



Capacité des carrefours

Carrefours à perte de priorité et giratoires

Lausanne, Franco Tufo Ingénieur Transport EPFL
Directeur général Citec groupe

1. Introduction

- Nœuds routiers

2. Carrefours à perte de priorité

- Hiérarchie des courants routiers
- Etapes de calcul
- Trafic gênant
- Méthode générale
- Méthode simplifiée

3. Giratoires

- Méthode
- Courants de circulation
- Capacité des entrées
- Trafic gênant
- Taux de capacité utilisée à l'entrée
- Temps et véhicules en attente
- Niveau de service

Introduction

Introduction

- Nœud routier
 - Changement de direction
 - Vitesse réduite
 - Courants de circulation antagonistes
 - Points critiques en termes de capacité, de niveau de service et de sécurité
 - En milieu urbain, détermine la capacité des voiries (densité et proximité des nœuds)

Carrefours à perte de priorité

La perte de priorité: **Forme simple pour organiser un carrefour**

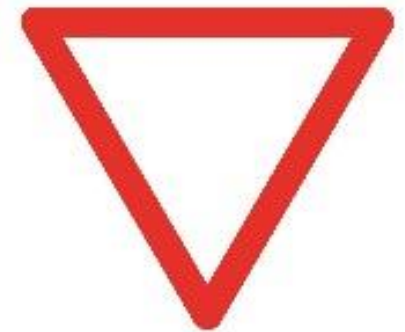
Pas besoin de grosses installations ni de grande emprise au sol.

Priorité à droite non prise en compte car réservée pour :

- croisements de petite importance
- esprit de modération du trafic (zone 30 par exemple)

Régime de priorité donné par des panneaux de signalisation type
Stop ou Cédez-le-passage.

Un axe est donc priorisé par rapport aux autres, en général l'axe comportant la plus grande charge de trafic.



Perte de priorité: **Avantages et inconvénients**

Avantages de ce type de carrefours :

- facile à mettre en œuvre, car il demande peu d'espace et ne demande que peu de matériel
- régit de manière claire les priorités entre les voitures
- l'axe prioritaire n'est quasiment pas ralenti (positif si des TC transitent par cet axe)

Inconvénients :

- faible capacité
- impossible de gérer les flux/mouvements en présence (interdire ou privilégier certains mouvements) ni de gérer deux carrefours adjacents (coordonner les carrefours)
- modes doux non intégrés, traversée des axes difficile du fait des vitesses des véhicules qui sont élevées
- véhicules venant de l'axe non prioritaire se concentrent sur les véhicules de l'axe prioritaire et font beaucoup moins attention aux usagers vulnérables comme les cyclistes/piétons
- point noir pour les TC s'ils proviennent de l'axe non prioritaire
- pas de modération de trafic, souvent nécessaire de réduire la vitesse à l'approche de tels carrefours avec des panneaux de signalisation

Ce type de carrefour est à réserver pour des configurations à faibles charges de trafic et où il n'y a pas de nécessité de réguler ni de modérer le trafic.

Calcul de capacité

Calcul basé sur une arrivée aléatoire des véhicules (distribution de Poisson), il tient compte :

- du temps de réaction du conducteur
- du temps nécessaire au démarrage du véhicule devant céder la priorité

Ce dernier varie suivant :

- le mouvement effectué
- la vitesse des véhicules
- la signalisation

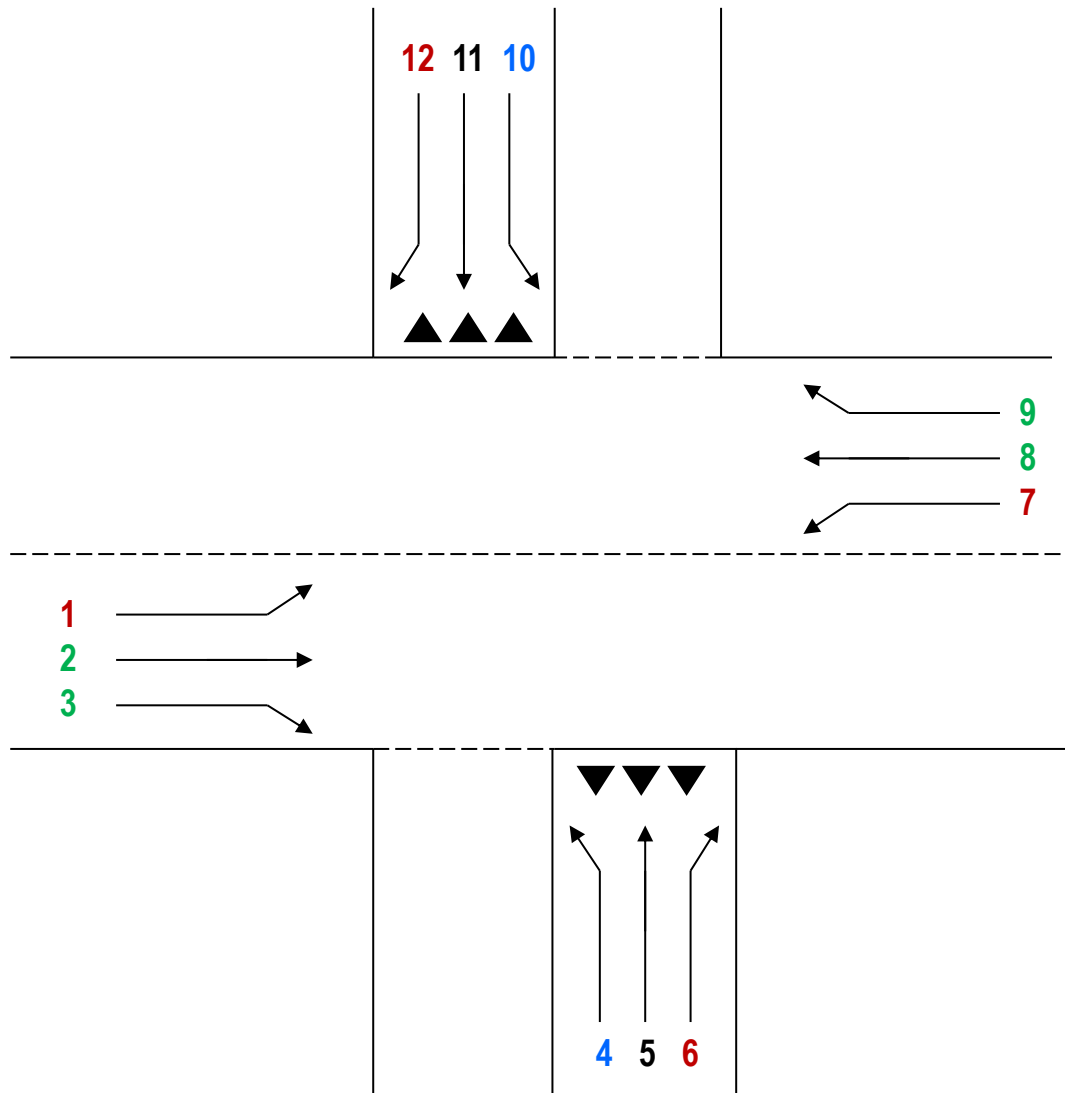
S'il y a un carrefour à feu à proximité du carrefour à perte de priorité, les véhicules arriveront par grappes et ne suivront plus la distribution de Poisson. Il sera donc préférable d'utiliser la méthode de calcul des carrefours à feux (avec un cycle de 80 secondes) à celle des créneaux critiques.

Calcul des carrefours non régulés basé sur des formules empiriques.

Toujours intéressant de comparer les résultats des deux méthodes.

Carrefours à perte de priorité : Hiérarchie des courants de circulation

- Pertes de priorité d'un mouvement sur un autre indiqués par une signalisation verticale ou horizontale



Ordre de priorité :

- 2 Courants principaux – Rang 1
- 1 Courants principaux – Rang 2
- 5 Courants secondaires – Rang 3
- 4 Courants secondaires – Rang 4

Le volume de circulation d'un courant de circulation i s'exprime :

- en véh/j $\rightarrow q_i$
- en UVP/j $\rightarrow Q_i$

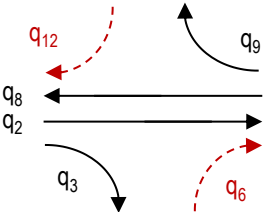
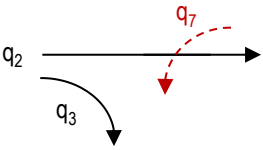
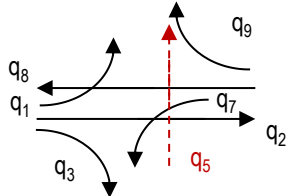
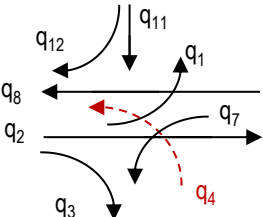
Carrefours à perte de priorité : **Etapes de calcul**

- Déterminer le **niveau de service** de chaque courant de circulation :
 - Par ordre croissant du rang des courants
 - Arrêt du calcul si niveau de service insatisfaisant (D ou E) ou si manque de capacité (F) : le carrefour ne répond pas aux critères de qualité attendus

Carrefours à perte de priorité : **Trafic gênant**

- Le trafic gênant Q_{Gi} exprime le volume de trafic des courants de circulation qui gênent les mouvements des courants de circulation de rang 2, 3 et 4

Par exemple, les courants de rang 1 gênent les courants de rang 2, 3 et 4. Les courants de rang 3 gênent uniquement les courants de rang 4.

Exemples de manœuvre	Courants	Q_{Gi} (véh/j)
Tourne à droite provenant de la route secondaire		$Q_{G6} = 0.5 q_3 + q_2$ Si une voie de sortie spéciale est prévue pour q_3 ou q_9 : $Q_{G6} = q_2$ et $Q_{G12} = q_8$ Si q_2 ou q_8 est réparti sur plusieurs voies, q_2 ou q_8 correspond au débit de la voie la plus à droite
Tourne à gauche sortant de la route principale		$Q_{G7} = q_3 + q_2$ En présence d'un îlot séparateur sur la branche secondaire combiné avec une signalisation «Stop» ou «Cédez le passage» : $Q_{G7} = q_2$ et $Q_{G1} = q_8$
Croisement provenant de la route secondaire		$Q_{G5} = q_2 + 0.5 q_3 + q_8 + q_9 + q_1 + q_7$ $Q_{G11} = q_8 + 0.5 q_9 + q_2 + q_3 + q_1 + q_7$ Si une voie de sortie spéciale est prévue : $q_3 = q_9 = 0$
Tourne à gauche provenant de la route secondaire		$Q_{G4} = q_1 + q_2 + 0.5 q_3 + q_7 + q_8 + q_{11} + q_{12}$ $Q_{G10} = q_8 + q_2 + 0.5 q_9 + q_7 + q_1 + q_6 + q_5$ Si une voie de sortie spéciale est prévue : $q_3 = q_9 = 0$ En présence d'un îlot séparateur sur la branche secondaire combiné avec une signalisation «Stop» ou «Cédez le passage» : $q_{12} = q_6 = 0$

Carrefours à perte de priorité

Méthode générale
(Méthode du TGC 25)

