coopération allemande
DEUTSCHE ZUSAMMENARBEIT

Réalisé par :
giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Royaume du Maroc
Ministère de l'Intérieur



Aménagement des carrefours en milieu urbain

CoMun – coopération municipale
Gouvernance locale et participative au Maghreb

Direction Générale des Collectivités Locales



Le **Programme CoMun** encourage le respect
de l'environnement, le présent document
est imprimé sur du papier recyclé.



Sommaire

1. Avant-propos 05

2. Introduction 07

3. Préambule à la mobilité 09

3.1. Quelques définitions essentielles 10

3.2 Enjeu de la définition d'une politique multimodale des déplacements 10

3.3. Relation entre urbanisation et mobilité 11

3.4. Rôle clefs de l'aménagement des carrefours 15

4. Rôle et démarche d'une étude d'aménagement des carrefours 16

5. Le diagnostic pour l'aménagement des carrefours 19

5.1. L'analyse du contexte 21

5.2. L'analyse de l'offre 23

5.3. L'analyse de la demande 26

5.4. L'adéquation entre la demande et l'offre à disposition 30

6. Contraintes et objectifs 34



7. Propositions d'amélioration du fonctionnement d'un carrefour 37

7.1. Démarche de définition d'un aménagement 38

7.2. Le dimensionnement des carrefours à perte de priorité 47

7.3. Dimensionnement d'un carrefour «giratoire» 52

7.4. Dimensionnement des carrefours à feux 55

8. Synthèse 64

9. Cas pratique 66

9.1. Réalisation du diagnostic 67

9.2. Génération de variantes et propositions 71

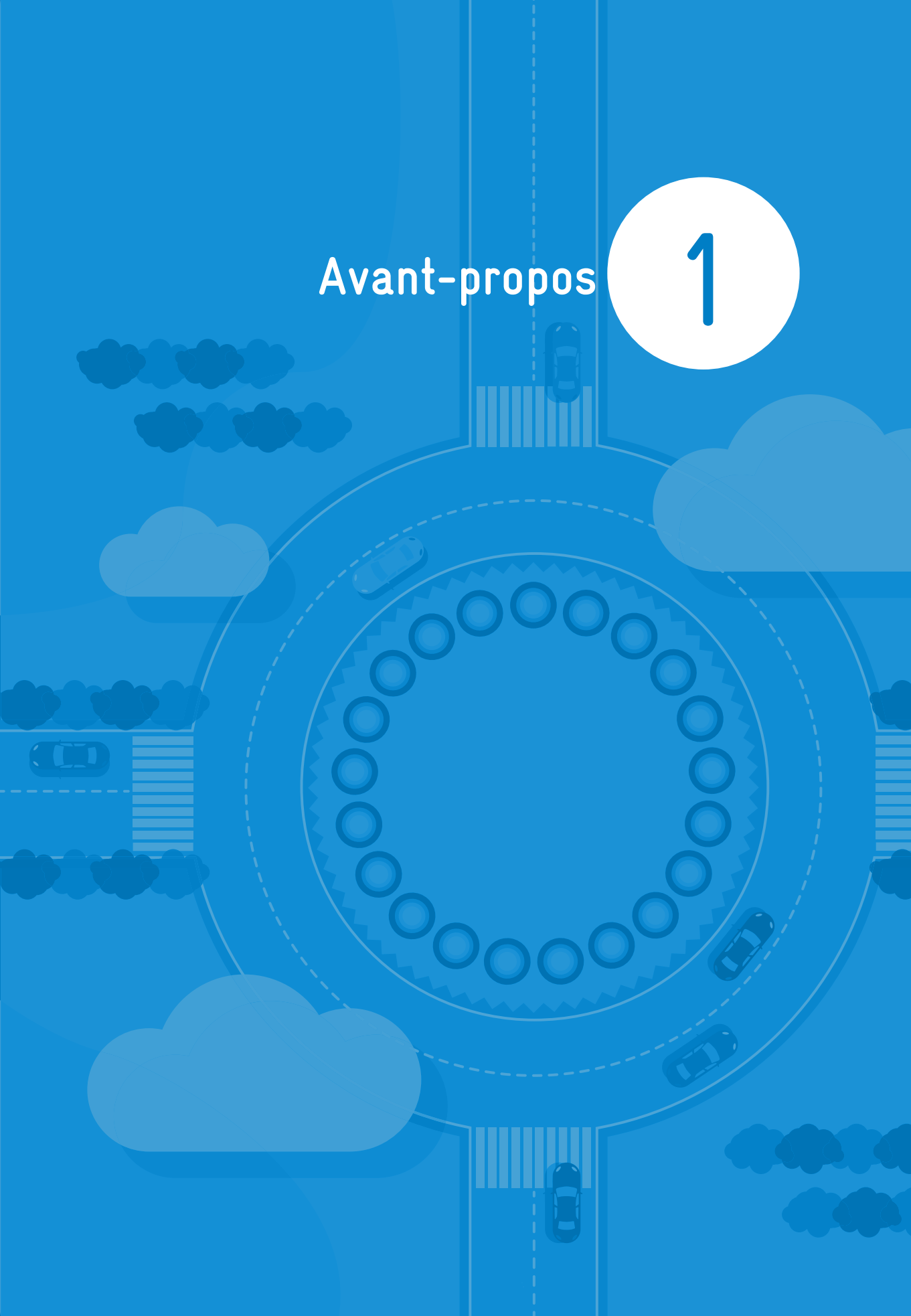
10. Annexes : Fiches de synthèse états des lieux des aménagements de carrefours 74

