



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
People's Democratic Republic of Algeria



Ministry of Higher Education and Scientific Research
مستغانم باديس ابن الحميد عبد جامعة
Abdelhamid Ibn Badis University of Mostaganem
والتكنولوجيا العلوم كلية
Faculty of Sciences and Technology
المدنية الهندسة قسم
Civil Engineering Department

N° d'ordre : M/GC/2023

Mémoire de Master académique

Filière : Travaux Publics

Spécialité : Voies et ouvrages d'art

CAPACITE DES GIRATOIRES

Présenté par :

- Laidi Chaima
- Chaa Ikram

Mr. BOUKHOULDA HAFID

MAA

PRESIDENT

Mr. ROUAM SERIK MOHAMED

MAA

EXAMINATEUR

Mr. BELGUESMIA NOUREDDINE

MCA

ENCADRENT

Année Universitaire : 2022 / 2023

Remerciement :

Nous tenons à remercier toutes les personnes qui ont contribué au succès de mon mémoire et qui m'ont aidée lors de la rédaction de ce mémoire .

Nous remercions également toute l'équipe pédagogique de département de Génie civil et les intervenants professionnels responsables ainsi aux membres des jurys pour avoir bien voulu examiner et juger ce travail.

Nous tenons à remercier également tous nos proches et amis pour leur encouragement.

Nous tenons à témoigner toute notre reconnaissance aux personnes suivantes pour leur aide dans la réalisation de ce mémoire (

Nous voudrions dans un premier temps remercier ALLAH , mes parents , mon encadrant de mémoire Mr. BELGUESMIA NOUREDDINE pour sa patience , sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils qui ont contribué à alimenter ma réflexion .

DEDICACES

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux Personnes les plus chères au monde, mes chers parents pour leurs amour Et bonté et que sans eux je n'aurai jamais pu atteindre mon objectif. Que Dieu me les garde.

À...

- Mes parents**
- Mes chers frères**
- Mes sœurs (SARAH , HALIMA)**
- Mon binôme et compatriote du projet de fin d'étude (CHAA IKRAM)**
- Tous mes amis**
- Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'accomplissement de ce travail.**
- Toute la promotion 2022/2023**

DEDICACES

C'est avec un très grand honneur que je dédie ce modeste travail aux Personnes les plus chères au monde, mes chers parents pour leurs amour Et bonté et que sans eux je n'aurai jamais pu atteindre mon objectif. Que Dieu me les garde.

À...

- Mes parents

- Mes chers frères

-Mes sœurs

- Mon binôme et compatriote du projet de fin d'étude (LAIDI CHAIMAA)

- Tous mes amis

- Tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans l'accomplissement de ce travail.

- Toute la promotion 2022/2023

Résumé :

Ce projet permet surtout d'éliminer la majorité des encombrements existants en permettant à la fois un bon confort et une meilleure visibilité du tracé des giratoires. Il permettra aussi d'orienter et d'acheminer les usagers vers les destinations voulues sans aucun gêne de circulation. Le présent travail porte sur l'étude des capacités des giratoires en milieu suburbain où les carrefours giratoires représentent les véritables déterminants de la réglementation des flux et la détermination des capacités d'un carrefour, ils se révèlent être en règle générale les régulateurs des débits de circulation en ville.

ABSTRACT :

This project primarily aims to eliminate existing congestion by providing both comfort and better visibility of the layout. It will also help guide and direct users to their desired destinations without any traffic disruption. This work focuses on studying the development of an intersection in an urban environment, where intersections generally serve as the determinants of a road's capacity and act as traffic flow regulators in cities.

المخلص :

هذا المشروع يهدف بشكل أساسي إلى التخلص من جميع الازدحامات الموجودة عن طريق توفير راحة جيدة ورؤية أفضل للطريق. كما سيسمح أيضًا بتوجيه المستخدمين وتوجيههم إلى الوجهات المرغوبة دون أي اضطراب في حركة المرور. يتناول هذا العمل دراسة تهيئة تقاطع في وسط المدينة حيث تمثل التقاطعات المحددة العوامل الحقيقية لسعة الطريق، وعمومًا تثبت أنها منظمين لتدفق حركة المرور في المدينة.

Sommaire

Chapitre I : Introduction générale

I.1 Introduction	05
I.2 Rappel historique.....	05
I .3 géométrie des carrefour giratoires	06
I.4 classement des carrefour giratoires.....	06
I.5 avantages des carrefour giratoires	07
I.6 But du projet.....	08

Chapitre II : Généralités

II.1 Introduction	09
II.2 définition d'un carrefour	09

Chapitre III : Etude du trafic

III .1 Introduction	22
III.2 Comptages sur voirie	23
III.3 Etude du carrefour projeté	25

Chapitre IV : Présentation du projet

III. 1 Introduction	30
IV. 2 Etude du carrefour giratoire.....	30
V.	

Chapitre V : Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité des giratoires

VI. 1 Calcul de la capacité du giratoire	30
--	----

Chapitre VI : Etat des connaissances en matière de sécurité

VII.1 Sécurité en carrefour giratoire	36
---	----

VI.2 Sécurité, comportements et confort des différentes catégories d'usagers	38
VI.3 Les aménagements spécifique	39
VI.4 Quand il ne faut pas choisir le giratoire	41
VI.5 Quand s'impose le giratoire	42

Chapitre 7 : Signalisation

7. 1 Signalisation	44
7. 2 Eclairage	46
Conclusion générale	49
Annex	51
Références Bibliographique	56

Chapitre 1 :

Introduction générale

1.1 Introduction

L'accroissement rapide de la circulation automobile dans les villes a entraîné une congestion du trafic dans le milieu urbain, notamment, au niveau des carrefours.

Les carrefours urbains représentent bien plus que de simples intersections du réseau viaire. De par leur usage, ils sont des lieux qui cumulent des enjeux circulatoires, des enjeux de sécurité, mais aussi des enjeux d'urbanisme et de vie locale.

En effet, les dangers d'une configuration classique de carrefour résident dans le fait que les conflits entre véhicules se produisent à vitesse élevée et avec des trajectoires différentes, et le choix de notre sujet est guidé par l'évolution et l'importance que prend la circulation dans notre vie quotidienne, la sensibilité et l'intérêt des gens à ce problème ainsi que le retard de notre pays vis-à-vis des pays développés dans le domaine de la technique de circulation qui a un rôle important pour concevoir des aménagements ou réaliser des circuits réglementés à la base des données du trafic.

1.2 Rappel historique

Au XIXe siècle, les carrefours circulaires désignés sous l'appellation de ronds-points permettaient par leurs dimensions majestueuses et leurs aménagements sculpturaux l'identification des convergences des voies principales des grandes villes; aucune règle de priorité ne gérait alors ces carrefours. En 1906 et 1907 devant les conflits survenant entre les usagers de l'époque, les premiers carrefours à sens de giration sont créés à Paris: la place de l'Étoile (place Charles de Gaulle) et la place de la Nation. Le carrefour giratoire est un aménagement à réaliser aux intersections de voies. Il est destiné à assurer à la fois la gestion des conflits, la fluidité du trafic et la sécurité des usagers. L'accroissement continu du trafic et la règle de la priorité à droite, c'est-à-dire au trafic entrant, ont provoqué le blocage du carrefour les besoins en matière de stockage sur l'anneau étant supérieurs à la capacité de l'anneau. C'est pourquoi, en 1966 en Grande Bretagne, a été établie, après expérimentation, la priorité aux véhicules circulant sur l'anneau. Cette solution, testée en France à partir de 1970, s'est développée après 1984 et est devenue obligatoire par le décret du 6 septembre 1993.

1.3 Géométrie des carrefours giratoires

Les principaux paramètres caractérisant un giratoire sont :

- l'îlot central : Il doit être de préférence de forme circulaire car les giratoires de forme non circulaire, et notamment ovale, présentent un taux d'accidents plus élevé. L'îlot central est ceinturé de bordures basses ou d'une bande franchissable de 1,5 à 2 m ;
- l'îlot séparateur : Les îlots séparateurs favorisent la perception du carrefour en approche. Leur largeur influe sur la capacité en dissociant plus tôt les véhicules qui sortent de ceux qui tournent. Ils peuvent être évasés ou droits. Ils ne doivent pas provoquer un brusque rétrécissement de l'entrée ;
- le rayon du giratoire R_g ;
- le rayon intérieur R_i ;
- le rayon de sortie R_s ; Il doit être supérieur au rayon intérieur du giratoire avec un minimum de 15 m et un maximum de 30m ;
- le rayon d'entrée R_e ; Il est recommandé entre 8 m et 15 m. En aucun cas, il ne doit dépasser le rayon extérieur du giratoire ;
- les dimensions de l'anneau (ou le chaussée annulaire) ;
- le nombre de voie d'entrée et de sortie ;
- le nombre de branches.

1.4 Classement des carrefours giratoires

selon le trafic, la nature des voies, le domaine d'utilisation et les exigences de l'environnement, on peut classer les carrefours giratoires en 5 familles

• **Les giratoires urbains « standards » qui peuvent être installés sur :**

- les voies de desserte ;
- les voies de distribution locale ;
- les voies à trafic principal ;
- les voies de desserte des zones d'activité et voies de transport en commun.

• **Les giratoires urbains « stratégiques » destinés aux :**

- voies de distribution principale ;
- voies pénétrantes, rocares et voies rapides urbaines ;
- voies des zones industrielles.

- Les giratoires périurbains destinés à l'aménagement des entrées de ville.
- Les giratoires de rase campagne du réseau routier non structurant (VNRS).
- Les giratoires de rase campagne du réseau routier structurant (VRS).