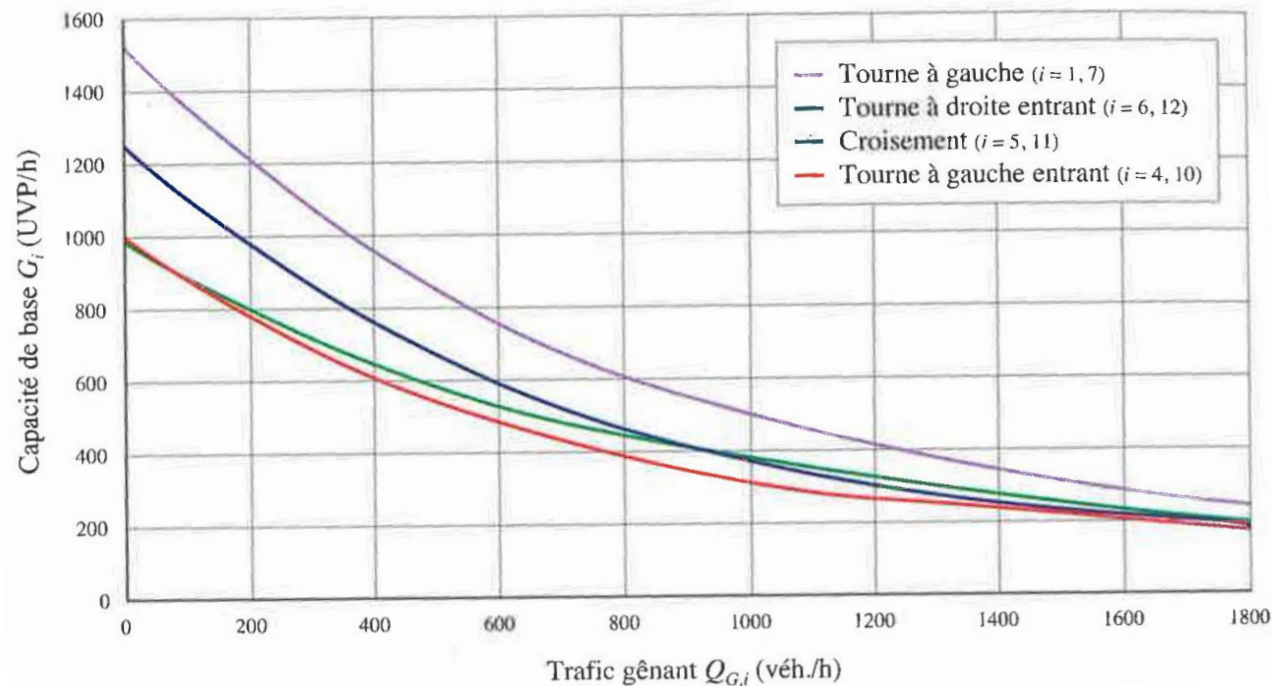
Carrefours à perte de priorité : Réserve de capacité

Pour $i = 1, 6, 7, 12 \rightarrow R_i = G_i - Q_i$

Pour $i = 4, 5, 10, 11 \rightarrow R_i = C_i - Q_i$

Avec :

- G_i , la capacité de base de la branche i (qui dépend du trafic gênant), en [UVP/h] [SN 640 022]
- Q_i , le débit total de circulation de la branche i , en [UVP/h]
- C_i , la capacité de la branche i , en [UVP/h]



Carrefours à perte de priorité : Temps et véhicules en attente

Temps d'attente w_i pour le courant i en [s] (selon Kimber et Hollis) :

$$w_i = 900 \cdot \left(x_i - 1 + \sqrt{(x_i - 1)^2 + \frac{8 \cdot \alpha \cdot x_i}{C_i}} \right) + \frac{3600}{C_i}$$

Nombre de véhicules en attente N_i pour le courant i en [UVP] (selon Kimber et Hollis):

$$N_i = 900 \cdot C_i \cdot \left(x_i - 1 + \sqrt{(x_i - 1)^2 + \frac{8 \cdot \alpha \cdot x_i}{C_i}} \right)$$

Avec :

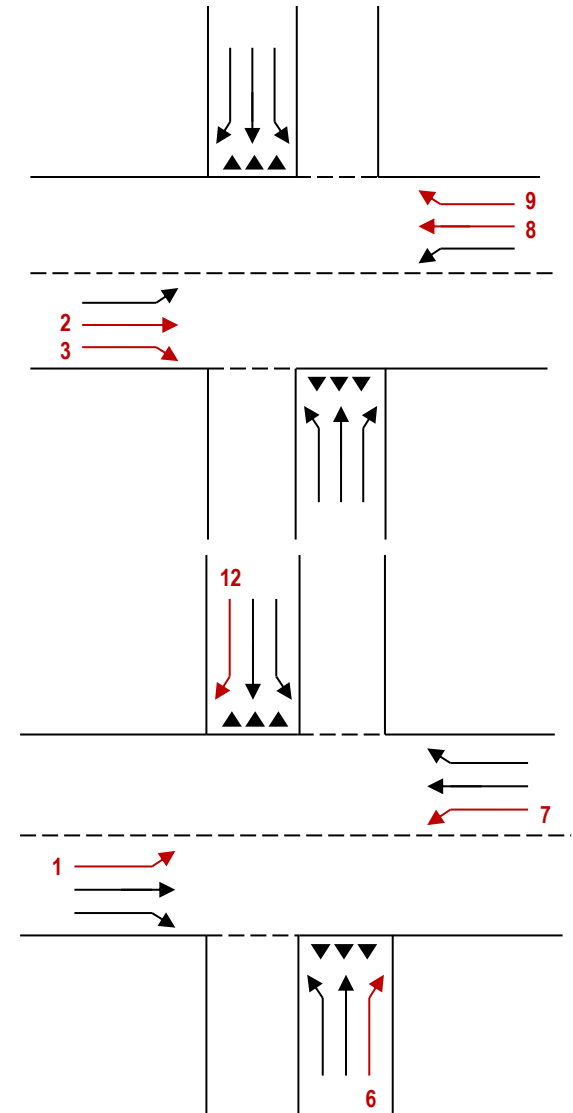
- x_i , le taux de capacité utilisée de la branche i [%] : $x_i = \frac{Q_i}{C_i}$
- α , le facteur de probabilité :
 - 50% $\rightarrow \alpha = 1$
 - 95% $\rightarrow \alpha = 2.97$
 - 99% $\rightarrow \alpha = 4.65$

Carrefours à perte de priorité : Niveau de service

Niveau de service	Valeur de w_i	Qualité	Evaluation
A	≤ 10	Très bon	Niveau de service excellent. Pas d'attente pour la majorité des véhicules.
B	10 à 15	Très bon	Bonnes conditions de circulation. Peu d'influence des courants prioritaires sur les courants de rang inférieurs. Temps d'attente tolérables.
C	15 à 25	Bon	Niveau de service satisfaisant. Influence marquée des courants de circulation prioritaires sur les courants de rang inférieur. Augmentation du temps d'attente, bouchons mais sans entrave notable.
D	25 à 45	Suffisant	Niveau de service suffisant. Degré d'utilisation proche de la capacité admissible. Perturbations sous forme d'arrêts successifs. Situation stable pour les bouchons et temps d'attente.
E	≥ 45	Critique	Niveau de service insuffisant. Passage d'un état stable à instable. De petites augmentations de débits génèrent des durées d'attente et longueur de bouchons croissantes. Ecoulement difficile. Diminution de la sécurité.
F	$R_i \leq 0$	Saturation	Totalement insuffisant. Nombre de véhicules trop important. Longues attentes et diminution de la sécurité.

Carrefours à perte de priorité : Vérification de la capacité des courants

- **Courants de rang 1 (2, 3, 8 et 9)**
 - Pas nécessaire de vérifier
- **Courants de rang 2 (1, 6, 7 et 12)**
 - Calcul des trafics gênants Q_{Gi} [véh/h]
 - Détermination de la capacité de base G_i [UVP/h]
 - Calcul de la réserve de capacité R_i [UVP/h] et du temps d'attente moyen w_i [s]
 - Détermination des niveaux de service

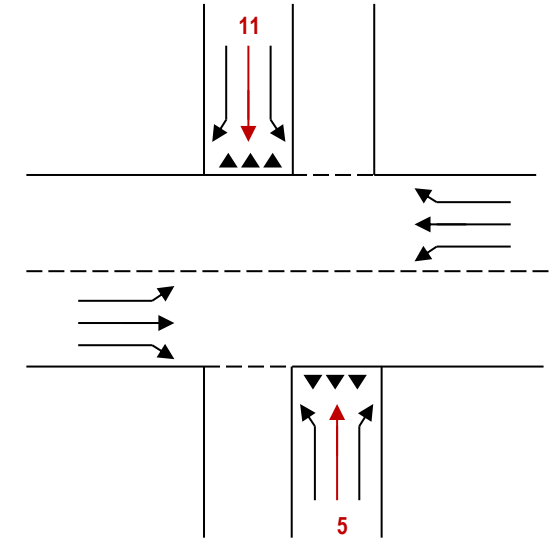


Carrefours à perte de priorité : Vérification de la capacité des courants

■ Courants de rang 3 (5 et 11)

- Calcul des trafics gênants Q_{Gi} [véh/h]
- Détermination de la capacité de base G_i [UVP/h]
- Calcul du degré d'utilisation a_i des courants de rang 2 :

$$a_i = \frac{Q_i}{G_i}$$



- Un courant de circulation de rang 3 ne peut s'écouler librement que si il n'y a pas de bouchon sur les courants de circulation de rang 2 le gênant. Calcul de la probabilité p_i d'un état sans bouchon de rang 2 sans bouchon :

$$p_i = 1 - a_i$$

- Calcul de la capacité des courants de rang 3 :

$$C_i = p_1 \cdot p_7 \cdot G_i$$

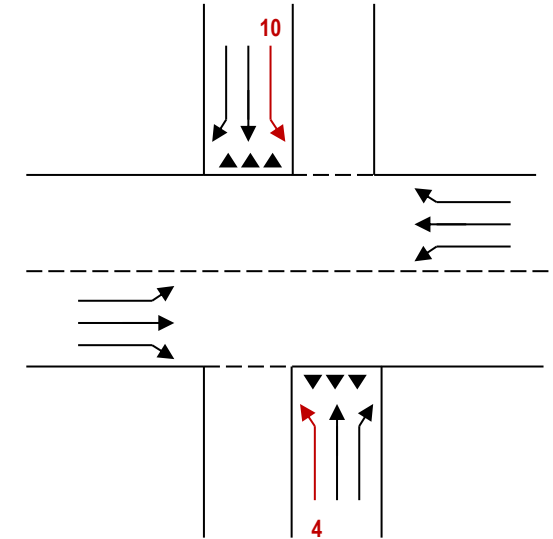
- Calcul de la réserve de capacité R_i [UVP/h] et du temps d'attente moyen w_i [s]
- Détermination des niveaux de service

Carrefours à perte de priorité : Vérification de la capacité des courants

■ Courants de rang 4 (4 et 10)