Casablanca 75

Oujda 77

Agadir 79

Avant-propos 1

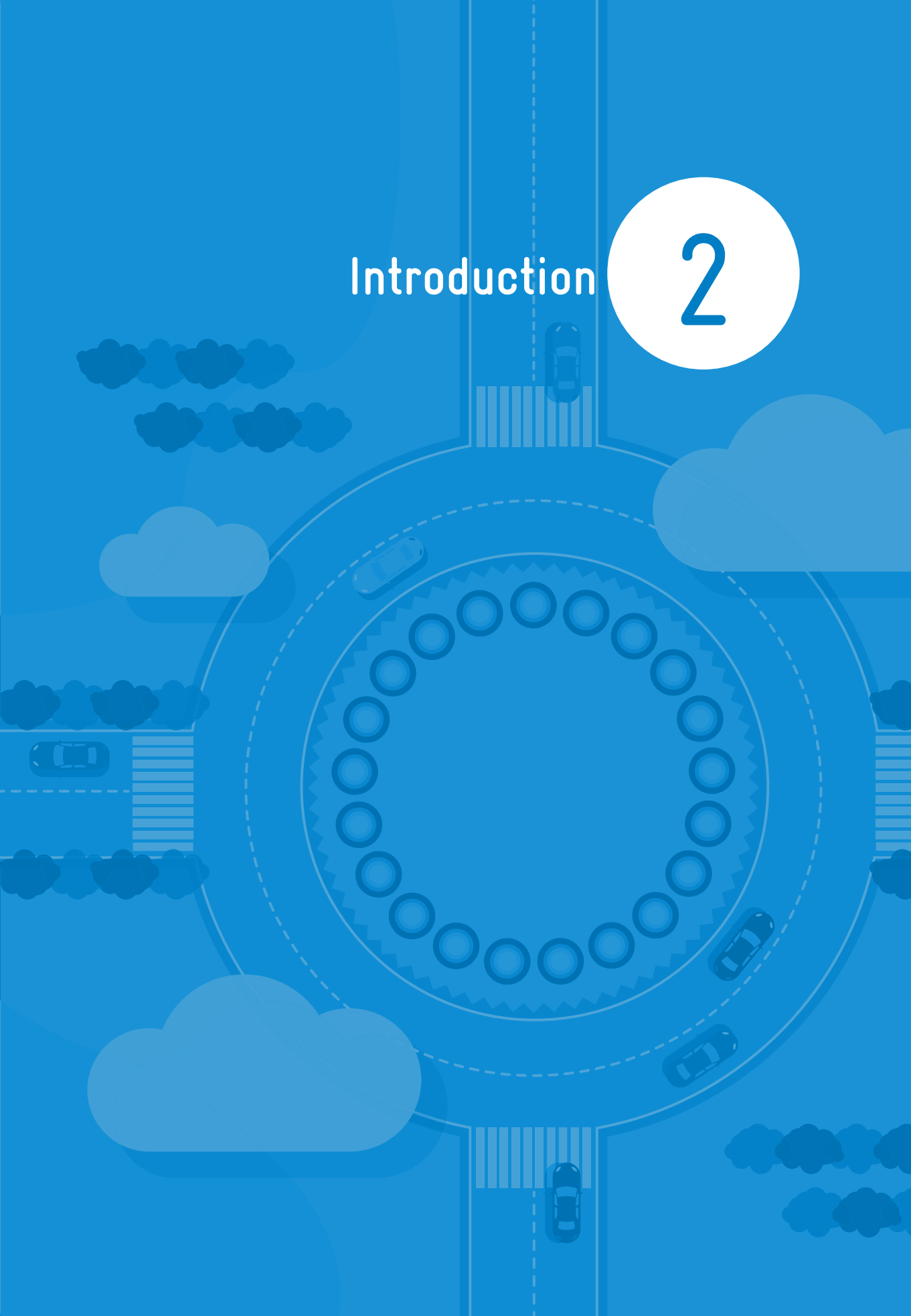




Ce document vise à apporter des clefs de compréhension et des pistes de réflexions sur la manière d'aménager un carrefour. Il correspond à un cadre de réflexion dans le sens où il s'oppose à la définition d'une méthode figée et unique qui ne tiendra pas compte de la diversité des contextes urbains. De surcroît, il s'agit d'une proposition vouée à être remise en question et qui cherche à susciter la discussion plutôt que l'exécution.

Considérant que cette démarche ne peut être définie et traduite qu'à une échelle locale, ce document s'adresse aux acteurs de la ville responsables de la gestion de la mobilité urbaine et du transport public et/ou préoccupés par la problématique, en particulier le personnel des Communes (élus et techniciens), qui ont la charge d'un service public d'aménagement des carrefours.

Introduction 2





Au cours des dernières décennies, le Maroc a connu une expansion considérable et difficilement contrôlable des zones urbaines. La demande en déplacements a fortement augmenté et les villes marocaines subissent d'immenses pressions du à leur incapacité de fournir des services de mobilité et de transport adaptés aux besoins de la population.

Face à cette croissance urbaine particulièrement rapide, le système de mobilité urbaine et de transport public devient de plus en plus complexe. Son bon fonctionnement et son évolution durable nécessitent une refonte complète englobant l'aménagement des carrefours.