On peut aussi classer les giratoires selon le diamètre d ou le rayon du giratoire R_g tel qu'on trouve :

- les petits giratoires $R_g < 15 \text{ m}$;
- les giratoires moyens $15 \text{ m} < R_g < 22 \text{ m}$;
- les grands-giratoires $R_g \geq 22 \text{ m}$.

1.5 Avantages des carrefours giratoires

Les carrefours giratoires ont beaucoup plus d'avantages à comparer avec les intersections traditionnelles, qui sont principalement :

- Le renforcement de la sécurité

La réduction du nombre de points de conflits, et de la vitesse des véhicules

entraînent la diminution considérable des risques d'accidents et de blessures graves

La réduction de la vitesse La pénétration dans un carrefour giratoire nécessite la diminution de la vitesse, ce qui n'est pas le cas dans les carrefours à feux.

- L'accroissement de la capacité

Un carrefour giratoire permet une meilleure gestion du nombre élevé de véhicules qui effectuent des virages à gauche que des feux de signalisation.

- La diminution des arrêts et des retards

Le céder le passage à l'entrée d'un carrefour giratoire réduit considérablement les retards causés par l'arrêt et l'attente du feu vert dans d'un carrefour à feux ou l'attente de pouvoir s'engager dans la circulation au niveau d'un panneau de stop.

- La diminution du ralentissement et de la pollution atmosphérique

La réduction du ralentissement entraîne une diminution de la consommation de carburant et une meilleure qualité de l'air grâce à la diminution des émissions de dioxyde de carbone.

- La réduction des coûts d'entretien

Le carrefour giratoire élimine les coûts d'entretien et d'électricité rattachés aux feux de circulation.

- L'amélioration esthétique de l'infrastructure

L'îlot central offre des possibilités d'aménagement paysager et décoratif. La Tunisie est un très bon exemple dans l'aménagement des îlots de giratoires par l'implantation des sculptures de la particularité de la région,

1.6 But du projet

Notre étude porte sur l'aménagement d'un carrefour giratoire se situant dans la commune de OULED-HAMMOU au niveau de la wilaya de MOSTAGANEM dont l'objectif est d'assurer une liaison et une meilleure fluidité entre les différentes artères.

Vu le mauvais fonctionnement de ce carrefour et la présence des conflits de cisaillement, nous avons envisagé un aménagement en carrefour giratoire qui présente une des solutions les plus intéressantes utilisées actuellement, du fait de ses indéniables qualités en matière de sécurité et d'écoulement du trafic et de son aptitude à souligner certaines transition ou ruptures qui peuvent affecter un itinéraire.

Ce projet permet surtout d'éliminer tous les encombrements existants en permettant à la fois un bon confort et une meilleure visibilité du tracé. Il permettra aussi d'orienter et d'acheminer les usagers vers les destinations voulues sans aucun gêne de circulation.

Nous tenons à préciser que l'îlot giratoire favorise surtout le stoppage et le ralentie de la vitesse des usagers sans aucun danger.

Chapitre 2 :

Généralités

Introduction

L'intersection de plusieurs voies routières peut être une source grave d'insécurité. Le tiers des accidents et 40 % des décès sur les routes nationales se produisent au niveau des carrefours. L'aménagement des carrefours a pour but de réduire cette insécurité. Un carrefour est un lieu d'intersection de deux ou plusieurs routes au même niveau (ou de niveau déferant). Le bon fonctionnement d'une route dépend essentiellement de la performance des carrefours car ceux-ci présentent des lieux d'échanges et de conflits où la fluidité de la circulation et la sécurité du trafic sont indispensables

2.1 Définition d'un carrefour :

Les carrefours, nœuds de la maille urbaine, sont les véritables déterminants de la capacité d'une voie; ils se révèlent être en règle générale les régulateurs des débits de circulation en ville.

Un carrefour est le croisement de deux ou plusieurs routes ou se rencontrent des courants de circulation faisant entre eux un angle sensible. On distingue deux types de carrefours :

Carrefours à niveau ou carrefours plans dans lesquels il n'existe aucune dénivellation de courants.

Carrefours dénivelés ou carrefours à niveaux séparés dans lesquels certains sont dénivelés.

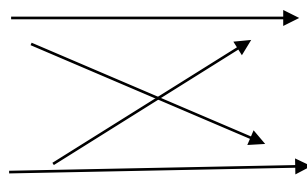
On appelle courant de circulation l'ensemble des véhicules qui vont d'une direction d'entrée à une direction de sortie.

2.2 Les types de conflits dans un carrefour :

Les différents courants de circulation qui se croient dans un carrefour créent un certain nombre de conflits qui peuvent être résumés dans les quatre conflits élémentaires suivants :

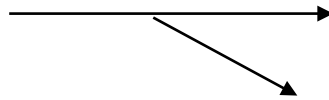
2.2.1 Conflits découlement parallèle :

Ces conflits sont dus aux changements de files, essentiellement en section courante.



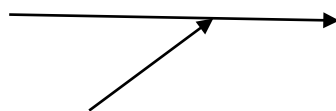
2.2.2 Conflits d'écoulement divergent :

Ces conflits apparaissent lorsque deux courants issus de la même direction, se dirigent vers deux directions différentes.



2.2.3 Conflits d'écoulement convergent :

Il y a convergence lorsque deux courants issus de directions différentes se dirigent vers la même direction.



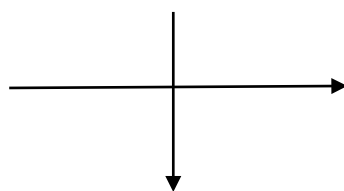
2.2.4 Conflits d'écoulement sécant :

Les conflits de l'écoulement sécant, très contraignants pour les conducteurs, doivent requérir une grande attention pour leurs règlements. Ils peuvent être réglés soit par :

a) Cisaillement

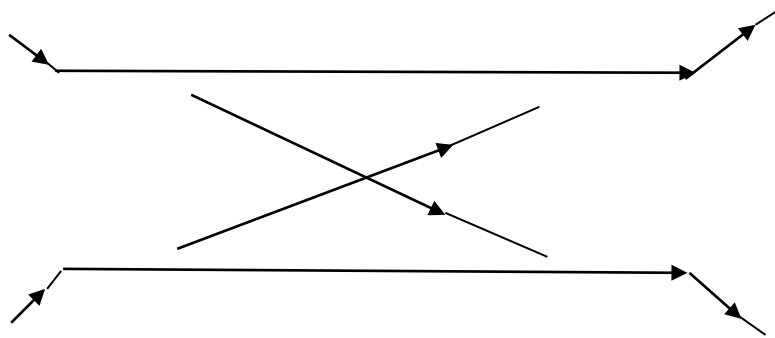
Se présentent quand deux courants se croisent sous un angle sensible voisin de 90° .

En cas où les flux qui convergent vers le carrefour ne sont pas très importants, le courant prioritaire doit s'arrêter par un « STOP » ou diminuer la vitesse par la balise « cédez le passage » ou une priorité droite, si les flux augmentent, il faut penser à l'installation des feux ou même déniveler le carrefour.



b) Entrecroisement

C'est la combinaison d'un écoulement convergent, d'un écoulement divergent et d'un écoulement parallèle, il peut être réalisé à vitesse relativement élevée si la section d'écoulement parallèle est suffisamment longue pour que le taux de changement de files soit faible.



2.3 Définition du carrefour giratoire

Un carrefour giratoire est une intersection ou un croisement routier, répondant aux deux conditions suivantes :

Comporter un terre-plein central, matériellement infranchissable, ceinturée par une chaussée mise à sens unique par la droite, sur la quelle débouche différentes routes. Être annoncé par une signalisation spécifique.

Un giratoire peut avoir plusieurs configurations, il est dit :

- Simple, lorsque tous les courants empruntent la chaussée annulaire ;
- Traversé, lorsque certains courants directs coupent le dispositif ;
- Dénivelé, lorsque l'un au moins des courants le traverse à niveau séparé.

2.4 Conditions de trafic

2.4.1 Volume

Le recours au carrefour giratoire devient plus particulièrement avantageux, lorsque le carrefour classique ne peut plus répondre à toutes les exigences de sécurité et de capacité.

Le carrefour giratoire est cependant pénalisant du point de vue des temps de parcours, lorsque le trafic principal atteint des valeurs élevées. Il convient dans ce cas d'envisager d'autres solutions (dénivellation totale ou partielle).

2.4.2 Répartition du trafic

En carrefour giratoire, il n'y a plus d'itinéraire prioritaire ou principal. Cet aménagement est donc bien adapté lorsque les trafics sur les différents axes sont du même ordre de grandeur.

Si l'un des itinéraires directs en présence possède un trafic nettement prépondérant, la perte de priorité imposée par le carrefour giratoire devient plus difficilement justifiable.

2.4.3 Trafic d'échange

Dans le cas où les trafics d'échange seraient importants, le carrefour giratoire est une solution intéressante qui améliore la fluidité de ces mouvements de trafic, réduit le nombre de conflits liés à ces échanges et résout le problème de stockage qui se pose en carrefour classique.

Le carrefour giratoire permet d'autre part des demi-tours aisés et améliore d'une façon générale le confort des mouvements tournants, avantage important pour les poids lourds en particulier.

2.4.4 Phénomène de pointe

De fait de sa forte capacité, le carrefour giratoire peut absorber les pointes de trafic, il possède une souplesse suffisante pour s'adapter à des trafics de pointes différemment répartis : pointes du matin, du soir, pointes saisonnières. Il permet en générale d'éviter le recours à la régulation par feux tricolores.

2.5 Principes généraux des carrefours giratoires

Les études des différents types d'accidents observés dans les carrefours giratoires et des éléments qui les ont favorisés conduisent à un certain nombre de recommandations et règles de base.