- Calcul des trafics gênants Q_{Gi} [véh/h]
- Détermination de la capacité de base G_i [UVP/h]
- Calcul du degré d'utilisation a_i des courants de rang 3 :

$$a_i = \frac{Q_i}{G_i}$$



- Un courant de circulation de rang 4 ne peut s'écouler librement que si il n'y a pas de bouchon sur les courants de circulation de rang 2 et 3 le gênant. Calcul de la probabilité p_{zi} d'un état sans bouchon de rang 3 sans bouchon :

$$p_{yi} = p_1 \cdot p_7 \cdot (1 - a_i) \quad p_{zi} = 0.65 \cdot p_{yi} - \frac{p_{yi}}{p_{yi} + 3} + 0.60\sqrt{p_{yi}}$$

- Calcul de la capacité des courants de rang 4 :

$$C_4 = p_{z11} \cdot p_{12} \cdot G_4 \quad C_{10} = p_{z5} \cdot p_6 \cdot G_{10}$$

- Calcul de la réserve de capacité R_i [UVP/h] et du temps d'attente moyen w_i [s]
- Détermination des niveaux de service

Carrefours à perte de priorité

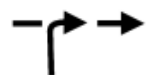
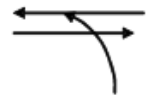
Méthode simplifiée

Carrefours à perte de priorité (MS) : **Etapes de calcul**

- Calcul du trafic gênant
 - Même méthode que celle expliquée précédemment
- Détermination du créneau critique
- Détermination de la capacité théorique
- Application de facteurs de réduction
- Calcul de la réserve de capacité et du degré de saturation

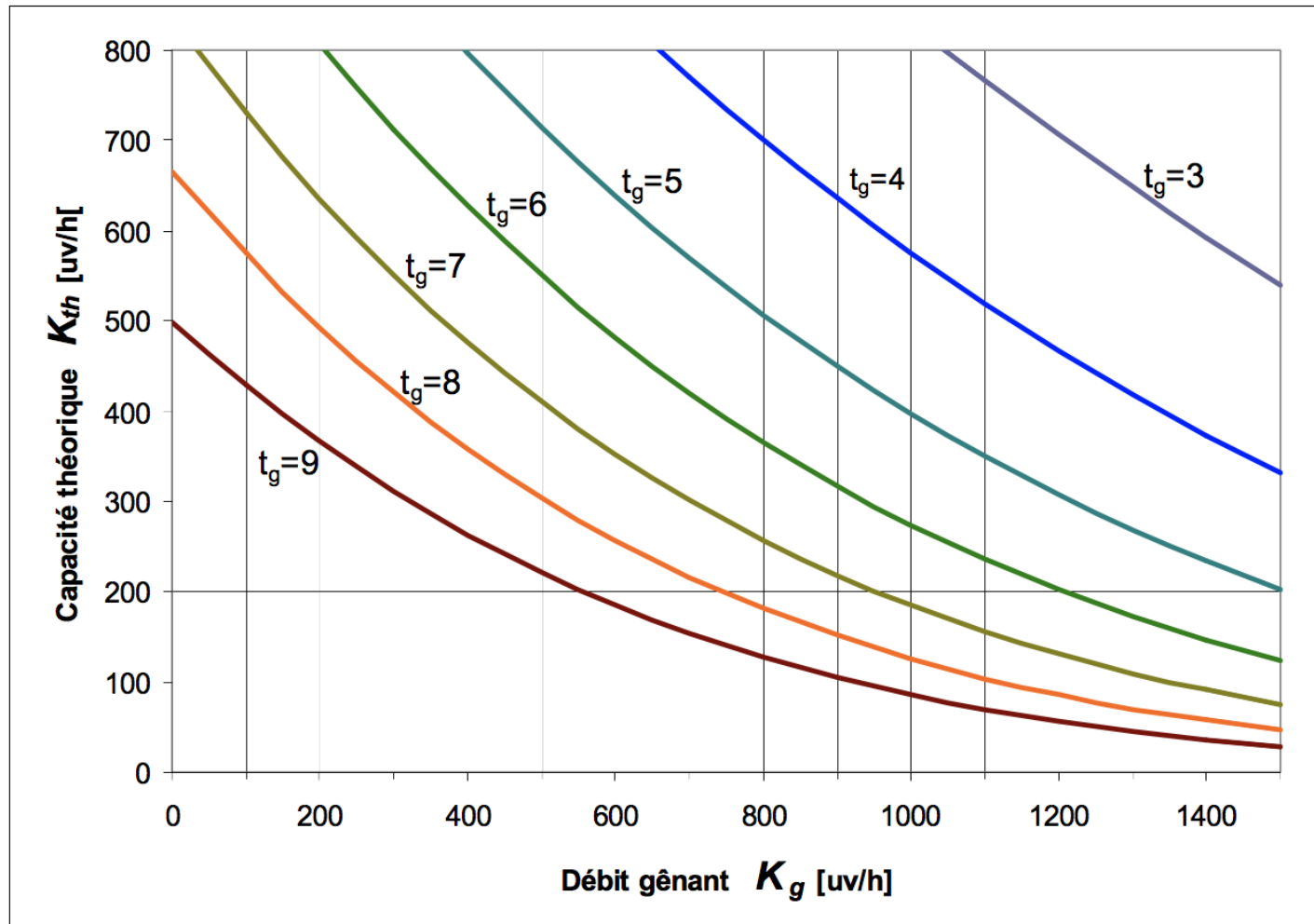
Carrefours à perte de priorité (MS) : Créneau critique

Le **créneau critique** t_g est le temps minimal entre 2 véhicules permettant l'insertion dans le trafic d'un véhicule entre deux véhicules prioritaires

Créneau critique t_g [sec]				
	En localité		Hors localité	
				
	5	6	5½	7
	3	-	4	
	5	-	5½	-
	6	7	7	8
	6½	7½	8	9

Carrefours à perte de priorité (MS) : Capacité théorique

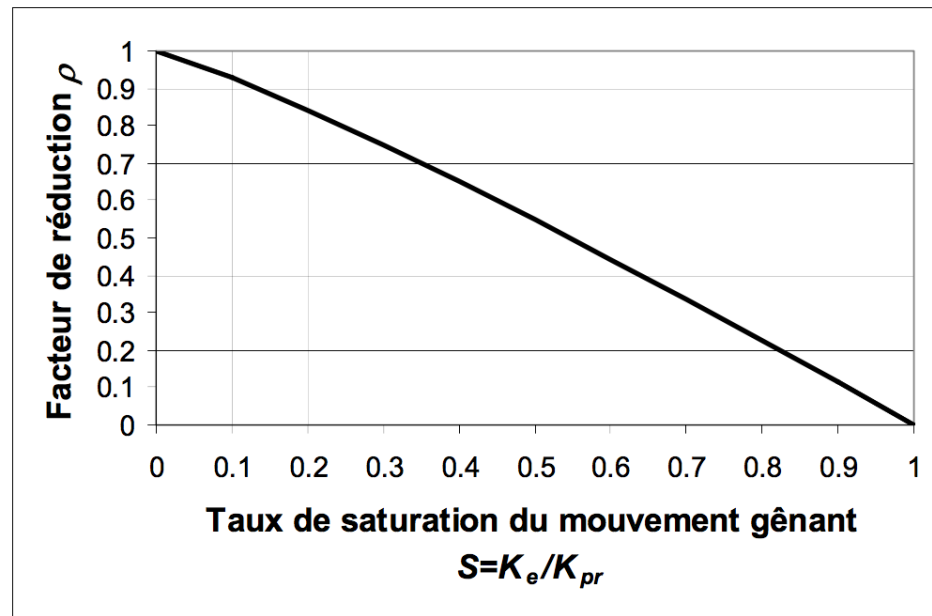
La **capacité théorique** K_{th} est la capacité horaire du mouvement s'il n'entre en conflit qu'avec des circulations qui sont prioritaires dans l'absolu.



Carrefours à perte de priorité (MS) : Facteurs de réduction

Les **facteurs de réduction** ρ sont appliqués pour tenir compte des mouvements qui doivent laisser la priorité aux mouvements d'un rang plus élevé et qui ne pourront donc pas profiter de tous les créneaux dans le trafic.

La **capacité pratique** K_{pr} corrige la capacité théorique K_{th} en tenant compte de flux non prioritaires mais à qui le mouvement évalué doit la priorité.



Avec K_e , le flux réel

$$K_{pr} = K_{th} \cdot \prod_i \rho_i \quad (\text{sur l'ensemble des flux } i \text{ non prioritaires mais gênant})$$

Carrefours à perte de priorité (MS) : **Reserve de capacité et saturation**

La **réserve de capacité** ΔH permet de qualifier les conditions de circulation :

$$\Delta H = K_{pr} - K_e$$

Appréciation de la fluidité du trafic

ΔH	Perturbation
100 uv/h	Forte
150 uv/h	Moyenne
200 uv/h	Faible

Avec
 K_e , le flux réel
 K_{pr} , capacité pratique

Taux de saturation $S = \frac{K_e}{K_{pr}}$

Calcul du temps d'attente (VSS SN 640 022)

Pour ce type de carrefour, possible de déterminer le temps d'attente pour les différents mouvements, il faut d'abord déterminer la réserve de capacité du mouvement considéré :

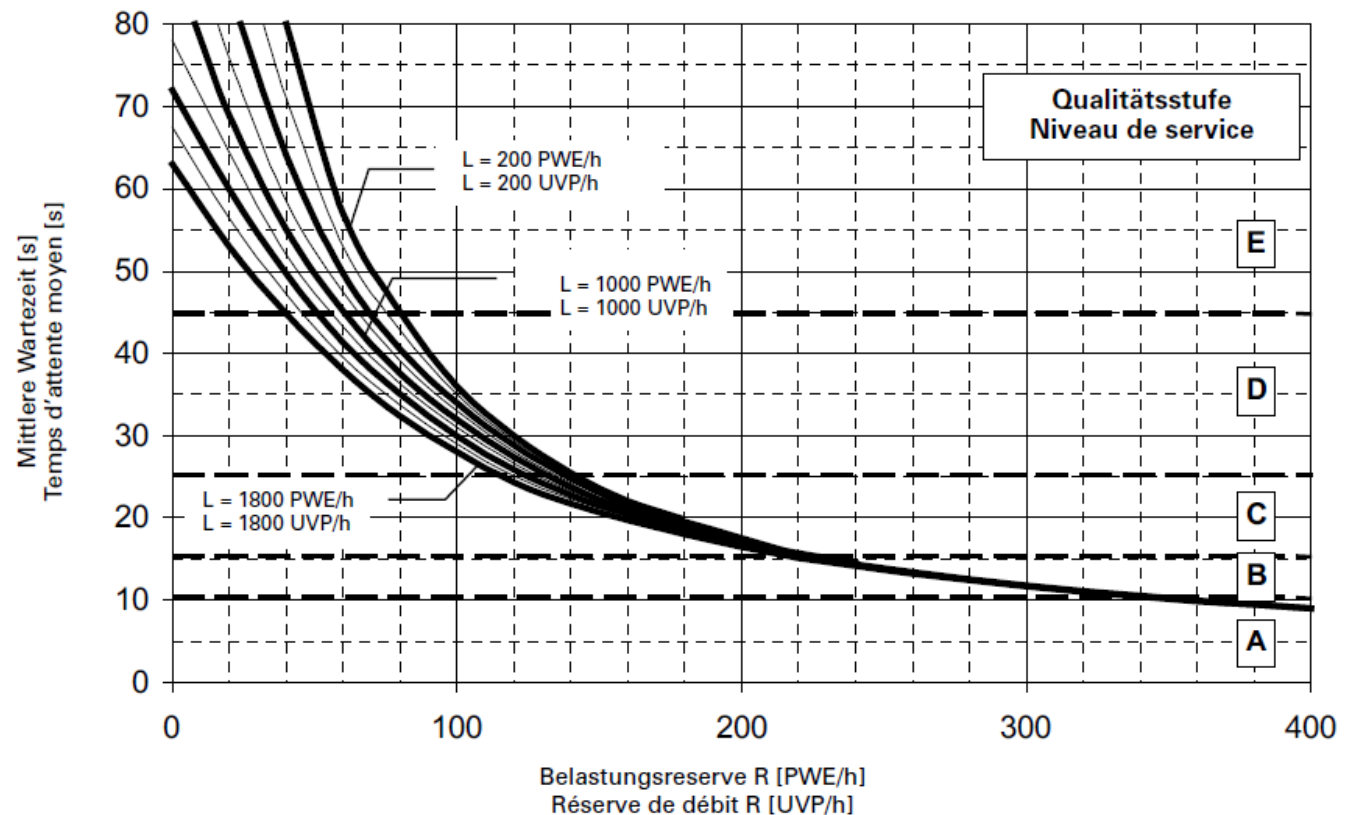
$$R = Q_{th} - Q_e$$

Avec R : réserve de capacité sur le mouvement considéré [uv/h]