Plusieurs expériences pertinentes dans le domaine de l'aménagement des carrefours ont été développées par des villes marocaines. Toutefois, il n'y a pas eu à ce jour de réel effort de capitalisation et de partage de ces pratiques. D'où l'intérêt que revêt le présent recueil dont l'objectif est de fournir aux acteurs concernés par le sujet un outil d'aide à la conduite et à la gestion des programmes d'aménagement des carrefours.

Coopération Municipale-Gouvernance locale et participative au Maghreb dénommé CoMun, est un programme régional pour le développement urbain et la gouvernance locale, mis en oeuvre par la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit GIZ GmbH, en partenariat avec la Direction Générale des Collectivités Locales. Le Programme CoMun promeut le concept de décentralisation ainsi que la mise en place de structures participatives au Maroc et dans d'autres pays du Maghreb. Il vise également à contribuer à une plus grande efficacité des administrations communales en matière de gestion urbaine et de gouvernance participative locale.

Les réseaux des villes sont les instruments privilégiés du programme ; ils concernent cinq thématiques majeures de gestion urbaine que sont la mobilité urbaine et transport public, la gestion des déchets, la maîtrise de l'énergie, la réhabilitation des médinas et la gouvernance participative. CoMun et la DGCL ouvrent ensemble pour doter les réseaux, et par-delà les villes, d'une panoplie d'outils et d'instruments appropriés simples à mettre en oeuvre pour remplir leurs missions de gestion urbaine.