Un giratoire est avant tout un carrefour, point de rencontre de plusieurs routes donc au moins trois voies arrivent et/ou sortent du carrefour. Il n'y a pas de limite supérieure ; cependant les giratoires à plus de six branches sont rares.

Notons au passage que le rond-point à priorité à l'anneau est généralement la meilleure solution dans des carrefours complexes de plus de quatre branches.

2.5.1 Perception d'un carrefour giratoire

Un carrefour giratoire doit être perçu et identifié comme tel par tous les usagers qui vont l'aborder, de jour et surtout de nuit.

Le niveau de perception d'un giratoire dépend à la fois de la signalisation, des ilots séparateurs, de l'aménagement de l'îlot central et des abords, de l'éclairage et surtout de la cohérence des aménagements dans la séquence d'approche.

2.5.2 Lisibilité

Comme tout carrefour, le giratoire doit être lisible, c'est-à-dire compréhensible rapidement et sans ambiguïté par les usagers. Ce critère de lisibilité induit une grande simplicité de l'aménagement pour qu'il soit compris facilement par tous, en particulier des « nonhabituez ». La forme, la disposition des branches, le nombre et l'affectation des voies ne doivent pas conduire à des interprétations différentes.

Par exemple, la création d'une voie directe tourne à droite n'est à envisager que si elle est indispensable et réalisable sans prêter à confusion. De même, un double giratoire est lisible si les deux circonférences sont séparées d'une distance d'au moins 5 mètres.

2.5.3 Visibilité

Les usagers que vont entrer dans le giratoire doivent céder la priorité à ceux qui sont engagés sur l'anneau, ils doivent pouvoir identifier les véhicules prioritaire à la ligne « cédez le passage ».

Le strict nécessaire est de dégager la visibilité sur le quart gauche de l'anneau, à 10 m de l'entrée. La visibilité doit aussi être assurée en périphérie de l'îlot centrale en conservant une bande de 2 m dégagée de tout masque. Ce principe permet également de dégager un triangle de visibilité régulier pour les usagers qui circulent dans la partie intérieure de

2.6 Capacité d'un carrefour giratoire

La capacité est un paramètre technique qui reflète le niveau de service assuré par le carrefour du point de vue de la seule prise en compte du nombre de véhicules à gérer au droit de l'aménagement.

En milieu urbain ou périurbain, la capacité des giratoires est un problème fort, d'où l'importance des calculs de capacité. On ne calcul pas la capacité globale d'un carrefour giratoire, il doit être considéré comme une succession de carrefour en « T » disposant d'une capacité individuelle.

Pour calculer la capacité, il est nécessaire de connaître les trafics directionnels à l'heure la plus chargée, il est parfois utile de prendre aussi en considération la pointe inverse.

Néanmoins, dans les secteurs à fortes variations saisonnières, les trafics des périodes les plus chargées peuvent servir de base aux calculs.

La capacité est exprimée en **U.V.P** (unité de véhicules particuliers) par unité de temps. Une rapide observation du trafic horaire total entrant dans le giratoire permet de se faire une idée du niveau de la réflexion à mener sur la capacité :

➤ Moins de 1500 uvp/h, normalement pas problème ;

De 1500 à 2000 uvp/h, un examen de la répartition des trafics est nécessaire ; vérifiera que la somme des trafics entrant et tournant ne dépasse pas 1000 uvp/h à chaque entrée ;

Plus de 2000 uvp/h, un test de capacité est obligatoire ; Ce test peut être réalisé au moyen du logiciel « **GIRABASE** ».

2.6.1 Capacité d'une entrée :

Un véhicule qui veut pénétrer dans le carrefour giratoire doit trouver sa place dans un trafic gênant pour lui. Si l'on désigne par Q_g le débit gênant et Q_e le débit entrant on peut reporter cette capacité C sous forme d'une courbe dans le plan (Q_e, Q_g).

La capacité C d'une entrée, pour chaque valeur donnée du trafic gênant Q_g , le trafic Q_e *max* pouvant pénétrer sur l'anneau A chaque valeur de Q_g , correspond une valeur de

$Q_{e\max}$.

2.6.2 Capacité du carrefour giratoire dans son ensemble :

La capacité ensemble d'un carrefour giratoire, ne présente d'intérêt qu'en référence à une répartition des trafics donnés.

En effet, à chaque entrée du giratoire, le trafic gênant dépend des véhicules qui ont pénétré aux entrées précédentes et ne sont pas encore ressortis. Un giratoire où tous les véhicules emprunteraient la première sortie après être entrés permettrait d'écouler globalement, plus de trafic, que le même où ils ne sortiraient qu'à la dernière.

- La capacité simple d'un carrefour giratoire, comme étant l'ensemble des trafics en (uvp/h), traversant le carrefour, alors que l'une des entrées que l'on notera entrée critique, est juste saturée.
- La capacité globale d'un giratoire, comme étant l'ensemble des trafics en (uvp/h), traversant le carrefour, alors que toutes les entrées sont saturées.

2.7 Caractéristiques géométriques d'un carrefour giratoire

Les études des différents types d'accidents observés dans les carrefours giratoires et des éléments qui les ont favorisés à certains nombre de recommandations techniques qui s'appliquent principalement en rase campagne et en zone périurbaine. Les contraintes du bâti ne les permettent pas toujours en ville.

Donc, la conception d'un carrefour giratoire en milieu urbain n'est pas liée à des règles strictes mais, doit répondre à un certain nombre de critères.

- S'intégrer dans l'environnement ;
- Servir à la mise en valeur du site ;
- S'inscrire dans l'emprise disponible ;
- Etre adaptée aux trafics et à leur gestion ;
- Etre facilement compréhensible par tous ;
- Assurer de bonnes conditions de sécurité ;
- Permettre tous les mouvements des poids lourds ; □ Ne pas perturber les lignes de transports en commun ; □ Ne pas défavoriser les piétons et les cyclistes.

2.7.1 L'emprise disponible

L'emprise disponible doit permettre l'inscription du giratoire, au moins dans ses dimensions minimales.

Pour assurer la giration aisée des poids lourds et des transports en commun, un rayon extérieur de 15m est nécessaire. En y associant le trottoir en périphérie, 1,5 semble un minimum absolu, c'est donc un cercle de 33m de diamètre qu'il faut pouvoir inscrire dans l'emprise disponible.

2.7.2 Disposition des branches

En agglomération, le bon fonctionnement des giratoire est très dépendant de la disposition des branches, dont l'aménagement s'inscrivant généralement entièrement dans l'emprise des chaussées existantes.

Pour conserver une parfaite efficacité sur le plan sécurité, les branches sont disposées le plus régulièrement possible autour de l'anneau, de telle façon, que leur répartition ne doit pas permettre de trajectoire tangentielle ou d'entrée rectiligne.

La courbe de déflexion des différentes trajectoires à travers le giratoire doit resté inférieure à 100m.

Les angles entre branches doivent être compris entre 80 et 140 degrés. Les voies affluentes désaxées sont à éviter également

2.7.3 Forme et dimension de l'îlot central :

Il est recommandé de donner à l'îlot central une forme circulaire, pour des raisons d'emprise ou d'inter distance entre branches, ou à la rigueur ovale, avec une excentricité modérée sous réserve que les rayons restant dans les limites fixées.

Le centre doit être situé sur l'axe principal traversant le carrefour et, si possible, sur les axes secondaires. L'îlot central est ceinturé de bordures basses ou d'une bande franchissable de 1,5 à 2m. Les bordures hautes sont à éviter, car elles constituent un facteur aggravant accident. L'intérieur de l'îlot peut être en dôme, avec une pente maximal de 15% et pour améliorer la perception du giratoire, ces obstacles en dur (arbre, pierres, monuments,...etc.) sur l'îlot sont à déconseiller sur les giratoires en zone périurbaine.

Les carrefours giratoires sont dits moyens, pour des rayons de l'îlot central compris entre 10 et 20m. Ceux dont le rayon de l'îlot est supérieur à 20m peuvent être considérés comme de grandes giratoires. Les petits giratoires auront un rayon de l'îlot central inférieur à 10m. La réduction du rayon de l'îlot central apporte les avantages suivants qui sont souvent déterminants :

Une emprise moins importante, ce qui permet en général au carrefour de mieux s'insérer dans le site :

- Une traversée du carrefour plus courte pour les piétons et cyclistes
- Une vitesse moins élevée, chez les véhicules circulant sur l'anneau □ Un coût faible

2.7.4 Chaussée Annulaire

Le choix du nombre de voie sur la chaussée annulaire est lié principalement :

- Au nombre de voie sur les routes raccordées ;
- Au trafic ;
- A la giration des véhicules ;
- Au parti d'aménagement.

Une largeur de 5m à 6m convient pour une voie. Une largeur de 8m paraît optimale pour les chaussées annulaires comportant voies. Pour celles de trois voies, une largeur de 11 à 12m est suffisante.

Généralement en ville, la largeur minimale de l'anneau est de 7m, elle est d'au moins 20% supérieur à la voie d'entrée la plus large. La valeur de 6m est acceptable s'il existe une couronne franchissable pour les poids lourds (P.L) et transport en commun(T.C). Cette largeur doit être uniforme, aucune sur largeur ou voie supplémentaire ne peut être admise sur l'anneau, car cela peut conduire à des incompréhensions de priorité et créer des entre croisements dangereux.

Il est préférable pour les tournes à droite privilégiées d'aménager des bretelles totalement séparées de la chaussée annulaire.