Q_{th} : capacité maximum du mouvement considéré [uv/h]

Q_e : charge de trafic du mouvement considéré [uv/h]

Temps d'attente fonction de la capacité maximum théorique et de la réserve de capacité, calculé selon tableau suivant :



Niveau de service (VSS SN 640 022)

En fonction du temps d'attente déterminé , on peut classer la qualité de l'écoulement du trafic en différents niveaux de service :

Niveau de service	Temps d'attente moyen [s]	Evaluation de l'état de la circulation	
A	< 10	très bon	Niveau de service excellent. Tout au plus, perte de temps minime. En général, la majorité des véhicules ne doit pas attendre.
B	10–15	très bon	Bonnes conditions de circulation. Les courants prioritaires n'influencent que très peu les courants de rang inférieur. Les temps d'attente sont tolérables.
C	15–25	bon	Niveau de service satisfaisant. Les courants de circulation prioritaires ont une influence marquée sur les courants de rang inférieur. Augmentation perceptible du temps d'attente. Formation de bouchons qui, compte tenu de leur durée et de leur étendue, ne présentent pas d'entraves notables.
D	25–45	suffisant	Niveau de service suffisant. Degré d'utilisation proche de la capacité admissible. Entraves sous forme d'arrêts successifs. Situation stable concernant les bouchons et les temps d'attente.
E	> 45	critique	Niveau de service insuffisant. Passage d'un état de circulation stable à un état instable. De petites augmentations de débits de circulation génèrent des durées de temps d'attente et des longueurs de bouchon croissantes. La circulation peut à peine être écoulee. La sécurité diminue fortement.
F	–	–	Etat complètement insuffisant (saturation). Le nombre des véhicules à écouler est plus grand que la capacité. La longueur des colonnes s'accroît. Longues attentes. Diminution de la sécurité.

Giratoires



Giratoire: Un système intéressant



Triple-decker roundabout plan unveiled for A19/Coast Road junction

3 July 2016 | Tyne & Wear

Share



The A19 was described as a "vital strategic link" by Highways England

Plans to upgrade one of Tyneside's busiest stretches of road with a triple-decker roundabout have been unveiled.

Work at the A19/A1058 Coast Road junction will see the creation of an underpass below the existing roundabout.

The scheme, expected to take two years to complete, is due to get under way next month.

Highways England said it would reduce congestion and improve journey times.

Genie CIVIL – Villes et Transports

Gridlock: Une version théorique intéressante

Pas de blocage dans cette intersection imaginée par un étudiant (Li Xu).



Clover Leaf Shaped Interchange (<http://goo.gl/OMRGSJ>)

Introduction

Définition :

- Type de carrefour où l'usager abordant le giratoire (carrefour circulaire) « accorde la **priorité aux véhicules** qui, **sur sa gauche, surviennent** dans le giratoire » (art. 41b de l'ordonnance sur la circulation routière).

Historique :

- Très répandus au XIX^{ème} dans les grandes villes d'Europe et d'Amérique pour identifier les points forts de l'espace urbain.
- Au départ circulés de façon indifférenciée, émergence de l'idée de circulation à **sens unique** début XX^{ème} pour des questions de **sécurité** et de **fluidité**.
- Débats sur la priorité aux alentours de 1920-1930 : **priorité au trafic entrant**.
- En 1966, **priorité au trafic circulant dans l'anneau** généralisée en Grande-Bretagne.
- En 1983, **priorité à l'anneau devenant la règle** en France, **développement spectaculaire des giratoires** en France et autres pays d'Europe (dont la Suisse) depuis cette date.

Les giratoires: **Une success story**

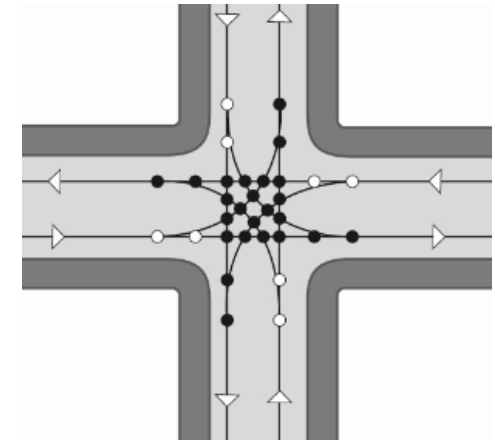
Succès étroitement **lié à la priorité à l'anneau** car :

- **problème d'auto-blocage réglé** par ce nouveau standard
- permet des **aménagements à dimensions** beaucoup plus **réduites** (giratoires compacts et mini-giratoires)
- plus grande **facilité d'insertion** des véhicules.

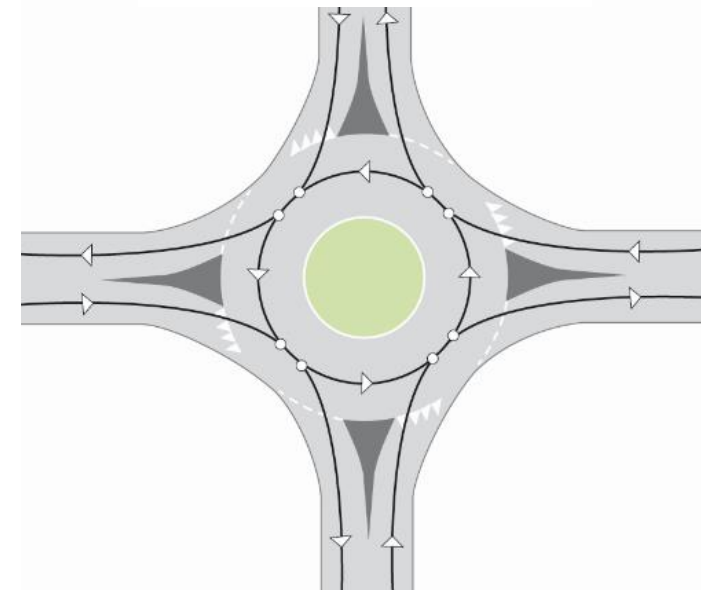
D'une manière générale, leur succès est aussi lié :

- aux **performances** très intéressantes en termes de **capacité**, de réduction des **temps d'attente**, de diminution des **nuisances** et d'améliorations des conditions de **sécurité**
- à la modification du **comportement des usagers** en restituant une signification aux lieux circulés (la perception visuelle dicte les vitesses de circulation)
- à la **responsabilisation** des usagers
- à la **réduction des points de conflits**.

Carrefour à feux à 4 branches :
32 points de conflit



Giratoire à 4 branches :
4 points de conflit



Potentiel d'application

Décision de mise en giratoire fondée sur un ensemble de critères d'aménagement et d'exploitation. L'**objectif** spécifique est l'**organisation de la circulation** et la **réhabilitation des espaces publics**. Ci-après les différents critères.

L'identification d'un lieu

- Qualité urbanistique en harmonie avec le contexte ambiant.
- Le giratoire est logiquement utilisé pour marquer une entrée de localité ou de quartier.

La **modération** de la circulation

- Responsabilisation de l'ensemble des conducteurs :
 - Perte de priorité,
 - Trajectoire induisant une réduction de vitesse.

L'**accroissement** de la **capacité**

- Simplification des points de conflits.
- Vitesse réduite autorisant des créneaux plus courts entre véhicules.
- Le giratoire avec priorité à l'anneau offre une meilleure capacité que le même carrefour régulé par des feux.
- Le gain de capacité est d'autant plus élevé que le nombre de branches est élevé.

Potentiel d'application

L'amélioration de la **sécurité**

- Circulation annulaire à sens unique.
- Réduction des vitesses.

La **réduction** des **temps d'attente**

- Par rapport au même carrefour réglé par feux.
- Utilisation continue du carrefour.

La **diminution** des **émissions sonores**

- Vitesses plus basses.
- Conduite moins agressive : moins de freinages brutaux, moins d'accélération.
- Réduction de la consommation de carburant.

La **souplesse d'insertion**

- Nombre de branches d'importance pouvant être raccordées.

Potentiel d'application

L'**emprise raisonnable** de terrains

- Surtout pour les giratoires compacts.
- Présélections multiples inutiles.

La **flexibilité d'itinéraires** par possibilité de rebroussement

- Manœuvre de demi-tour possible.
- Suppression de tourne-à-gauche dangereux.
- Facilite les mouvements des véhicules utilitaires (taxis, livraisons).
- « Droit à l'erreur ».
- Signalisation très simplifiée en cas de travaux sur une des branches.

La **simplification** de la **signalisation verticale**

- Pas de signalisation lumineuse.
- Signalisation de direction plus sobre et plus aisément compréhensible.

Limitations d'application

Manque de place

- Limitant les possibilités de girations des véhicules lourds.

Topographie mouvementée

- Ne permet pas l'aménagement d'une plate-forme annulaire avec des contre-dévers acceptables.

Régulation du trafic

- Priorité égale pour toutes les branches du giratoire.
- Pas possible d'encourager ou de dissuader tel ou tel itinéraire.
- La « non-directivité » des giratoires est contraire à une gestion « contrôlée » de la circulation.

Chaîne coordonnée de carrefours régulés par feux et ondes vertes

- L'insertion d'un giratoire dans une tel chaîne est généralement contraire à la stratégie d'exploitation de la dite chaîne.

Priorité pour les voies réservées aux transports publics

- L'insertion des véhicules de transports publics dans l'anneau ne peut bénéficier de phases prioritaires.

Giratoire

- Carrefour comportant un anneau de circulation à sens unique entourant un îlot central vers lequel convergent plusieurs routes ou voies de circulation.