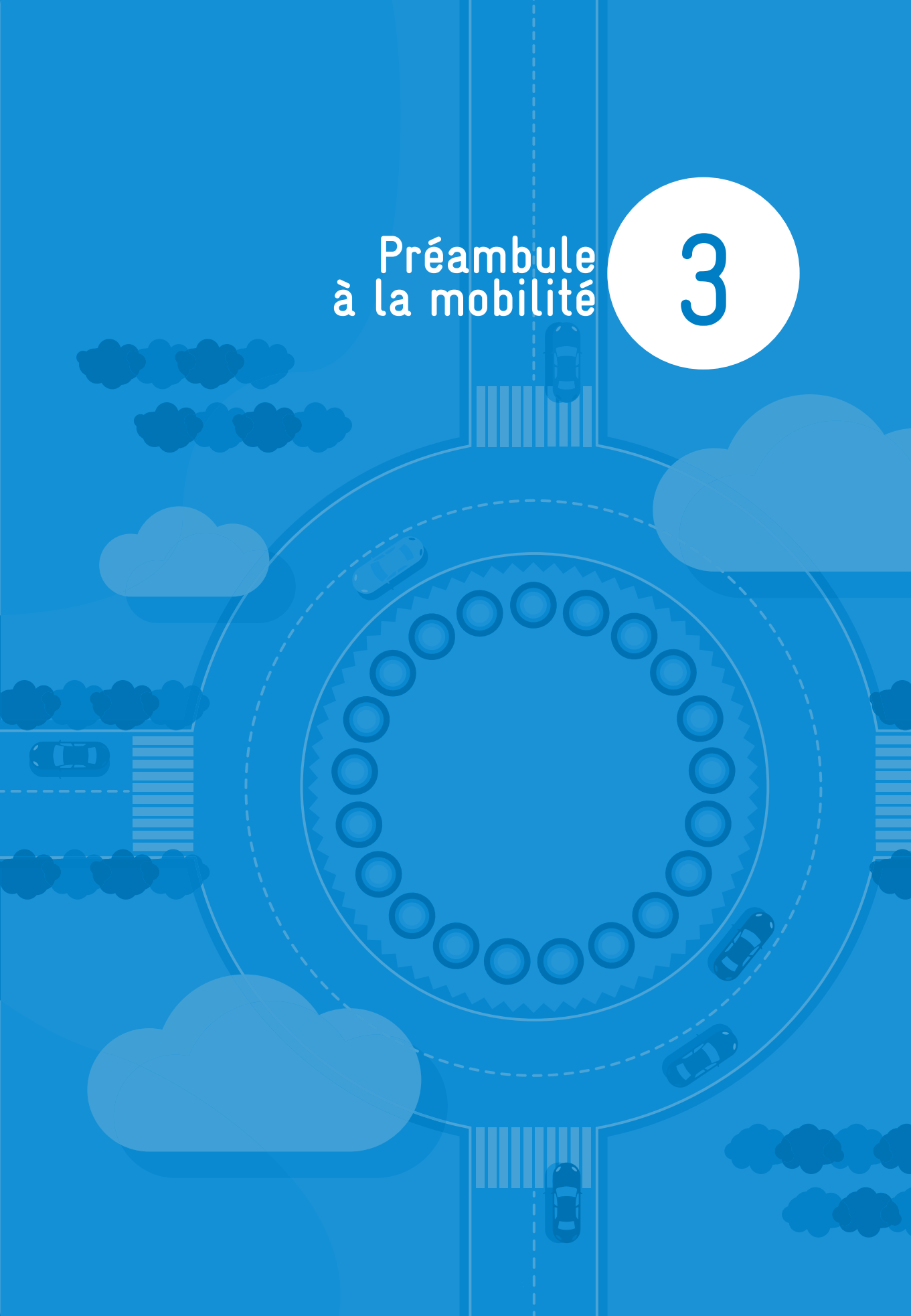
le Réseau dédié au transport et mobilité nommé « REMATP » compte parmi ses membres les 14 villes principales du Royaume. Depuis sa création en septembre 2012, il s'est penché, entre autres, sur trois thèmes : Le bus à haut niveau de service (BHNS) comme option de transport efficient et innovant ; le benchmarking des services de transport public dans les villes marocaines et l'aménagement & partage de la voirie urbaine.

En vue de répondre aux besoins croissants en matière de mobilité et doter les villes d'un service public performant, le REMATP pourra mettre au centre de ses préoccupations pour les prochains cycles, des thématiques cruciales pour les collectivités locales comme la mise en place des SDL, les mécanismes de suivi de la gestion déléguée ou l'amélioration et révision des plans d'accessibilité et de circulation urbaine.