2.7.5 Dévers

Il est recommandé de choisir un dévers uniforme de 2,5% vers l'extérieur, cette disposition est pour les trois raisons suivantes :

- Amélioration de la perception de la chaussée annulaire ;
- Absence de rupture dans le raccordement des dévers sur les voies d'entrée et de sortie ;
- Facilité dans la gestion de l'écoulement des eaux de surface.

Il est possible d'utiliser un dévers en toit.

2.7.6 Profil en long

Il est conditionné par le profil en long des voies affluentes, un profil horizontal ou à faible pente est souhaitable, (normalement par plus de 3%). Le profil en long des voies affluentes doit être étudié avec soin :

Sur une entrée en trop forte rampe, la perception du carrefour giratoire est mauvaise ;

Sur une entrée en forte descente, certains véhicules peuvent avoir des difficultés à s'arrêter.

2.7.7 Bordures :

Sur la rive interne de la chaussée annulaire, bordures basses est recommandée. Ces bordures améliorent la perception du carrefour giratoire depuis les entrées.

Sur la rive externe, il est possible de placer également des bordures basses qui contribuent au guidage de l'utilisateur sur l'anneau.

En milieu périurbain, les bordures sont un élément de finition du carrefour.

2.7.8 Géométrie des entrées

Une entrée de giratoire est de préférence à une voie car, elle préserve les meilleures conditions de sécurité. Le niveau du trafic peut parfois justifier une entrée à deux voies pour accroître la capacité du carrefour. Les entrées à voies multiples génèrent principalement des accidents entre entrants et tournants, c'est-à-dire, des refus de priorité. Les entrées à 3 voies sont incompatibles avec une forte demande de traversée de piétons et augmentent également les risques d'accidents pour les deux roues.

La largeur d'entrée d'une branche principale mesurée à 5m de ligne « cédez le passage » peut varier de 3 à 4m. Une largeur plus faible est acceptable pour les entrées secondaires avec un minimum de 2,50m.

Si le besoin de capacité le justifie, les entrées sont dimensionnées à 2 voies d'une largeur totale de 6 à 7m.

Le marquage de 3 voies de 2,5m, par exemple, n'apporte aucun gain de capacité par rapport à 2 voies de 3,75m, mais augmente les risques pour les usagers les plus vulnérables. Le rayon d'entrée est recommandé entre 8m et 15m, en aucun cas, dépasser le rayon intérieur du giratoire.

2.7.9 Géométrie des sorties

L'aménagement d'une voie doit permettre aux usagers une sortie aisée du carrefour sans aucun gêne ni hésitation, sans les inciter à augmenter leur vitesse.

Comme une entrée, la sortie est généralement limitée à une seule voie d'une largeur comprise entre 4m et 5m. Il est rare que l'on ait besoin de plus d'une voie en sortie, les sorties à deux

voies ne se justifiant que pour une pointe horaire dépassant 1200 uvp/h. Ces sorties larges sont préjudiciables à la sécurité des piétons et des deux roues (cisaillement en sortie). La largeur des sorties à deux voies est normalement de 7m. Le rayon de sortie doit être supérieur au rayon intérieur du giratoire avec un minimum de 15m, il n'y a pas de limite supérieure si la déflexion est correcte. En milieu urbain, le rayon de sortie est recommandé entre 15m et 20m.

2.7.10 Ilots séparateurs

Les ilots séparateurs favorisent la perception du carrefour en approche. Leur largeur influe sur la capacité en dissociant plutôt les véhicules qui sortent de ceux qui tournent. Ils permettent également l'implantation de la signalisation de direction, l'évitement de collisions entre les deux sens de circulation, et les prises à contre sens de l'anneau.

Il est indispensable en agglomération afin que les piétons bénéficient d'un refuge pour traverser en deux temps.

Il doit être borduré et assez large pour permettre d'isoler un piéton avec une poussette ou un landau. Une largeur de 2m au niveau du passage est souhaitable, toutefois si celle-ci n'est pas possible, il faut matérialiser l'îlot en dur, sans descendre en dessous de 0,80m. L'îlot séparateur peut être évasé ou droit, il ne doit pas provoquer un brusque rétrécissement de l'entrée.

2.7.11 Tableau récapitulatif

		<u>Paramétrage</u>	<u>Rex=12</u>	<u>Rex=15cm</u>	<u>Rex=20</u>	<u>Rex=25cm</u>
			<u>Cm</u>		<u>Cm</u>	
La	Largeur de l'anneau	$6m \leq La \leq 9m$	7	7	7	7

Bf	Surcharge franchissable	$Bf=1,50m$ si $Rex \leq 15m$ $0 \leq Bf \leq 2m$ si $Rex \geq 15m$	1,50	1,50		
Ri	Rayon interne	$Rex - La - Bf$	3,50	6,50	13	18
Re	Rayon d'entrée	$8m \leq Re \leq 15m$ et $\leq Rex$	10	12	12	12
Le	Largeur de la voie entrante	$3m \leq Le \leq 4m$	5,50	3,50	3,50	3,50
Rs	Rayon de sortie	$Rs \geq 15m$ et $\geq Ri$	15	20	20	20
Ls	Largeur de la voie sortante	$4m \leq Ls \leq 5m$	4	4	4,50	4,50

Chapitre 3 :

Etude du trafic

3.1 Introduction :

L'étude de trafic est une donnée nécessaire aux réflexions sur le développement des infrastructures de transport. Elle impactera directement sur les caractéristiques des voies à créer ainsi

que les caractéristiques des chaussées.

On peut citer des choix possibles :

- Nécessité ou non d'une déviation d'agglomération.
- Choix du tracé par rapport aux zones bâties.
- Position des échangeurs.
- Géométrie des carrefours.
- Dimensionnement des chaussées en fonction des trafics poids lourds cumulés.

3.2 Les comptages sur voirie :

La mesure des trafics des véhicules sur la voirie urbaine peut se faire par différentes méthodes dont les principales sont les suivantes :

- Les comptages routiers
- Les enquêtes aux carrefours
- Enquêtes cordon et ligne écran
- Enquêtes cordon par intérieur □Analyse vidéo ou cinématographique.

3.2.1 Les comptages routiers :

Les comptages routiers consistent à compter le trafic qui passe sur une voie.

Ils peuvent être manuels ou automatiques. Le comptage automatique a l'avantage de pouvoir fonctionner pendant une longue durée mais il nécessite une voie bitumée et un personnel spécialisé.

Le comptage permet de déterminer non seulement le volume du trafic, mais aussi sa nature (type de véhicule) et l'occupation des véhicules.

La mise en œuvre des comptages manuels, plus lourde mais ne nécessitant ni matériel, ni techniciens, semble mieux adaptée en général au cas des pays en développement.

a) Les comptages manuels

Il convient de définir préalablement les différents modes à recenser : voiture particulière (V.P), deux-roues (2R), poids lourds(P.L) bus ou autocars (T.C)...etc. La durée idéale du sondage serait l'année entière.

En pratique, on choisit un certain nombre de jours répartis sur différentes périodes de l'année. Le choix des poste de comptage doit être soigneusement étudié et leur position établie avec précision.

L'embauche et la formation du personnel sont essentielles pour la réussite de l'opération.

b) Les comptages automatiques

Les appareils automatiques peuvent réaliser, selon leurs caractéristiques, une totalisation simple, journalière, ou horaire.

Le comptage est effectué par l'intermédiaire d'un tube pneumatique qui traverse la chaussée. Ce tube est relativement fragile et nécessite une surveillance régulière. Il est préférable de n'utiliser ces appareils que sur routes revêtues.

L'appareil compte, non seulement le nombre de véhicules, mais aussi le nombre d'essieux. Il convient donc d'estimer la composition du trafic en fonction des différents types de véhicules pour calculer un coefficient correcteur (supérieur à 2) par lequel sera divisé le nombre brut enregistré par le compteur.

3.2.2 Enquêtes aux carrefours :

Cette méthode permet, outre la reconstitution du trafic sur le réseau, l'étude de fonctionnement des carrefours eux-mêmes.

Deux critères sont retenus pour définir les carrefours à enquêter :

- Carrefours ayant un mauvais fonctionnement ;
- Carrefours situés sur un itinéraire que l'on souhaite améliorer.

Lorsqu'on veut étudier un carrefour, il faut observer tous les mouvements de circulation qui sont susceptibles de s'y effectuer dans toutes les directions et de connaître la valeur des trafics. C'est ce qui fait l'objet des comptages directionnels

3.3 L'étude du carrefour projeté :

Dans le carrefour de OULED-HAMMMOU à MOSTAGANEM, on peut observer huit courants de circulation . Pour les étudier convenablement, il est indispensable de procéder à des comptages manuels, car des compteurs automatiques ne pourraient différencier tous ces mouvements, toute fois il n'est pas nécessaire que ces comptages manuels soient permanents. Les véhicules entrant dans le carrefour pourront prendre 4 directions :

- Vers Masra
- Vers Khire-elddine
- Vers ain tadles
- Vers Mostaganem

3.3.1 Elaboration et interprétation des résultats :

Le comptage a été effectué à l'heure de pointe par un jour de semaine.

Quatre enquêteurs ont été nécessaires à raison d'une personne à chaque entrée du carrefour. Chacun était chargé de compter les véhicules d'un tronçon se dirigeant vers le carrefour selon leur type et à chaque minute, pendant une heure et de noter la direction qu'ils ont prise parmi les 3 possibles.

Pour cela nous avons établi des feuilles de comptage dont nous présentons un exemplaire afin de faciliter la tâche des enquêteurs.

3.3.2 Conversion en unité de véhicule particulière :

Vu l'hétérogénéité du trafic, nous optons à la conversion des différents types de véhicule en une seule unité qui est l'unité de véhicule particuliers (U.V.P) correspondant à une voiture légère (Voiture de tourisme). Cette conversion diffère d'un pays à l'autre et cela en fonction des caractéristiques du trafic, du parc automobile, de l'environnement...etc.