Priorité à l'anneau

- Mode d'exploitation des giratoires, où les véhicules entrants doivent céder le passage aux voitures déjà engagées dans le carrefour et circulant sur l'anneau autour de l'îlot central. En arrivant à l'entrée du giratoire, le conducteur non prioritaire ralentit avant d'accélérer pour s'engager dans l'anneau de circulation, ou bien avant de s'arrêter s'il estime ne pas avoir la possibilité de s'insérer entre deux véhicules prioritaires. Ainsi, soit l'automobiliste profite d'un créneau pour s'engager dans l'anneau, soit il rejette ce créneau, car il l'estime trop court.

Créneau

- Intervalle de temps entre deux véhicules successifs circulant de façon continue sur une même voie, en l'occurrence sur l'anneau d'un giratoire.

Anneau de circulation (ou surface roulable, chaussée roulable ou chaussée annulaire) :

- Voie généralement circulaire entourant l'îlot central sur laquelle roulent les véhicules devenus prioritaires par rapport aux voitures se présentant aux différentes entrées dans le giratoire.

Vocabulaire et définitions

Ilot central ou rond-point

- Obstacle circulaire, parfois ovale, occupant la zone centrale du giratoire et autour duquel circulent les véhicules.

Ilot semi-franchissable (« chevauchable » ou « carrossable »)

- Îlot central pourvu d'une couronne extérieure dont le revêtement se distingue, par sa texture et sa couleur, de l'anneau de circulation proprement dit et qui peut être utilisée par les roues du côté gauche d'un véhicule, notamment d'un poids lourd.

Ilot franchissable

- Rehaussement du centre du carrefour combiné à un traitement de surface différent de l'anneau ou simple marquage de cercles concentriques peints.

Diamètre du giratoire

- Diamètre du plus grand cercle que l'on peut inscrire à l'intérieur des limites physiques du carrefour giratoire. Appelé aussi « diamètre inscrit » ou « diamètre extérieur ».

Diamètre intérieur

- Diamètre de l'îlot central du giratoire.

Vocabulaire et définitions

Branches

- Voies de circulation convergeant vers le giratoire, à double sens de circulation (entrée et sortie du giratoire) ou à sens unique.

Sortie

- Zone du débouché du giratoire dans une route, séparée de l'anneau de circulation par une ligne de guidage.

Entrée

- Zone de débouché d'une route dans le giratoire, séparée de l'anneau de circulation par une ligne de cédez le passage. L'entrée, évasée ou à bords parallèles, est le lieu de ralentissement ou d'arrêt des véhicules avant leurs accélérations pour s'engager dans le giratoire, lorsqu'un créneau de circulation suffisant sur l'anneau le permet.

Évasement de l'entrée

- Elargissement éventuel, plus ou moins graduel, de la route d'entrée, permettant à deux voitures ou d'avantage de s'engager simultanément dans le giratoire, ou bénéficier d'un même créneau.

Ilot séparateur

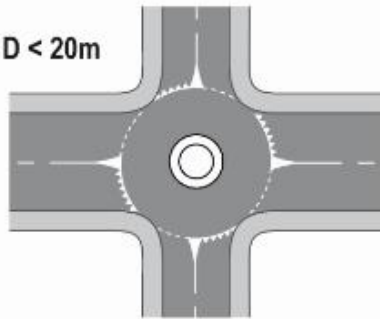
- Îlot aménagé sur une branche d'approche, entre les voies d'entrée et de sortie pouvant servir de refuge aux piétons et imposant aux véhicules une déflexion de leur trajectoire. En milieu urbain, si la place fait défaut, ou s'il s'agit de débouchés de voies faiblement circulées, les îlots séparateurs sont parfois réduits à un simple marquage au sol (peinture).

Typologies de giratoire

Suivant les types de véhicules qui l'empruntent (poids lourds et/ou bus, voiture etc.), les giratoires peuvent avoir différents diamètres, ainsi que des îlots centraux de différents types (franchissables ou non).

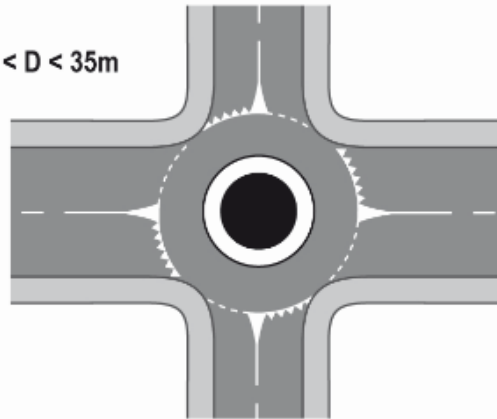
Mini-giratoire:
Îlot franchissable

$14 < D < 20\text{m}$



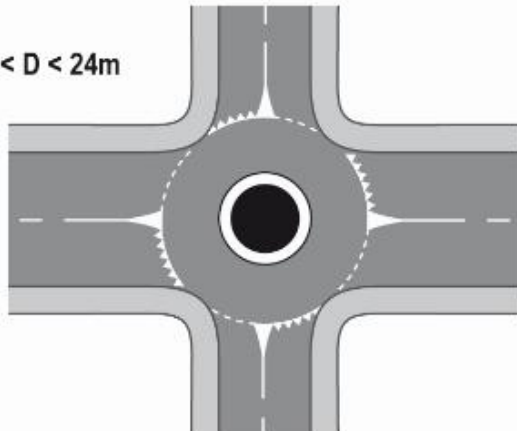
Giratoire compact
Simple voie

$22 < D < 35\text{m}$



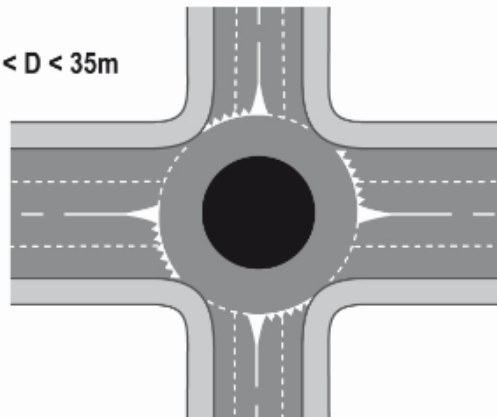
Mini-giratoire:
Îlot semi-franchissable

$18 < D < 24\text{m}$



Giratoire compact
Double voie

$22 < D < 35\text{m}$



Légende:



*Îlot central
marquage circulaire ou
réhaussement franchissable*



*Îlot central
non-franchissable*



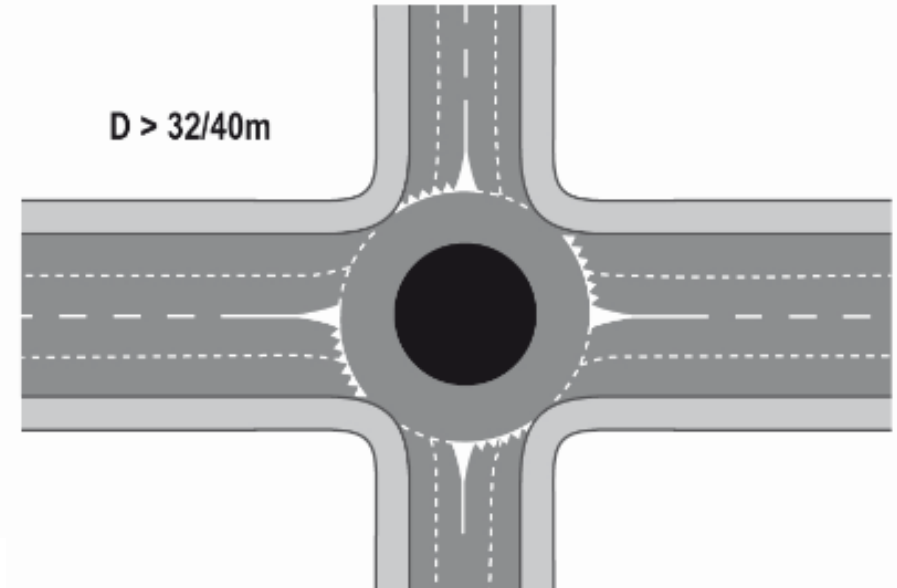
*Îlot central
franchissable en périphérie*

D

Diamètre extérieur (m)

Grand giratoire

$D > 32/40\text{m}$



Exemple: **Sortie d'autoroute à Bernex, GE**



Exemple: Lausanne Maladière, VD



Exemple: Chêne-Bougerie, GE



Exemple: Grand-Lancy, GE



Exemple: **Anthy-sur-Léman, Haute-Savoie**



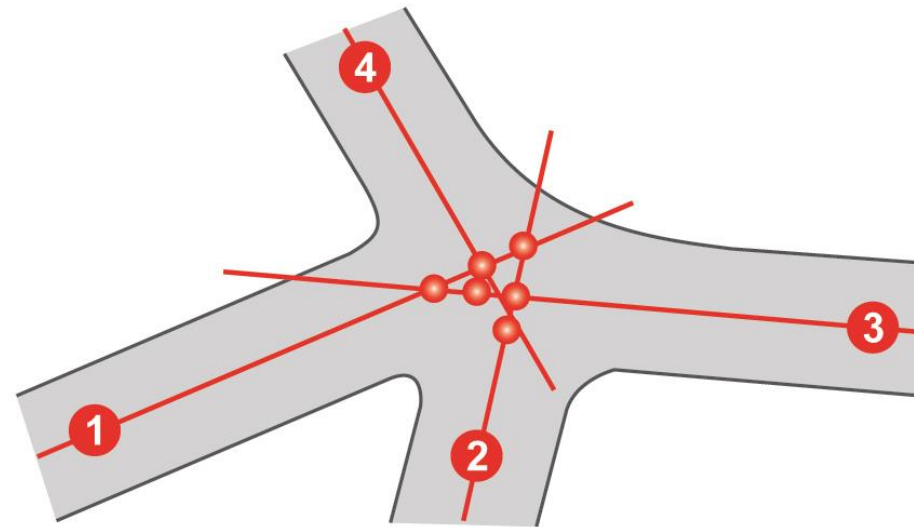
Exemple: Champs-Fréchets, Meyrin, GE



Principes d'aménagement

Position du centre du giratoire

- Dans l'idéal, à l'intersection des axes des voies arrivant sur le giratoire. Souvent compliqué à obtenir, on place alors le centre du giratoire au barycentre des points de croisement de chaque axe.



Choix du diamètre extérieur

A choisir suivant place disponible et type de véhicules qui vont emprunter le giratoire.

Considérer aussi que le diamètre du giratoire influence sa capacité (voir calcul de capacité ci-après). Important de trouver le bon compromis entre l'espace à disposition et l'espace nécessaire au bon fonctionnement de l'ouvrage.