Le présent guide fournit aux acteurs concernés un corpus de bonnes pratiques pour la gestion des programmes d'aménagement des carrefours et propose des recommandations techniques détaillées sur ce sujet. Il se réfère à l'expérience de plusieurs villes pour expliciter et illustrer le rôle, la démarche et le diagnostic d'une étude d'aménagement, tout en mettant en exergue les contraintes et les objectifs avec des propositions d'amélioration des carrefours.

Préambule à la mobilité

3





L'aménagement des carrefours s'inscrit dans une démarche plus générale définissant les objectifs et les différents outils nécessaires à la mise en place d'une politique multimodale des déplacements consistant à réaliser une démarche active et planificatrice sur l'organisation des déplacements des individus, notamment par l'intermédiaire d'actions pouvant conditionner le choix du mode de transport.

3.1. Quelques définitions essentielles

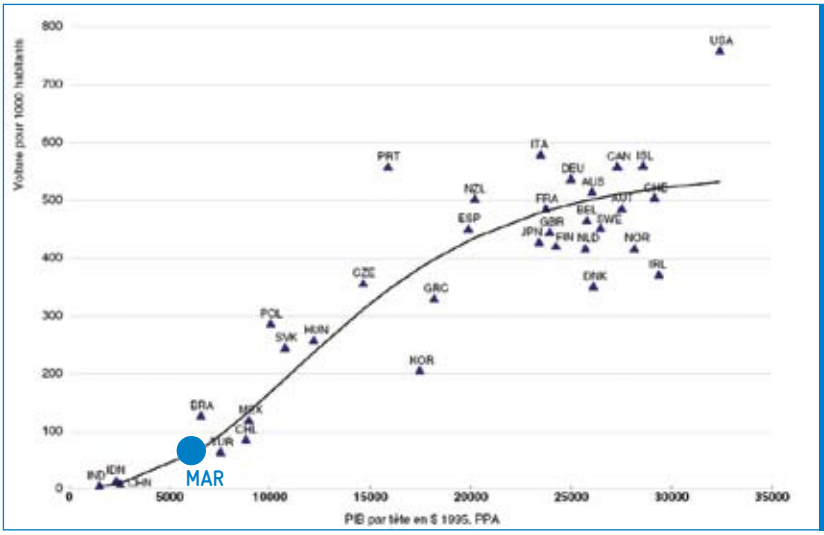
- **La Mobilité :** se réfère à un groupe d'usagers, selon sa capacité, sa tendance et / ou son besoin de se déplacer, entraînant une demande de transport. La mobilité est une nécessité quotidienne (travail, études, visite, acheter, se détendre, …). Le terme «mobilité» met donc en évidence la prépondérance des personnes par rapport aux infrastructures et aux véhicules.

- **Le Transport :** se réfère au système / aux réseaux permettant aux personnes et aux marchandises de se déplacer ou d'être déplacées dans une zone définie. Le transport urbain se réfère à un tel système au niveau d'une zone urbaine ou métropolitaine. Un système de transport comprend généralement les infrastructures (routes, voies ferrées, stations de bus, etc.), les véhicules et les opérateurs (exploitants du train, du bus ou des taxis, selon un cadre juridique, etc.).

- **L'Accessibilité :** se définit comme la mesure de la capacité d'un lieu à satisfaire les besoins de mobilité depuis les autres lieux et inversement. Par conséquent, la capacité et l'organisation des infrastructures de transport sont des éléments clés dans la détermination de l'accessibilité. L'accessibilité (tous modes confondus) est le principal objectif de toute politique de transport urbain.

3.2 Enjeu de la définition d'une politique multimodale des déplacements

L'accessibilité des villes marocaines est un enjeu essentiel d'autant que l'usage de la voiture tend à s'accroître fortement dans les secteurs les plus urbanisés, comme le montre le graphique ci-après. Ce dernier présente le taux de motorisation (rapport entre le nombre de véhicules et le nombre d'habitants) du Maroc en comparaison d'autres pays.



- Le taux de motorisation est en augmentation constante.
- Une augmentation rapide au Maroc.
- Toutefois une grande disparité entre milieu urbain et territoire rural.

Figure 1 : Comparaison des taux de motorisation



3.3. Relation entre urbanisation et mobilité

L'augmentation inéluctable de la pression automobile est confrontée aux aspects contradictoires suivants :

- La densification de l'urbanisation limitant l'offre en déplacements automobiles et les possibilités de réalisation des infrastructures routières ;
- L'augmentation de la relocalisation des emplois et des habitants hors des centres urbains plus accessibles en véhicule, mais disposant de moins d'offre alternative ;
- La diminution de la fréquentation des transports en commun en lien leur perte de performance dans les centres urbains.