Ces U.V.P seront mentionnées dans le tableau ci-après suivant quelques-unes des études ayant données lieu à la détermination de coefficients d'équivalence des différents types de véhicules faisant partie du trafic.

Type de véhicule	Code	Equivalence en U.V.P
Véhicule léger-fourgonnette	V.L	1,00
Petit camion	P.C	1,50
Grand camion	CAM	2.00
Bus et mini Bus	B	2.50
Semi- Remorque	S.R	2.50
Deux Roues	2.R	0,50

Chapitre 3 : Etude du trafic

Cette conversion est nécessaire pour avoir une base de comparaison valable en ce qui concerne la composition et la structure directionnelle du trafic.

3.3.3 Répartition du trafic par catégories de véhicules à chaque poste :

Type de véhicule	Poste(1)		Poste(2)		Poste(3)		Poste(4)	
	Trafic en UVP/H	%	Trafic en UVP/H	%	Trafic en UVP/H	%	Trafic en UVP/H	%
V.L	325	71,271	224	72,49	320	71,58	266	71,50
P.C	38	8,33	35	11,32	29	6,48	27	7,25
CAM	34	7,45	23	7,44	25	5,59	38	10,21
Bus	7	1,53	6	1,94	13	2,90	7	1,88
S.R	11	2,41	8	2,58	14	3,13	11	2,95
2.R	41	8,99	21	6,79	46	10,29	23	6,18

Totale	456		309		447		372	
--------	-----	--	-----	--	-----	--	-----	--

Le trafic total dans le carrefour est : 1584 UVP/h

3.3.4 Répartition du trafic par catégorie de véhicule dans le carrefour :

Type de véhicule	Trafic en UVP/h	%
V.L	1135	71,65
P.C	129	8,14
CAM	120	7,57
B	33	2,08
S.R	44	2,77
2.R	131	8,27

Répartition du trafic par catégorie de véhicule dans le carrefour

Remarque :

On remarque que les véhicules légers représentent la majorité du trafic total, mais le trafic « Poids lourds » reste non négligeable au niveau du carrefour.

Chapitre 4 :

Présentation du projet

4.1 Introduction

Chapitre 4 : Présentation du projet

Lorsqu'un ingénieur se trouve confronté à un problème d'aménagement d'un carrefour, il doit prendre en considération :

- L'emprise disponible ;
- Objectifs de fonctionnement privilégiés pas type d'usagers ;
- Moyens financiers.

4.2 Etude du carrefour giratoire :

4.2.1 Description du Carrefour :

Notre choix de conception du carrefour giratoire est basé sur les critères suivants :

- S'inscrire dans l'emprise disponible ;
- Etre adaptée aux trafics et à leur gestion ;
- Minimiser l'espace rouable afin de limiter l'exposition aux conflits ;
- Assurer de bonnes conditions de sécurité ;
- Etre moins coûteuse.

Pour cela notre choix a donné lieu à ce qui suit :

- Carrefour giratoire se caractérise par un îlot central permettant ainsi une meilleure fluidité et sécurité des usagers.
- La chaussée contournant l'îlot giratoire se limite à 2 voies de 4m chacune afin de faciliter l'accélération des entrées et sorties de l'agglomération.
- Les îlots séparateurs acheminant vers le giratoire ont été conçus dans le but de faciliter la visibilité et l'orientation des automobilistes.

4.2.2 Profil en long :

Le profil en long a été étudié sur la base de celui existant en essayant d'épouser au maximum la ligne rouge de la chaussée existante. Toutes les cassures et marches d'escalier ont été éliminées sur la totalité du tracé avec des pentes longitudinales, plus ou moins douces. Ainsi nous avons essayé de donner le maximum de détails avec 3 profils en long distincts correspondant aux 3 branches existantes et le sens giratoire.

Les profils en long des trois branches sont cités en Annexe.

4.2.3 Profil en travers type :

Chapitre 4 : Présentation du projet

La planche du profil en travers type représente toutes les dimensions géométriques ainsi que les paramètres de la structure projetée.

Avec le même trafic que celui de l'existant, nous avons jugé nécessaire un renforcement en tapis bitumineux là où il est nécessaire soit pour le rattrapage entre les différentes pentes soit pour le raccordement entre les chaussées.

Ainsi, nous avons dans un cas général au minimum 2 voies pour toutes les chaussées et une pente transversale ou longitudinale prévue pour l'évacuation des eaux pluviales.

S'agissant de rayons en plan généralement faibles et une vitesse de référence assez diminuée ce qui entraîne une force centrifuge pratiquement nulle. Nous avons jugé inutile la projection des dévers en courbe.

Avec le même trafic et en fonction de la classification du réseau, la largeur de la plateforme projetée doit se représenter comme suit :

- Largeur de la chaussée des branches égales à celle existante ;
- Largeur de la chaussée giratoire doit être égale à 8m qui correspond à 2 voies ;
- Les trottoirs varient de 2m à 4m de largeur.

4.2.4 Assainissement :

Pour l'assainissement on prévoit des avaloires au niveau de l'anneau intérieur du giratoire

4.2.5 Topographie :

Le levé topographique a été établi sur la base d'une ancienne carte d'un bureau d'étude.

4.2.6 Implantation :

Les points principaux d'implantation du projet sont indiqués sur et le listing d'implantation ainsi que le plan général ou tracé en plan. Elles comprennent donc :

- Un croquis d'implantation
- Les PK des profils en travers
- Les coordonnées polaires et rectangulaires des points principaux des courbes -Les gisements et les distances.

Chapitre 5 :

Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité

Introduction

(unité de voitures particulières), par unité de temps. au débit maximum) assuré par le carrefour de point de vue de la seule prise en compte du La capacité est un paramètre technique qui reflète le niveau de service (évalué par rapport nombre de véhicules à gérer au droit de l'aménagement. La capacité est exprimée en u.v.p

5.1 Calcul de la capacité du giratoire :

La capacité est un paramètre qui reflète le niveau de service assuré par le carrefour du point de vue de la seule prise en compte du nombre de véhicules à gérer au droit de l'aménagement, ce niveau de service est évacué par rapport au débit maximum.

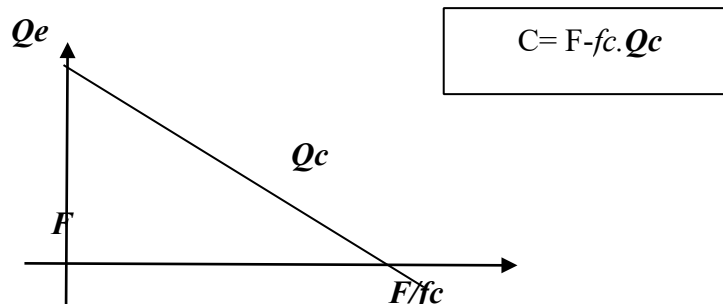
En milieu urbain, la capacité des giratoires est un problème fort, d'où l'importance du calcul de capacité qui a pour but de vérifier si le projet de carrefour giratoire écoulera une demande de trafic donnée.

Le calcul de la capacité se fait entrée par entrée. Si pour au moins une entrée, la capacité est insuffisante, on modifie le projet et on recommence.

Toutefois, l'évaluation de la capacité des giratoires restes jusqu'à présent assez difficile et les méthodes actuelles ne donnent qu'une estimation approchée. Parmi les méthodes universelles citées. On a :

5.1.1 La méthode Anglaise :

La capacité C d'une entrée est une fonction linéaire du trafic annulaire au droit de l'entrée :



Avec:

F et f_c : Sont fonction des caractéristiques géométriques de l'ouvrage.

C : Capacité de l'entrée considérée en UVP/h.

Q_c : trafic gênant, considéré comme étant le trafic annulaire au droit de l'entrée. f_c : rapport entre les véhicules entrant et les véhicules circulant à l'anneau.

Des mesures ont été réalisées sur piste et sur le terrain, sur environ une quarantaine de sites, ont conduit à évaluer F et f_c par les formules suivantes : $F = 224[(v+(e-v)/(1+s)] + 35u + 2,4D - 135 f_c = 0,006[v+(e-v)/(1+s)] + 0,29$

v : largeur à l'approche d'une voie d'entrée (m) e :

largeur à l'entrée d'une voie d'entrée (m) u : largeur de

l'anneau (m)

D : le diamètre du plus grand inscrit (m) $s = (e-v)$

: facteur d'évasement (m)

Les principaux effets sur la capacité sont ceux dus paramètres e et s .

5.1.2 Méthode Américaine :

HCM 2010 donne dans le chapitre 10 partie c des méthodes pour le calcul de la capacité des giratoires

.La méthode donnée n'est appliquée qu'en USA et ces résultats sont un peu limités

La capacité est donnée par la formule de HARDERS

$$q_{e,max} = A \cdot B q_K$$

Avec $q_{e,max}$: Capacité d'une voie d'entrée (véh/h)

q_K : Trafic tournant (véh/h)

$$P = \frac{q_K}{3600} \quad (\text{véh/s})$$

t_c : Créneau critique (s) t_f : Créneau

complémentaire (s)

5.1.3 La méthode française :

Louah(1988) a présente une méthode pour l'analyse de capacité des giratoires. Elle a été définie comme suit par louah (1992).