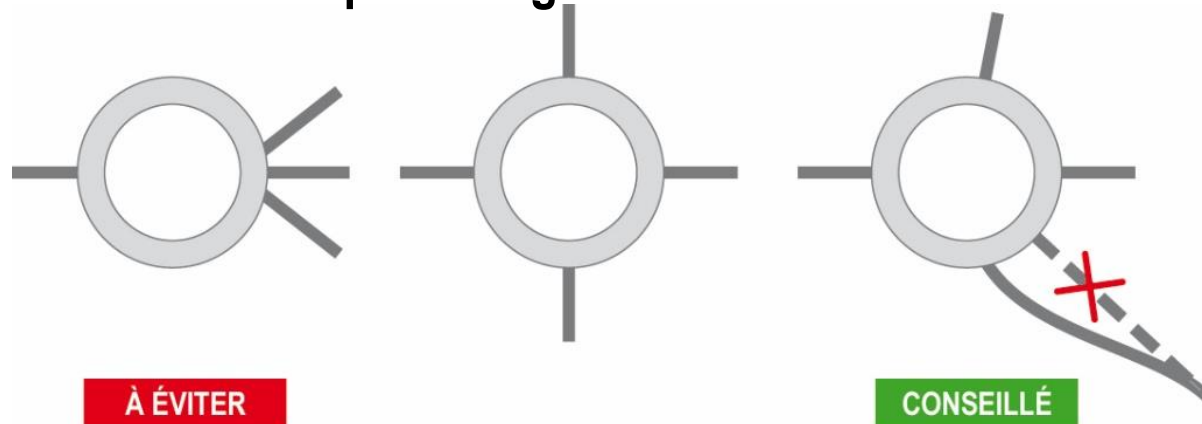
- Mini-giratoire (diam. inf. à 22m) en milieux urbains et résidentiels
- Diamètre standard env. 32 m

Principes d'aménagement

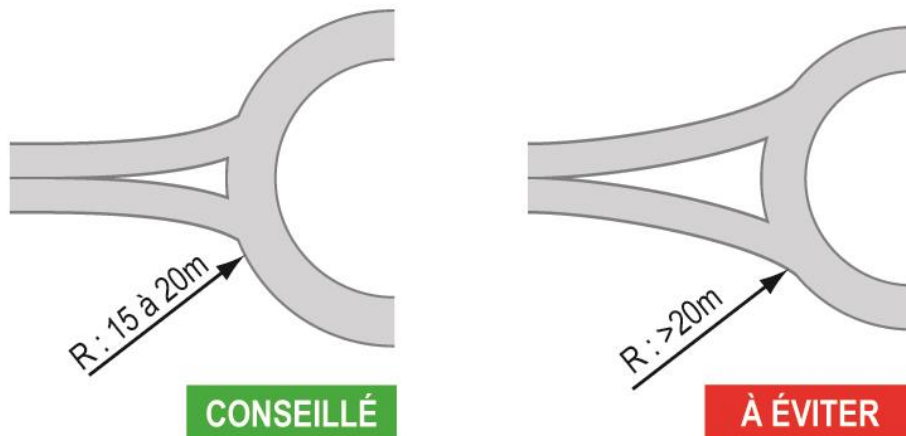
Orientation des branches

- Orientation des branches du giratoire ne doit pas permettre à l'automobiliste de suivre une trajectoire rectiligne entre l'entrée et la sortie du giratoire. Sinon, tendance à ne pas suffisamment ralentir à l'approche de l'intersection, et grand risque de non respect de perte de priorité à l'entrée.

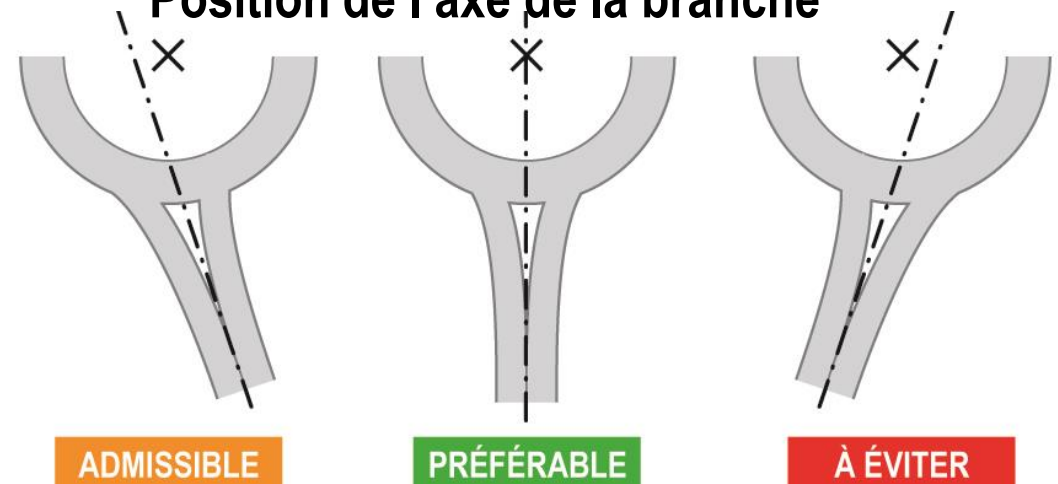
Branches les plus éloignées les unes des autres



Rayon de la voie d'entrée



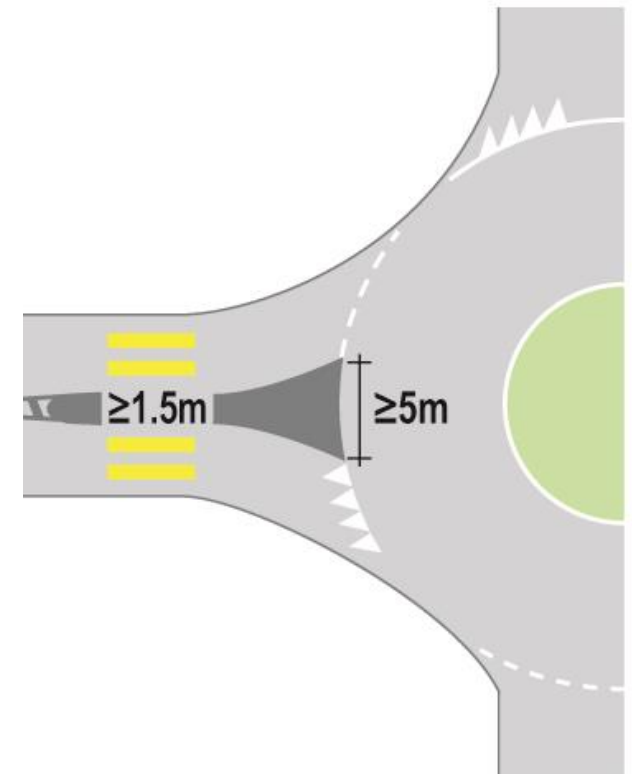
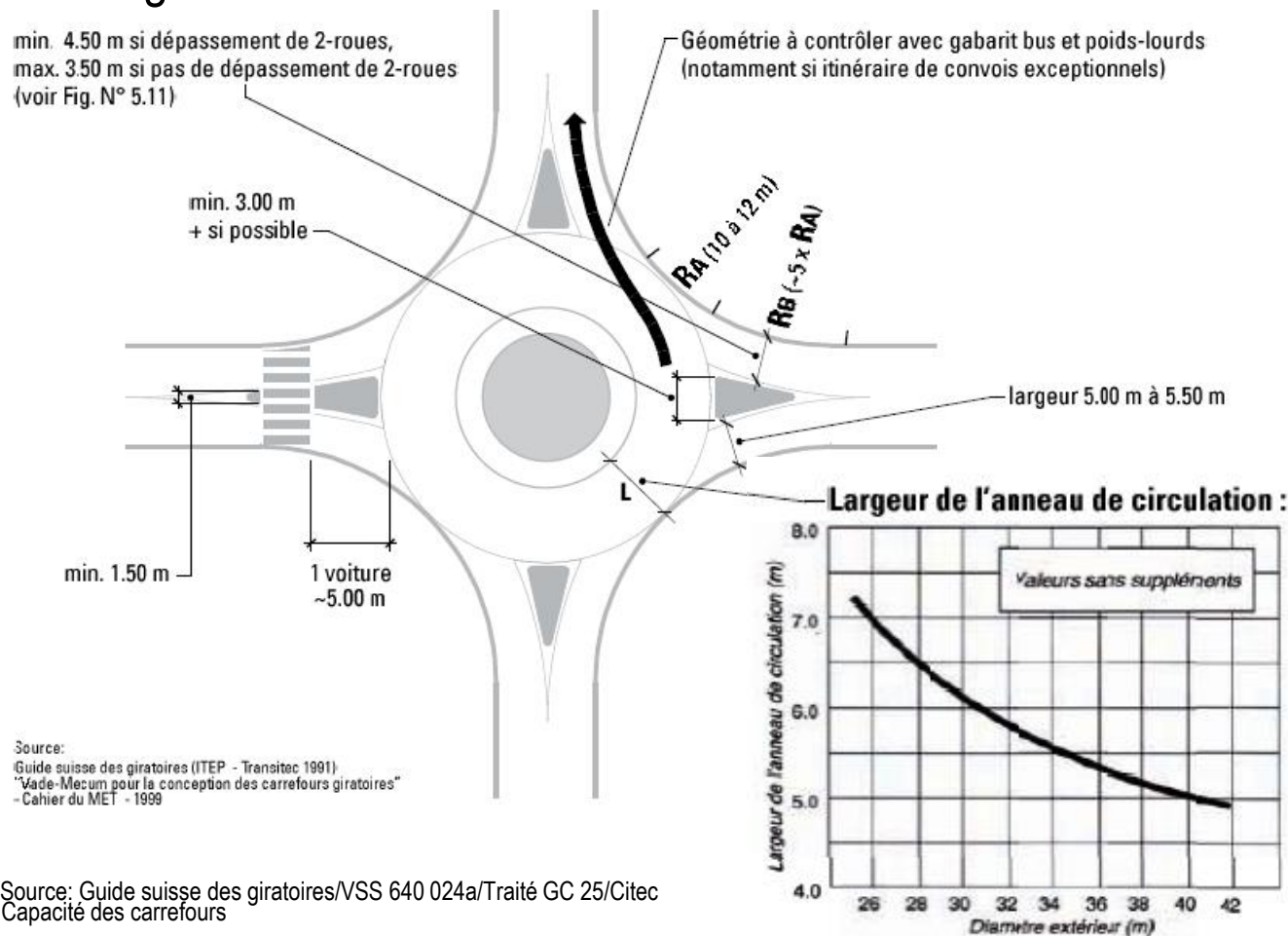
Position de l'axe de la branche



Principes d'aménagement

Dimensionnement de l'îlot-séparateur

- Front de l'îlot séparateur au minimum 5 m.
- Largeur de la partie servant de refuge pour traversée piétonne minimum 1.5 m.
- Traversée piétonne à environ 5 m de l'entrée du giratoire (permettre stockage d'un véhicule).
- Largeur entrée 3 à 5 m pour une voie de circulation (variable suivant si dépassement 2 roues).
- Largeur sortie 5 à 5.50 m.



