour chaque mouvement non impacté par le passage d'un tramway, une capacité « gratuite » peut être prise en

compte, selon les règles de dimensionnement des carrefours à feux. Ainsi, si le tramway bloque les feux durant 30 secondes et ceci 20 fois par heure, un mouvement peut écouler librement jusqu'à 300 [uv/h], réduisant d'autant la charge de dimensionnement pour l'exploitation en giratoire.

Sur la base de ces charges de trafic minorées et d'une heure réduite du temps nécessaire aux passages du tramway (les 3000 secondes restantes dans l'exemple ci-dessus), les formules habituelles peuvent ensuite être utilisées.

Les mesures particulières

Le système ne serait pas complet s'il ne tenait pas compte des MD. Tout le monde connaît les difficultés liées à la présence de traversées piétonnes, qui sont encore accentuées en cas de plateforme tramway. Là encore, il n'existe pas de norme précise de conception. Toutefois, l'expérience acquise ces dernières années sur le réseau genevois propose deux orientations :

- Soit il est possible de créer des îlots suffisamment larges (au moins 3 mètres), pour séparer le trafic de la plateforme tramway et autoriser une traversée en deux ou trois temps, de préférence sans SLT,
- Soit c'est impossible et la traversée piétonne doit obligatoirement être traitée en une fois, avec SLT.

De plus, pour assurer la bonne progression du tramway également en approche de carrefour, il est important de veiller à ce que le site propre ne soit pas perturbé par les TIM. Il existe différents dispositifs permettant de créer une séparation physique, allant de la simple balisette en plastique jusqu'à la bordure (par exemple, en forme de pointe de diamant).

Cohérence du réseau

Il est impératif de s'assurer que dans une série de carrefours, le giratoire traversé ne soit pas le carrefour critique (le maillon faible). En effet, les flux principaux TC et TIM pris en compte sur un axe sont fondamentaux pour le dimensionnement des carrefours (nombre de voies), mais aussi pour les plans de feux et les temps verts attribués aux différents groupes de feux.

Les valeurs obtenues pour les calculs sur les giratoires traversés subissent une assez forte dispersion, peu compatible avec le dimensionnement d'un axe complet. En d'autres termes, les flux entrant dans le système devraient avantageusement pouvoir être contrôlés par un carrefour à feux traditionnel dont le contrôle d'accès est bien maîtrisé.

Exemple français

Pour terminer, parlons encore de l'exemple français, régi par le guide du CERTU, qui décrit les règles de conception d'un giratoire traversé par un tramway. Depuis la première édition de janvier 2000, il s'étoffe année après année des nombreux exemples des villes françaises. S'il est parfois trop exigeant sur la façon de réaliser l'ouvrage, obligeant à prendre des précautions même pour des conflits interdits mais physiquement possibles (par exemple, introduction d'îlots, dissociation de la phase tramway des voies de circulation adjacentes, etc.), il offre

toutefois l'avantage majeur d'aborder toutes les thématiques de conception.

Il résume le principe de fonctionnement ainsi:

- Hors approche ou présence du tramway, le carrefour fonctionne comme un giratoire «classique»,
- A l'approche du tramway, les flux potentiellement en conflit avec lui (et ceux-là seulement) sont bloqués, généralement à l'aide de la SLT, afin de permettre le passage sans arrêt dudit tramway,
- Aussitôt que ce dernier a quitté le carrefour, le fonctionnement en giratoire reprend.

En synthèse, il est donc primordial que:

- Tous les usagers perçoivent immédiatement le comportement qui s'impose, afin d'éviter toute ambiguïté, toujours source d'insécurité,
- Le fonctionnement de la SLT soit aussi précis que possible, pour assurer la meilleure crédibilité du système, gage de respect et donc de sécurité.

Conclusion

En moins d'un siècle, les giratoires auront largement conquis l'espace public routier européen. Il n'existe prati-

quement plus de villes ou villages n'ayant pas son giratoire. Le succès est en grande partie dû à la simplification des conflits et au sentiment de liberté que les automobilistes ont plébiscité. La prise en compte nécessaire, dès la phase de conception, des transports publics et des modes doux ne freine que très légèrement le développement exponentiel des giratoires observé ces dernières années. Les expériences se multiplient et la conjonction de plus en plus fréquente de la signalisation lumineuse et du système giratoire semble donner entière satisfaction. Rien ne devrait entraver l'essor de ces «nouveaux» carrefours. ■

Sources et littérature

- «Les accidents dans les carrefours giratoires urbains, Etudes statistiques de 1993 à 2005»; Guichet B.; CERTU, avril 2009.
- «Giratoire et tramways, Franchissement d'un carrefour giratoire par une ligne de tramways, Guide de conception»; Labonnefon V., Babilotte Ch.; CERTU, février 2008.
- «Les giratoires en Suisse: on ne les compte plus!»; Bovy P. H.; Henderson N.; Vereinigung Schweizerischer Strassenfachmänner; Strasse und Verkehr A. 1995, vol. 81, n° 11, pp. 539-548 [bibl.: 24 ref.].

Anzeige



Allein und doch zu zweit – mit **trio**

Seul, mais Toujours à deux grâce au **trio**

Sicherheit am Arbeitsort. SWISSPHONE TRIO – das Personen-Sicherungssystem am Gurt, übermittelt in einer Notsituation einen manuell oder automatisch ausgelösten Hilferuf sowie den aktuellen Standort innert Sekunden an die Notfallzentrale. Interessiert?

Wir informieren Sie gerne unter **Telefon 0848 88 99 99**. Rufen Sie uns an.

Assurez votre sécurité sur votre lieu de travail avec SWISSPHONE TRIO! En cas de situation critique on transmet de manière manuel ou automatique, un appel d'urgence ainsi que le positionnement du SWISSPHONE TRIO. En quelques secondes, le centre d'urgence est informé de votre appel de détresse et reçoit votre localisation.

Intéressé par votre sécurité? Appelez-nous au **0848 88 99 99**

www.swissphone.ch

SWISSPHONE