Formule de calcul

Pour chacune des entrées :

$$Q_g = 0,9 Q_c + 0,2 Q_s$$

Avec :

Q_g : trafic gênant équivalent (UVP/h)

Chapitre 5 : Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité

Q_c : Trafic circulant (*UVP/h*)

Q_s : Trafic sortant (*UVP/h*)

$Q_g = 0,7Q_c + 0,2Q_s$ (pour $R > 30$ m)

Dans notre $R = 10$ m donc $Q_g = 0,9Q_c + 0,2Q_s$

Etude de l'entrée A : heure de poite du soir

Capacité de l'entrée A pour condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Q_c	Q_s	Q_g	Capacité $C = 1500 - (5/6) Q_g$
630	800	727	894

Demande de l'entrée A pour les condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Q_e	Q_g	Attente moy $W = (2000 + 2Q_g) / Re$	Réserve de capacité $Re = C - Q_g$
510	727	9s	384

Etude de l'entrée B : heure de point du soir

Capacité de l'entrée B pour condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Q_c	Q_s	Q_g	Capacité $C = 1500 - (5/6) Q_g$
640	500	676	936

Demande de l'entrée B pour condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Q_e	Q_g	Attente moy $W = (2000 + 2Q_g) / Re$	Réserve de capacité $Re = C - Q_g$
610	676	10s	326

Etude de l'entrée C : heure de point de soir

Chapitre 5 : Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité

Capacité de l'entrée C pour condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Qc	Qs	Qg	Capacité $C = 1500 - (5/6) Qg$
650	600	705	912

Demande de l'entrée C pour condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Qe	Qg	Attente moy $W = (2000 + 2Qg) / Re$	Réserve de capacité $Re = C - Qg$
970	705		

La demande de l'entrée C dépasse sa capacité

Il faut prévoir une modification de l'aménagement.

Etude de l'entrée D pour : Heure de poite du soir

Capacité de l'entrée D pour condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Qc	Qs	Qg	Capacité $C = 1500 - (5/6) Qg$
1120	500	1108	576

Demande de l'entrée D pour condition de trafic décrites par la matrice O . D :

Qe	Qg	Attente moy $W = (2000 + 2Qg) / Re$	Réserve de capacité $Re = C - Qg$
310	1108	16s	266

5.1.4 La méthode Allemande :

Wu (1997) a modifié les formules de Tanner (1962) pour le calcul de la capacité suivant la relation :

$$q_{e,max} = \left(1 - \frac{t_{min} \cdot qp}{3600}\right) \cdot \frac{3600}{t_f} \cdot qp \cdot e^{\left(\frac{t_g}{2} - \frac{t_{min}}{2}\right)} \quad (\text{uvp/h})$$

Avec :

$q_{e,max}$: débit maximal possible à l'entrée (UVP/h) qp :trafic tournant, considéré comme étant le trafic annulaire au droit de l'entrée (UVP/h).

t_g : Créneau critique (s).

t_f :Créneau complémentaire (s).

t_{min} :Créneau minimal (s).

Chapitre 6 :

Etat des connaissances en matière de sécurité

6.1 Sécurité en carrefour giratoire :

Chapitre 5 : Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité

Pour avoir des connaissances en matière de sécurité et de capacité des carrefours giratoires, il vaut mieux effectuer des études à partir d'un échantillon d'une vingtaine ou plus de carrefours giratoires. Mais, malheureusement, ces études n'ont pas encore eu une grande importance dans notre pays et on souhaiterait qu'elles soient réalisées dans l'avenir.

A cet égard, nous allons nous baser sur des études de sécurité qui ont été récemment effectuées par CERTU. (Le centre d'études sur les réseaux, les transports, l'urbanisme et les constructions publics) en France et qui ont montré que :

Les giratoires réduisent considérablement les accidents corporels aux carrefours. La raison essentielle étant qu'ils permettent de diminuer la vitesse lors des accidents et d'infléchir les trajectoires des chocs. Du coup, ils sont moins nombreux, mais surtout bien moins grave. Il s'agit essentiellement de têtes froissées.

Un carrefour giratoire bien conçu offre généralement aux usagers un bien meilleur sécurité qu'un autre type de carrefour plan. Cela s'explique principalement par la réduction des vitesses de tous les véhicules au niveau du carrefour et par la suppression de la quasi-totalité des conflits de cisaillement.

6.1.1 Sécurité avant et après l'aménagement en carrefour giratoire :

19 carrefours ont été observés sur une période moyenne de quatre ans avant et quatre ans après leur aménagement en carrefour giratoire.

Il a été obtenu les moyennes annuelles suivantes :

Moyennes annuelles par carrefour	Accidents	Accidents mortels	Tués	Blessés
Avant	2.5	0.22	0.24	4.9
Après	0.6	0.013	0.013	0.9

On peut donc dégager les tendances suivantes :

- Réduction très nette du nombre d'accidents ;
- Réduction encore plus importante de la gravité.
- Néanmoins, ils ne permettent pas de supprimer tous les morts et les blessés.

6.1.2 Types d'accidents constatés :

Les pertes de contrôle sont les accidents les plus fréquents, et les pertes de contrôle en entrée de giratoire représentent 37% des accidents corporels et 90% des accidents mortels.

Ces accidents sont souvent liés à une mauvaise perception du carrefour et à l'inadaptation des vitesses pratiquées. Le heurt d'obstacle sur l'îlot central peut expliquer la gravité particulière de certaines pertes de contrôle en entrée.

Les refus de priorité représentent 24% des accidents corporels. Ils ne sont pas plus fréquents en priorité à droite ou en priorité à l'anneau.

Ces deux types d'accidents -pertes de contrôle et refus de priorité –constituent 75%des accidents corporels et la quasi-totalité des accidents mortels. Une attention particulière doit donc être portée sur l'aménagement des entrées et de l'approche.

Remarque :

Les autres types d'accidents rencontrés sont : dépassements incorrects sur l'anneau, collisions arrière en entrée, collisions arrière sur anneau, circulation à contresens sur l'anneau...

Les deux-Roues restent les principales victimes, ils sont impliqués dans 28% des accidents ce qui est élevé.

Accidents de nuit : les pertes de contrôle en entrée sont plus fréquentes de nuit (problème de perception nocturne). La solution à ce problème n'est pas nécessairement l'éclairage...

6.1.3 Avantage de la priorité à l'anneau :

Le nombre moyen d'accidents par an et par carrefour est plus faible sur les giratoires à priorité à l'anneau.

On constate surtout une moindre proportion de pertes de contrôle, du fait de la réduction des vitesses imposées en entrée.

6.1.4 Influence de la géométrie :

Il n'en demeure pas moins qu'une part non négligeable des accidents, dont les plus graves, pourraient probablement être évités par une meilleure conception des giratoires.

Des défauts géométrie sont, en effet, pour une part importante responsable des pertes de contrôle et de refus de priorité.

Les giratoires de forme ovale sont plus accidentogènes que les giratoires circulaires. En particulier, les pertes de contrôle sur anneau ou en sortie Y sont beaucoup plus fréquentes.

De plus, on note que les grandes anneaux surtout quand ils ne sont pas en adéquation avec le niveau du trafic et des voies sont plus accidentogènes que ceux d'un périmètre inférieur. Ils entraînent :

- Des vitesses d'entrée et de circulation sur l'anneau plus importantes ;
- Des refus de priorité ;
- Des cisaillements plus fréquents ;
- Des pertes de contrôle de voiture en sortie ;
- Un plus grand nombre de dépassement incorrects sur anneau.

Remarque :

Le giratoire est un type de carrefour qui répond au principe de sécurité durable, l'essentiel de ce principe est de traiter les problèmes d'insécurité par anticipation au lieu de les combattre après coup. La sécurité durable tient compte du fait que l'usager de la route n'est pas infailible c'est-à-dire qu'elle tient compte des faiblesses humaines.

6.2 Sécurité, comportements et confort des différentes catégories d'usagers :

6.2.1 Conducteurs de véhicules légers et lourds :

Un carrefour giratoire impose aux usagers automobilistes une perte de priorité aux entrées, et donc une réduction de leur vitesse.

Il modifie ainsi le comportement de l'automobiliste en le faisant passer d'une attention plus au moins relâchée à une attention soutenue, ce qui peut rendre ce type de carrefour intéressant lorsque l'aménageur désire souligner une modification de l'environnement.

Du point de vue des comportements et du confort des conducteurs, deux critères importants valorisent les carrefours giratoires.

On s'y repère bien, on sait comment on y entre et comment on sort. En général on sait s'y diriger ; Ils autorisent les demi-tours ainsi que les erreurs.

6.2.2 Piétons :

Le confort des piétons et leurs comportements, qu'il est nécessaire de prendre en compte lors du choix d'un type de carrefour et lors de sa conception, sont assez différents selon :

- La nature du site dans lequel se trouve le carrefour ;
- Ses fonctions ;
- Ses caractéristiques géométriques ;
- La qualité des aménagements en faveur des piétons.

Dans les carrefours en site fortement urbanisé, le confort des piétons est d'autant meilleur que :

- Le trafic est peu important ;

- La largeur des voies à traverser est faible ;
- Les aménagements pour piétons sont de qualité et correspondent à leurs besoins ;

6.2.3 Deux-roues :

Plus encore que dans les carrefours traditionnels, à feux ou sans feux, on observe dans les giratoires des comportements d'usagers deux-roues extrêmement différents. Ces différents s'expliquent non seulement par les caractéristiques des engins que l'on rencontre : vélos, cyclomoteurs lents, cyclomoteurs rapides, mais aussi et surtout par l'âge et le tempérament des usagers.

Il est donc logique, d'observer des trajectoires de deux-roues très variées.

Pour un deux roues léger traversant un giratoire, les risques d'accident proviennent essentiellement :

- De l'hétérogénéité des vitesses ;
- De l'intensité du trafic empruntant le giratoire ;
- De la complexité des trajectoires observées sur l'anneau ;
- De la méconnaissance ou du non-respect des règles de priorité par eux-mêmes et plus fréquemment encore par les usagers V.P.