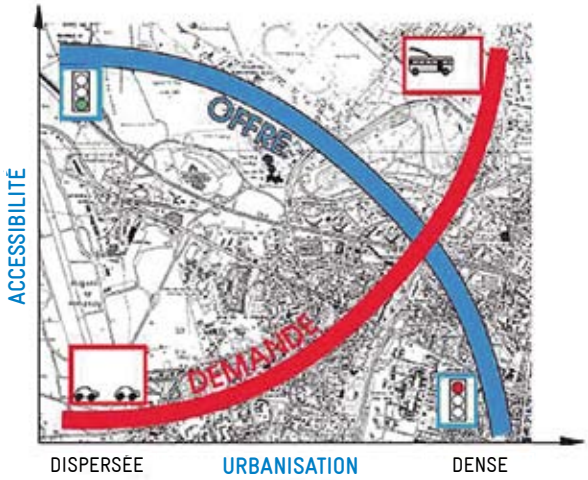


Figure 2 : Urbanisation et accessibilité

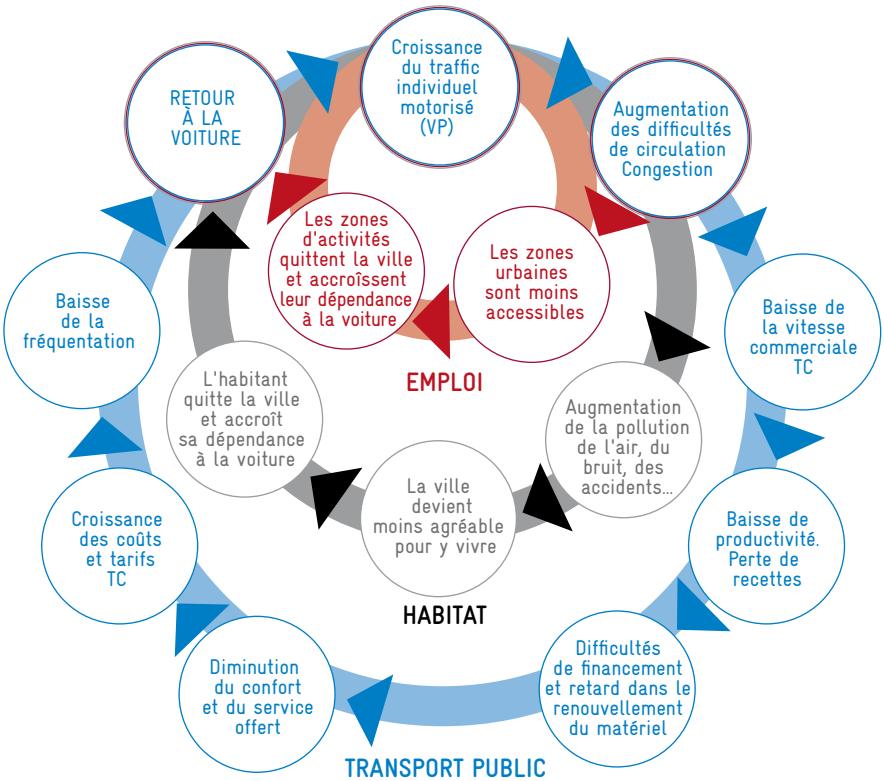


Figure 3 : L'engrenage du «tout voiture»



L'enjeu de report modal de la voiture vers des alternatives est donc nécessaire pour gérer la capacité de déplacements.