Giratoires : **Méthode**

Carrefour giratoire :

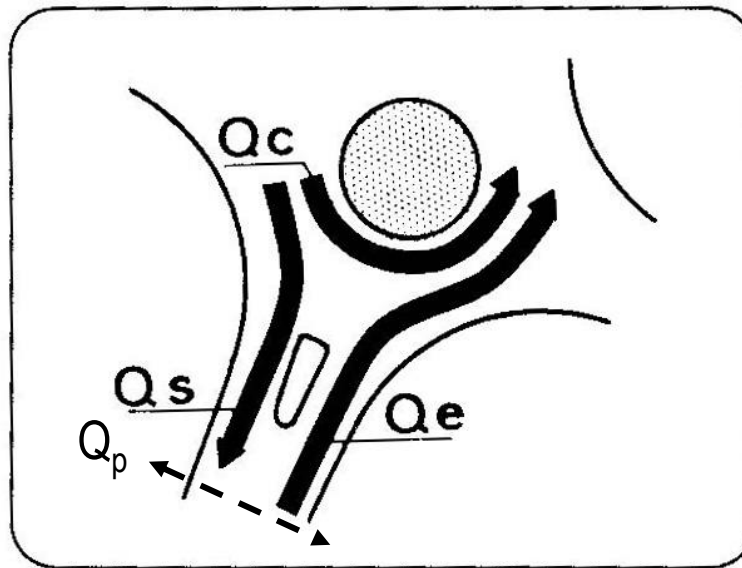
- Réduire le nombre de points de conflits
- A perte de priorité mais sans ordre hiérarchique entre les branches

Méthode du *Guide suisse des giratoires* :

- Applicable aux giratoires compacts avec un diamètre compris entre 26 et 40 m
- Basé sur la méthode des créneaux critiques
 - Analyse de chaque branche, une à une
 - Si une branche ne fonctionne pas, l'ensemble du giratoire ne fonctionne pas

Giratoires : **Courants de circulation**

- Q_c , débit de trafic circulant sur l'anneau au niveau de l'entrée
- Q_e , débit de trafic entrant dans le giratoire
- Q_s , débit de trafic sortant du giratoire
- Q_p , le débit de piétons traversant la chaussée au niveau de la branche



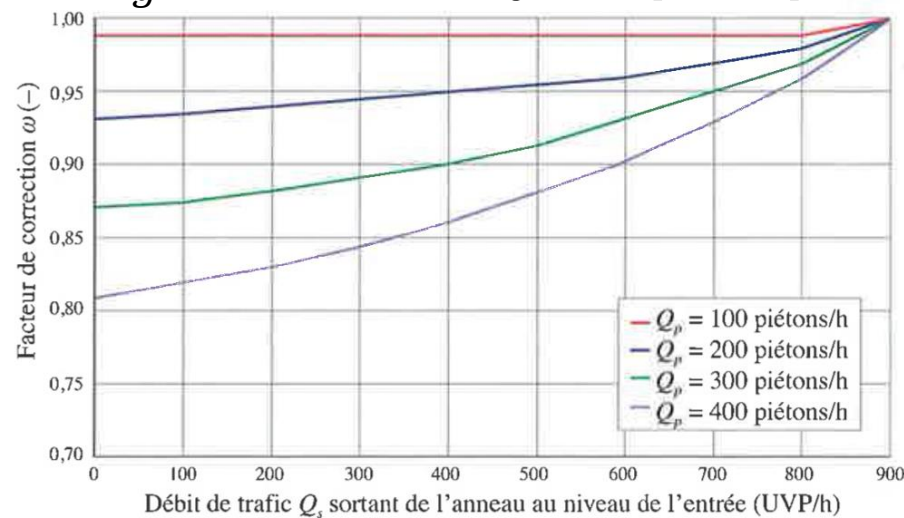
Giratoires : Capacité des entrées

Capacité d'une entrée dans le giratoire en [UVP/h] :

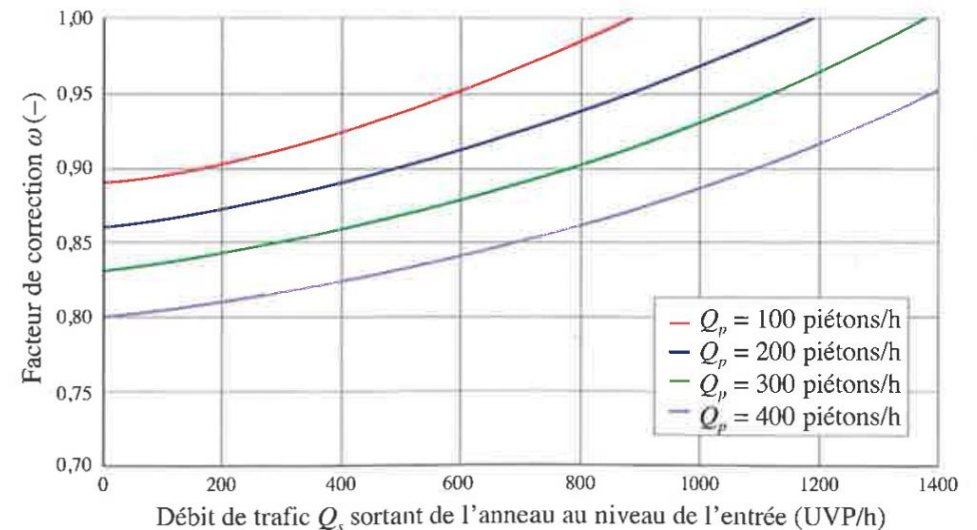
$$C_e = \omega \cdot \frac{1500 - \frac{8}{9} \cdot Q_g}{\gamma}$$

Avec :

- ω , le facteur de correction tenant compte des piétons traversant à l'entrée du giratoire, en fonction du nombre de voies [-]
- γ , le facteur de répartition du trafic entrant [-]
- Q_g , le débit de trafic gênant [UVP/h]



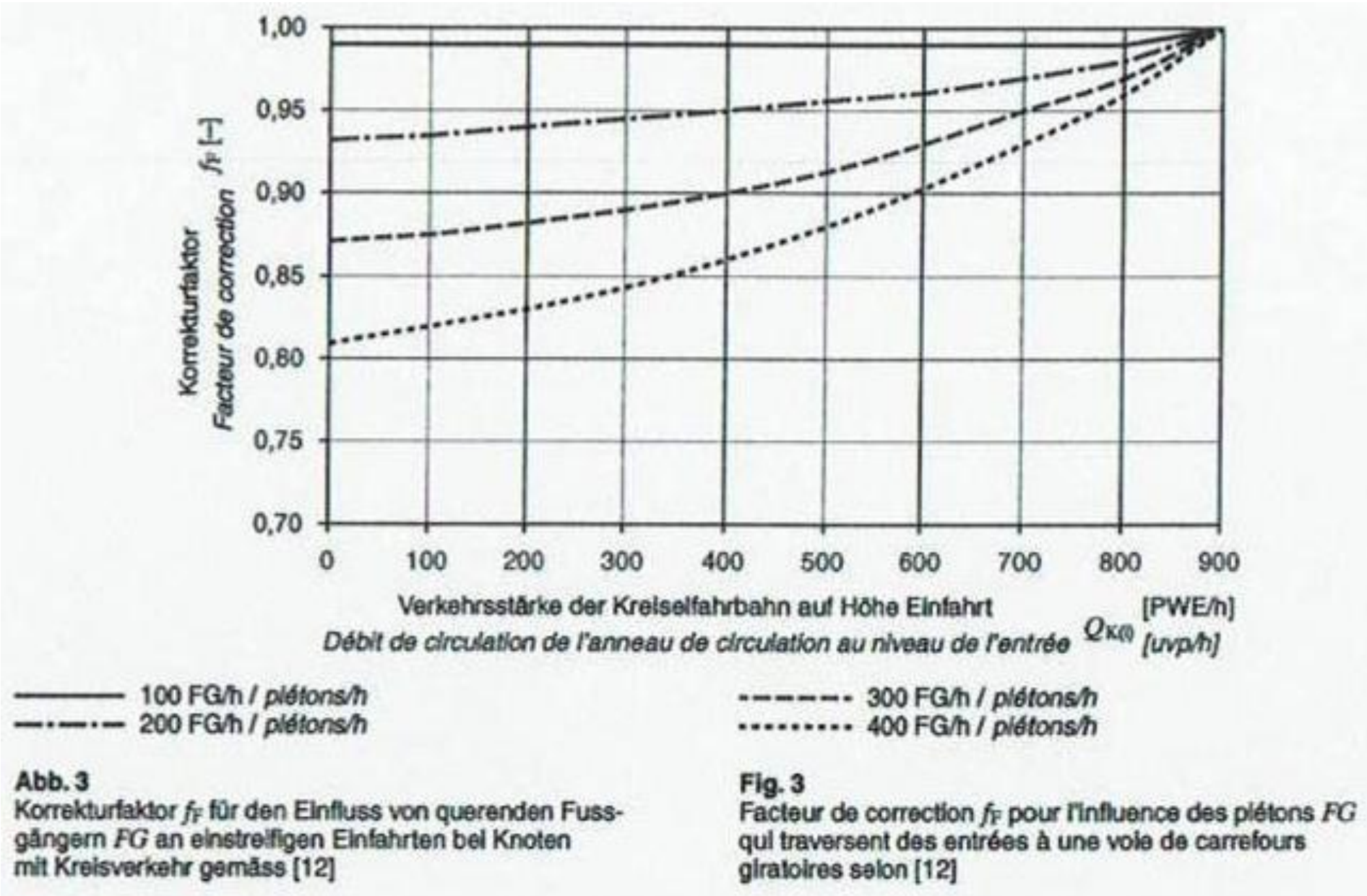
Entrée à une voie



Entrée à deux voies

Calcul de capacité (guide suisse des giratoires ou VSS 640 024a)

Facteur de correction pour l'influence des piétons au niveau de l'entrée selon VSS :



Giratoires : **Trafic gênant**

Débit de trafic gênant en [UVP/h] :

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

Avec :

- α , le coefficient de prise en compte du trafic sortant [-]
- Q_s , le débit de trafic sortant du giratoire [UVP/h]
- β , le facteur de réduction du trafic circulant sur l'anneau [-]
- Q_c , le débit de trafic circulant sur l'anneau au niveau de l'entrée [UVP/h]