Ces risques augmentent lorsque les vitesses permises par la géométrie du carrefour sont élevées. Il est à noter que les entrées et sorties à deux ou trois voies ne favorisent pas la sécurité des deux roues, surtout en présence d'un fort trafic lourd.

6.3 Les aménagements spécifiques :

6.3.1 Pour les piétons :

La réalisation d'aménagements spécifiques concerne la traversée des voies affluentes et le cheminement sur les espaces latéraux, en liaison avec les cheminements piétons avant et après le carrefour.

Il est particulièrement nécessaire de veiller à la qualité des aménagements afin :

- D'inciter les piétons à traverser les passages protégés ;
- D'éviter les traversées sauvages de la chaussée annulaire ;
- De compenser l'allongement de parcours qui est généralement imposé aux piétons. Pour atteindre ces objectifs, les aménagements doivent correspondre le plus possible aux besoins des piétons, les guider, être confortables et sûrs.

A cet égard, les aménagements peuvent être réalisés par :

- L'implantation des passages piétons sur leur trajectoire naturelle qui est la courte ;

Chapitre 5 : Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité

- Les aménagements paysages qui permettent de réaliser un itinéraire à suivre, conduisant naturellement les piétons vers les passages et qui préservent l'environnement et la vie propre aux rives de carrefour ;
- La qualité du revêtement de sol, de préférence de couleur ou de matériau différent de la chaussée ;
- Un bon éclairage général du carrefour implanté sur les rives du carrefour et éventuellement sur les ilots séparateurs des traversées piétons ;
- L'implantation d'ilot séparateur, permettant aux piétons de traverser les branches en deux temps, avec plus de confort, est recommandée, surtout lorsque la largeur de la branche est importante ;
- L'implantation de feux piétons lorsque, les trafics automobiles et piétons sont forts sur une ou plusieurs branches ;
- L'implantation d'un passage dénivelé au droit d'une branche ou de la chaussée annulaire, ne peut être envisagée que dans les cas exceptionnels : en zone urbaine, accès à un réseau de transport collectif, à un grand magasin ou en milieu périurbain, lorsque les trafics automobiles et piétons sont très élevés et les dimensions du giratoire sont telles qu'elles imposeraient aux piétons une pénibilité de parcours plus forte que le franchissement d'un dénivelé.

6.3.2 Pour les deux-roues :

a) Le giratoire existe :

Pour le technicien responsable, la décision de réaffecter une partie de l'espace disponible en faveur des cyclistes et éventuellement des cyclomotoristes ne peut s'appuyer sur la connaissance de données d'une seule nature, aussi importantes soient ces dernières, telles que des statistiques d'accidents ou des comptages de trafic de deux-roues.

En effet, il est utile de rassembler les données concernant :

- Les vitesses pratiquées et les débits de flux des V.P. et de P.L.
- Les trafics deux roues pendant et en dehors des périodes de pointes deuxroues et leurs trajets ;
- Les dimensions géométriques actuelles du giratoire ;

- Les commentaires des usagers sur leur expérience, l'insécurité et/ou l'inconfort tels qu'ils le ressentent dans la traversée du giratoire ; □Et évidemment les statistiques des accidents.

En tout état de cause, il est peu fréquent que l'on puisse et qu'il soit souhaitable de traduire la prise en compte de deux-roues, dans le contexte d'un giratoire existant par l'introduction d'un aménagement cyclable.

b)Le giratoire n'est que projeté :

Parmi les facteurs pouvant militer en faveur de réalisation d'un aménagement cyclable spécifique, dissociant la circulation deux-roues du reste de la circulation, on peut citer ;

- Le passage obligé fréquent de cyclistes et en particulier de scolaires ;
- L'existence d'un aménagement cyclable en amont et en aval du carrefour à traiter ;
- L'impossibilité d'éviter la présence de facteurs que l'on sait accentogènes tels que :
 - L'importance et la complexité des trafics à gérer ; ○Un pourcentage élevé de P.L.
 - Des inters distances entre branches insuffisantes.

En conclusion, la prise en compte de la sécurité des deux-roues dans les giratoires ne passe pas nécessairement par l'usage d'aménagements spécifiques cyclables.

La protection de deux-roues légers dans la traversée des giratoires, que ce soit en périurbain ou en milieu urbain dense, s'avérera en générale meilleure en agissant sur les vitesses des véhicules et la simplification du trafic dans l'approches et le franchissement d'un giratoire par le biais la conception de la voirie et de l'environnement.

6.4 Quand il ne faut pas choisir le giratoire :

Nous avons dénombré plusieurs situations, plus ou moins rédhitoires, où l'aménagement d'un giratoire est vivement déconseillé.

Chapitre 5 : Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité

- La première concerne les conditions de trafic, quand celui-ci est vraiment trop important, supérieur à 5000 veh/h et qu'il nécessiterait un nombre de voies supérieur à trois, il vaut mieux s'abstenir et regarder du côté des carrefours à feux ou des techniques autoroutières, pont et souterrain.
- La deuxième est liée à la vitesse d'arrivée des véhicules et de visibilité pour des raisons topographiques ou de tracé. Le cas le plus commun concerne des carrefours situés après un sommet de côté. Dans ce cas, il vaut mieux envisager un croisement à niveau.
- Outre ces cas évident, l'implantation d'un giratoire est vivement déconseillée dans les cas où la configuration du tracé des routes, l'espace disponible ou la topographie du terrain ne permettrait pas de construire un aménagement avec une géométrie suffisamment sûre. Dans de telles situations, le principal risque est de construire un giratoire désaxé, particulièrement accident gênés.
- Autre cas à éviter absolument, c'est l'aménagement d'un giratoire à proximité d'un passage à niveau.

Il convient également d'éviter d'implanter un carrefour giratoire après une succession de feux, ceci peut conduire notamment la nuit, à un effet de surprise des conducteurs.

L'implantation des giratoire doit être en cohérence avec le reste des aménagements afin d'apparaître logique et compréhensible pour l'utilisateur.

6.5 Quand s'impose le giratoire ?

Les principaux critères qui peuvent amener à envisager une solution giratoire sont :

- Sécurité et confort des différentes catégories d'utilisateurs (conducteur-piétons).
- Fonctionnement et contraintes techniques.
- Environnement et urbanisme.

Nous pouvons donc en déduire que l'aménagement d'un carrefour giratoire sera imposé dans les cas suivants :

- Il remplace souvent efficacement un carrefour à feux qui sature ;
- Il est une bonne solution pour les carrefours complexes, difficiles à gérer, tels que ceux comportant cinq branches ou davantage, ou encore ceux qui comportent plusieurs branches secondaires du même côté ;
- A court ou moyen terme, il est prévu de raccorder une nouvelle voie sur le carrefour étudié ;
- Il est à privilégier comme carrefour événement tels que entrée d'agglomération ou changement de quartier par exemple ;

Chapitre 5 : Présentation des différentes méthodes de calcul de la capacité

- On a souvent de recours au giratoire pour traiter des carrefours dangereux ou pour réduire les vitesses dans des sections de route trop confortable ;
- Les mouvements tournants sont importants, le carrefour giratoire permet d'éliminer le problème de stockage des tourne-à-gauche et simplifié l'exploitation par rapport à un carrefour équipé de feux qui nécessiterait de nombreuses phases ;
- Les trafics sur les différents axes sont de même importance ;
- Le carrefour giratoire s'adapte aux fortes variations de trafic que connaissent les secteurs et itinéraires touristiques.il supporte bien les variations hebdomadaires des zones industrielles et commerciales.
- Le carrefour giratoire urbain est utilisable dans la plupart des intersections où le niveau de trafic ne permet pas un fonctionnement simple : priorité à droite, signalisation <<cédez le passage>> ou stop.

Signalisation

Chapitre 7 : Signalisation

7.1 Signalisation :

7. 1.1 Généralité :

La signalisation routière a pour objet de rendre plus facile et plus sûre la circulation, de signaler les dangers, d'indiquer la réglementation et, finalement, de fournir des renseignements aux usagers de la route.

Pour être efficace, elle doit être simple et homogène, attirer l'attention, être visible et lisible à distance, être facile à comprendre et bien adaptée aux dangers et particularité qu'elle signale. Parmi les facteurs assurant l'homogénéité des panneaux, mentionnons surtout la couleur et la forme.

Les signaux employés doivent donner par leur forme même, une première indication :

Les panneaux triangulaires indiquent un danger ;

Les panneaux circulation comportent un pré signalisation absolue (obligation, ou interdiction) ; Les panneaux rectangulaires ou en forme de flèche fournissent un simple renseignement. La couleur intervient également, sur les panneaux circulaires, le rouge implique une interdiction.

La signalisation de dangers est nécessairement une signalisation avancée : elle annonce, suffisamment à l'avance pour qu'on puisse y parer, un risque qui sera localisé plus précisément par une signalisation de position, dont la balise est l'élément essentiel.

Les signaux permanents doivent être construits en matériaux résistants et durables.

Leurs supports seront métalliques ou en béton armé et peint en blanc. La peinture aluminium peut être admise pour les supports métalliques.

Les supports de signaux permanents sont obligatoirement scellés dans une fondation bétonnée. Ils sont placés sur trottoir, à droite de la marche, de façon que le bord du panneau qu'ils supportent soit à 0,50 m au moins du bord de la chaussée.