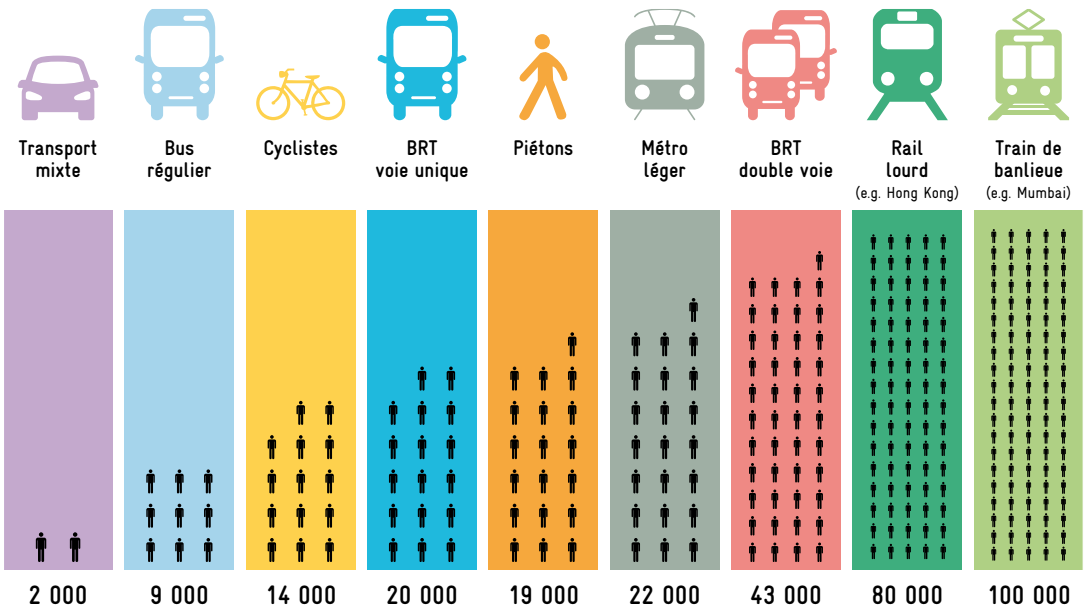


Figure 4 : Capacités de déplacements de 3.5m d'espace public (Source : Botma & Papendrecht, TU Delft 1991 and own figures)



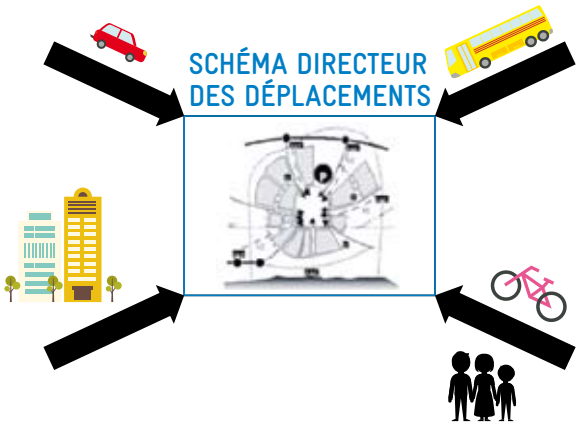
Bus Vélos Véhicules individuels

Figure 4bis : Comparaison des capacités de déplacements de 3.5m d'espace public

La définition d'un concept multimodal est indispensable pour définir une vision globale ou une «image» de ce que devrait devenir à moyen long terme l'espace considéré et la gestion des déplacements qui s'y développent. Cette «image» permettra d'éviter les interventions «au coup par coup», qui peuvent parfois s'avérer avec le recul, incohérentes et / ou hors de propos par rapport au fonctionnement général de la mobilité.

La définition évite une démarche monomodale, forcément fragmentée où chacun ne s'occupe que d'un seul domaine.

CONCEPT MULTIMODAL, chacun amène sa pierre à l'édifice



PAS DE CONCEPT MULTIMODAL, chacun tire dans sa direction C'EST UN RISQUE CONSTANT !

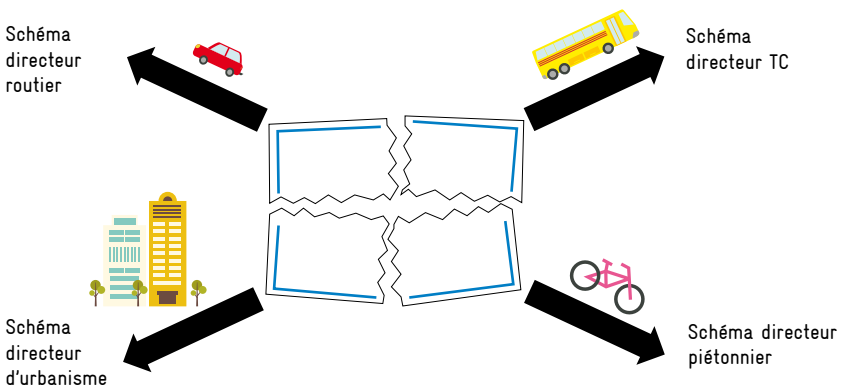


Figure 5 : L'enjeu d'une approche multimodale



Bien qu'à une échelle plus proche (1 à 2 ans), les études d'aménagement des carrefours s'appuient sur la définition des études amont (études de planification, études d'exploitation) dont les concepts multimodaux devraient être un des principaux vecteurs.