Giratoires : **Prise en compte du trafic sortant α**

Coefficient de prise en compte du trafic sortant α en fonction de la distance b entre les points de conflits C et C' des trajectoires entrantes et sortantes

$$6 \text{ m} \leq b < 21 \text{ m}$$

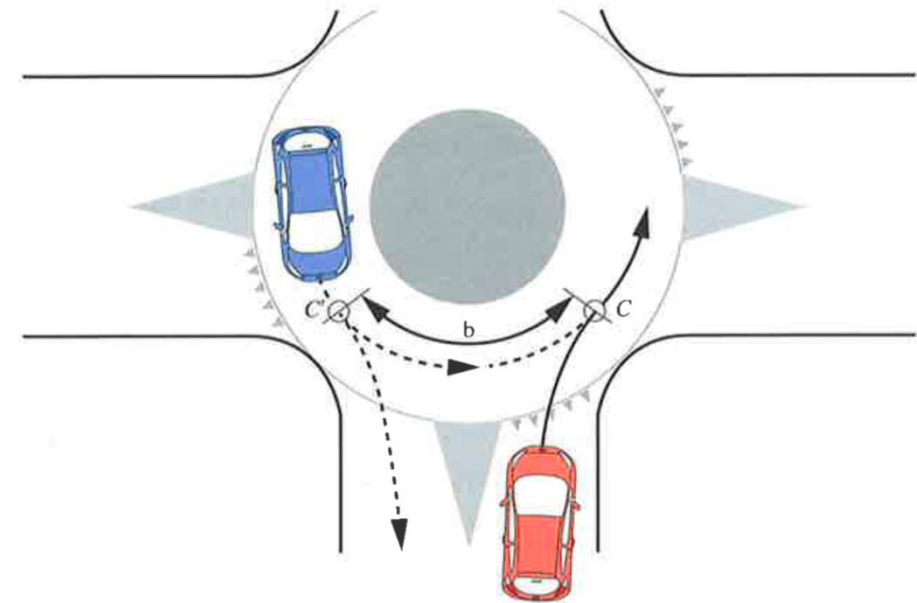
$$\alpha = 0.98 - 0.042 \cdot b$$

$$21 \text{ m} \leq b \leq 27 \text{ m}$$

$$\alpha = 0.1$$

$$b > 27 \text{ m}$$

$$\alpha = 0$$



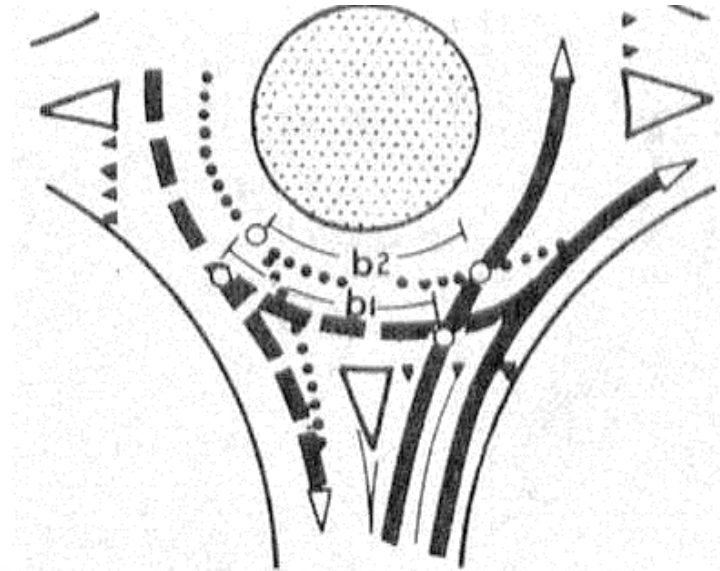
Si le flux de trafic est faible ou la vitesse de circulation élevée, la valeur de α peut être augmentée d'un tiers.

Si le flux de trafic est élevé ou la vitesse de circulation faible, la valeur de α peut être diminuée d'un tiers.

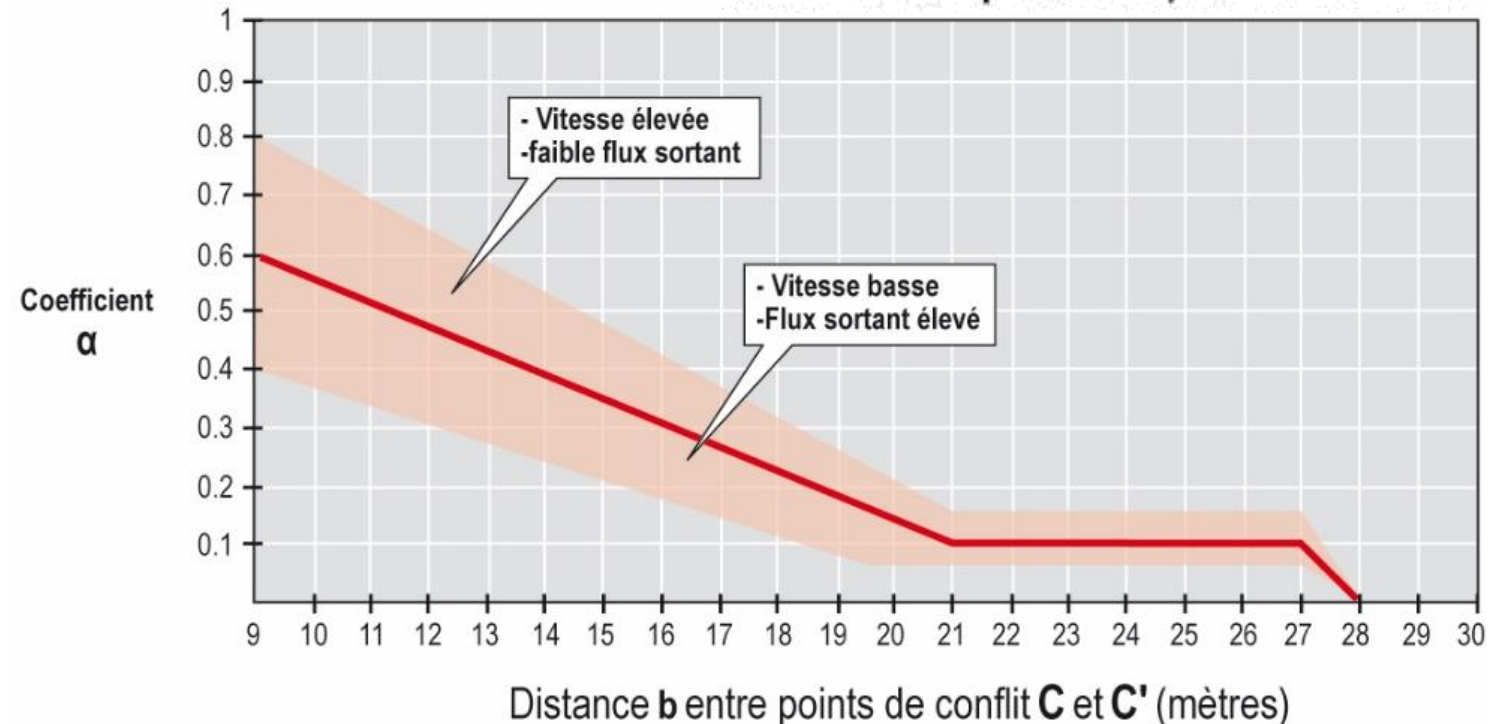
Calcul de capacité (guide suisse des giratoires ou VSS 640 024a)

Choix de la distance **b** déterminante (la plus petite) dans le cas de :

- giratoires à 2 voies d'entrée et 1 ou 2 voies à l'anneau



Calcul du coefficient de prise en compte du trafic sortant (α) en fonction de la distance **b**.



Giratoires : **Prise en compte du trafic sur l'anneau β et entrant γ**

Valeurs du coefficient β :	Pour 1 voie sur l'anneau	$\beta = 0.9 \text{ à } 1.0$
	Pour 2 voies sur l'anneau	$\beta = 0.6 \text{ à } 0.8$
	Pour 3 voies sur l'anneau	$\beta = 0.5 \text{ à } 0.6$

Valeurs du coefficient γ :	Pour 1 voie à l'entrée	$\gamma = 1.0$
	Pour 2 voies à l'entrée	$\gamma = 0.6 \text{ à } 0.7$
	Pour 3 voies à l'entrée	$\gamma = 0.5$

La détermination des paramètres β et γ s'effectue en tenant compte principalement :

- du degré d'utilisation de chaque voie d'entrée en fonction des destinations des flux
- de la répartition du trafic circulation sur les voies de l'anneau

Giratoires : Taux de capacité utilisée à l'entrée

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

$$\text{TCU}_e = \left(\gamma \frac{Q_e}{C_e} \right) \times 100 \quad [\%] \qquad \text{TCU}_c = \frac{\left(\gamma Q_e + \frac{8}{9} Q_g \right)}{1500} \times 100 \quad [\%]$$

Calcul de capacité (guide suisse des giratoires ou VSS 640 024a)

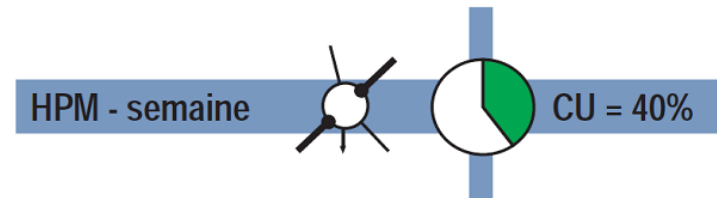
Interprétation des résultats :

$TCU_c < 85\%$ **OK**

$85\% < TCU_c < 110\%$ **+/- OK** !! dysfonctionnements ponctuels si hyper-pointes marquées !!

$TCU_c > 110\%$ **KO** Remontées de files

Représentation graphique :



Cas particuliers et analyse CU :

- prise en compte du trafic piéton => facteur de correction sur C_e (en fonction de Q_c) => normes VSS
- présence d'un tram => majoration charges (5-10m/s, fréquence, sur toutes les charges ou non, etc.)
- estimation des longueurs de files => norme VSS (abaques)
- temps d'attente => norme VSS (abaques)

Si $TCU_c > 110\%$:

- report des charges de trafic
- calibrage des voies (branches et/ou à l'anneau – attention à être cohérent)
- bypass (attention à la réinsertion après)
- dans une moindre mesure... géométrie (diamètre, îlots, etc.)

Giratoires : Temps et véhicules en attente

Temps d'attente moyen w_i en [s] (selon Kimber et Hollis) :

$$w_i = 900 \cdot \left(TCU_e - 1 + \sqrt{(TCU_e - 1)^2 + \frac{8 \cdot \alpha \cdot TCU_e}{C_e/\gamma}} \right) + \frac{3600}{C_e/\gamma}$$

Nombre de véhicules en attente N_i pour le courant i en [UVP] (selon Kimber et Hollis):

$$N_i = 900 \cdot \left(TCU_e - 1 + \sqrt{(TCU_e - 1)^2 + \frac{8 \cdot \alpha \cdot TCU_e}{C_e/\gamma}} \right) + \frac{3600}{Q_e}$$

Avec :

- Q_e , le débit de trafic entrant dans le giratoire [UVP/h]
- C_e , la capacité de l'entrée dans le giratoire [UVP/h]
- TCU_e , le taux de capacité à l'entrée dans le giratoire [%]
- α , le facteur de probabilité :
50% → $\alpha = 1$
95% → $\alpha = 2.97$
99% → $\alpha = 4.65$

Giratoires : Niveau de service

Niveau de service	Valeur de w_i	Qualité	Evaluation
A	≤ 10	Excellent	Aucune file d'attente. Traversée du giratoire quasiment sans gêne. Pas de temps d'attente.
B	10 à 15	Bon	Aucune file d'attente. Traversée du giratoire faiblement gênée. Temps d'attente acceptable.
C	15 à 25	Satisfaisant	Petites files d'attente. Influence fréquente des véhicules prioritaires. Augmentation des temps d'attente.
D	25 à 45	Suffisant	Longues files d'attente se résorbant temporairement. Traversée du giratoire gênée par tous les véhicules. Temps d'attente élevé pour certains véhicules.
E	≥ 45	Insuffisant	Longues files d'attente permanentes. Traversée du giratoire avec une gêne permanente pour tous les véhicules. Saturation temporaire. Temps d'attente très long et fortement variables.
F	$R_i \leq 0$	Totalement insuffisant	Pas de résorption des longues attentes de véhicules. Débit excédentaire par rapport à la capacité. Temps d'attente très longs.



EPFL



Villes et Transports

Cours réalisé avec le support de **citec**

EPFL
Génie Civil

Responsable du cours:
Franco Tufo, Ingénieur Transports EPFL
franco.tufo@epfl.ch et franco.tufo@citec.ch ■