7.1.2 Signalisation du carrefour giratoire

L'essentiel de la signalisation d'un carrefour giratoire urbain comporte des panneaux de police (régime de priorité) et de direction (d'agrammatique) ainsi que du marquage au sol.

a)Signalisation de priorité

Un carrefour giratoire doit être annoncé par une signalisation spécifique. La seule signalisation ayant valeur réglementaire à mettre en place à ces carrefours est le panneau de signalisation avancée de Ce panneau doit être obligatoirement implanté sur toutes les voies affluentes, en pré signalisation, à une distance de 10 à 50 m selon :

Chapitre 7 : Signalisation

- L'environnement du carrefour,
- Le type de voie,
- La distance à laquelle se trouve le carrefour précédent.

Il définit à lui seul la règle de priorité à l'anneau. Le panneau « vous n'avez pas plus la priorité », dont l'usage avait été proposé ces dernières années, n'a plus lieu d'être utilisé ; il est cependant conseillé pour la pré signalisation des mini-giratoire. Nous conseillons fortement, aux entrées, d'implanter une ligne « cédez le passage » afin d'inciter les usagers à bien respecter le régime de priorité.

L'implantation du panneau de la figure (**fig 7-2**) est fortement recommandée. Si compte tenu du déport crée par la courbe d'entrée, ce panneau n'apparaît pas suffisamment tôt dans le champ visuel, il est doublé à gauche sur l'îlot séparateur.

b)Signalisation d'obligation

Le panneau a pour de prévenir tous mouvements contraires au sens normal de circulation. La géométrie du carrefour doit normalement déjà inciter le conducteur à emprunter ce sens normal. Ce panneau permet ainsi d'améliorer la perception de l'îlot central de nuit, en particulier en cas d'éclairages insuffisant. Pour ces raisons, il doit être implanté en face de chaque entrée. La balise peut être placée en tête de l'îlot séparateur, si elle est précédée d'un marquage de rabattement.

c)Signalisation de direction

La signalisation de direction est un élément indispensable pour les usagers allé permet, entre autres, de mieux annoncé le carrefour giratoire avec les panneaux de signalisation de direction, lorsqu'elle est nécessaire est un panneau d'agrammatique de représentant l'anneau et les mouvements centrifuges avec les mentions de sortie.

Le dessin du panneau doit représenter au mieux la disposition des branches du giratoire

*signalisation de position

Elle est réalisée à l'aide de panneau de la placé sur l'îlot séparateur, seules les mentions de sortie sont indiquées

La signalisation de direction ne doit jamais être implantée sur l'îlot central ni face aux véhicules dans le sens inverse de giration

Afin d'éviter que les panneaux constituent un obstacle à la visibilité des usagers qui abordent le carrefour et pour améliorer leur perception par les usagers circulant sur l'anneau, leur implantation se fera de implantation se fera de préférence sur des supports entre 2 et 2,50 de hauteur.

Chapitre 7 : Signalisation

d) signalisation horizontale

Les entrées et sortie a 2 ou3 voies, au moins 3m par voie, sont séparées par une ligne discontinue .sur les entrées, cette ligne peut devenir continue sur les 13 derniers mètres. Aucun marquage au sol délimitant l'anneau ne doit être effectué aux sorties du giratoire sur les mini – giratoires, l'ilot central ne peut être ceinturé que par une bande discontinue. d'une façon générale, le marquage de voies concentrique dans l'anneau est inutile et gênant . il empêche l'usager de suivre (naturellement) une trajectoire dont l'éloignement, par report au centre, varie progressivement en fonction de son approche de la sortie .les difficultés dues à ce marquage s'accroissent plus le giratoire est petit, et provoquant une gêne totalement insupportable lorsqu'on arrive à des anneaux de 9m de large des rayons extérieurs de moins de 20m.

7.2 L'éclairage :

L'éclairage est un aspect particulièrement important de l'aménagement d'un carrefour giratoire. En effet, De par sa configuration, ce type de carrefour impose une rupture dans la circulation à plusieurs niveaux: déviation de la trajectoire, perte de priorité, changement d'espace en créant plus ou moins important -l'ilot central –que les conducteurs doivent percevoir le plus tôt possible.

La nuit est également dès la fin de l'après-midi en hiver, l'éclairage doit donc assurer de bonnes conditions de visibilité et de lisibilité dans le carrefour comme dans les zones d'approche

7.2.1 Le but de l'éclairage

Le rôle de l'éclairage public en milieu urbain est multiple : °

Assurer la sécurité de tous les usagers.

° Prolonger les activités diurnes.

° Contribuer à la définition des espaces et à la création d'ambiances particulières.

7.2.2 Qualité de l'éclairage

En milieu, urbain la qualité de l'éclairage dépend de quatre critères suivant :

° Un niveau de luminance élevé,

° Une uniformité de luminance,

° Une limitation de l'éblouissement,

° Le respect et la mise en valeur de l'environnement,

Chapitre 7 : Signalisation

Pour obtenir une meilleure qualité d'éclairage, il faut intervenir sur la couleur des sources lumineuses et leur intensité, sur la nature des supports, leur hauteur et leur disposition.

7.2.3 Hauteur de montage des lampes

Elle est dimensionnée selon la puissance de la source lumineuse et la largeur de la chaussée.

En général, elle est comprise en 8m et 12m

7.2.4 L'espacement

C'est la distance entre deux lumières successives placées sur la même côté de la chaussée. On calcul l'espacement de façon à obtenir le niveau d'éclairement désiré. En général

l'espacement doit être environ 5fois la hauteur de montage des lampes.

° Un carrefour bien éclairé assure la sécurité des piétons et des automobilistes et un écoulement efficace et rapide du trafic.

7.2.5 Définitions et unités

- a) Photométrie : mesure des intensités lumineuses l'unité d'intensité lumineuse est la candela (Cd)
- b) Luminance : intensité lumineuse ou densité de flux lumineux émise en direction d'un observateur par un élément de surface elle se mesure en candela par mètre carré
- c) Lumen(Lm) : flux lumineux émis dans l'angle solide d'un stéradian, par une source ponctuelle uniforme, placée au sommet de l'angle solide et ayant une intensité lumineuse de (01) candela

On classe les lampes par le nombre de lumens par watt (Lm/W) de leur flux

- d) Eclairement : quantité de lumière reçue par une surface qui reçoit, normalement, d'une manière uniformément répartie, un flux lumineux d'un lumen par mètre carré

Conclusion

Le présent travail porte sur l'étude d'aménagement d'un carrefour en milieu suburbain où les carrefours représentent les véritables déterminants de la capacité d'une voie, ils se révèlent être en règle générale les régulateurs des débits de circulation en ville.

Constituant par nature des points de changement de direction, les conflits d'usages y sont fréquents et le partage de l'espace entre usagers délicat à gérer.

L'aménagement, dans notre projet, vise à réaliser un giratoire dont l'objectif est d'atténuer les dangers d'une configuration classique du carrefour.

La réalisation de carrefour giratoire, dans le respect de toutes les recommandations, constitue, dans le nombreux cas, une réponse satisfaisante aux problèmes de sécurité, de capacité et de comportement posés par les carrefours classiques.

Il en résulte que le choix des dimensions s'effectue en fonction des contraintes d'emprises, du trafic et des silhouettes des véhicules qui vont emprunter le giratoire. Les carrefours giratoires représentent des enjeux économiques sensibles puisque l'optimisation de leur fonctionnement et de leur gestion vise à diminuer la congestion et réduire les temps de parcours en ville, participant ainsi à la réduction de consommation de carburant et la diminution de la pollution.

L'enjeu primordial de sécurité laisse aisément deviner toute l'importance qu'il faut attacher à :

- L'amélioration de la perception des carrefours, afin de mieux localiser les points de conflits.
- Leur lisibilité, c'est-à-dire leur compréhension rapide de fonctionnement par l'utilisateur, notamment en termes de priorité.
- La minimisation de l'espace rouable, afin de limiter l'exposition au conflit.
- L'obtention d'une bonne visibilité entre usagers en conflit.

C'est dans le respect de ces principes que devra être conduit le dimensionnement des carrefours.

En dépit des contraintes, cette étude nous a été bénéfique, elle nous a permis d'élargir nos connaissances, notamment dans les domaines suivants :

- étude de trafic : qui est un élément essentiel dans l'élaboration et la gestion d'un réseau routier :
- Conception d'un giratoire : nous avons touché de plus près ce vaste domaine notamment en ce qui concerne les critères de choix d'aménagement de carrefour (giratoire), et les caractéristiques du tracé de ses éléments.

BIBLIOGRAPHIE

- 📖 Conception des carrefours à sens giratoire implantés en milieu urbain (CETUR)
- 📖 Les carrefours plans sur routes interurbaines –carrefours giratoires (SETRA) (02/1984)
- 📖 Dimensionnement des carrefours urbains, CERTU, Lyon1999.
- 📖 Cours élémentaires de routes (G.Dubet).
- 📖 Cours de Technique de circulation (N.Belguesmia).
- 📖 Technique routière (Luc Gagnon).
- 📖 Carrefours giratoires. (Guide technique SETRA 1984).

Annex

N DE POSTE DE COMPTAESENDE CIRCULATION DEVERS.....
 POSITION DU POSTE DE COMPTAGE..... HEURE DEA
 DATE..... NOM DU COMPTEUR.....

DIRECTION VERS.....						DIRECTION VERS.....						DIRECTION VERS.....					
TOURNE A GAUCHE			DIRECTE			TOURNE A DROITE			TOURNE A GAUCHE			DIRECTE			TOURNE A DROITE		
VL	PC	BUS	CAM	SR	2R	VL	PC	BUS	CAM	SR	2R	VL	PC	BUS	CAM	SR	2R
II						II						II					
III						II						II					
III						II						II					
III						II						II					
II						II						II					
III						II						II					
III						II						II					
III						II						II					
III						II						II					
III						II						II					

An Fada
 An Fada
 An Fada

1 10 15 20 25 30 35 40 45 50 55 60