Cette démarche s'accompagne de la mise en oeuvre d'une panoplie d'outils (plan de circulation, gestion des feux tricolores, politique de stationnement) dont l'aménagement de voirie est un parmi les autres.

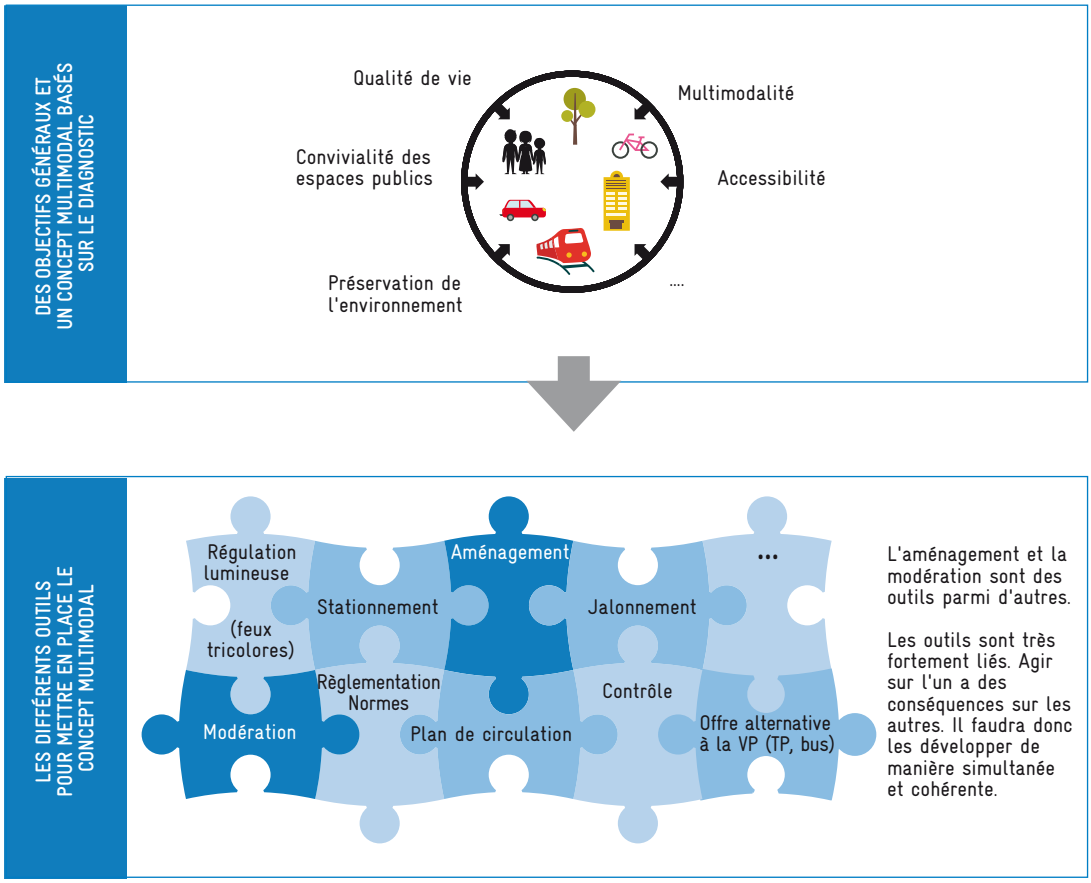


Figure 6 : le rôle «clef» de l'aménagement des carrefours dans une politique des déplacements



3.4. Rôle clefs de l'aménagement des carrefours

Dans sa mission première, le carrefour est par définition le croisement de voies de circulation et, par conséquent, doit gérer et sécuriser les conflits entre les différents usagers le traversant tout en assurant une capacité fonctionnelle adaptée. Comme présenté ci-après, d'autres missions peuvent être assignées aux carrefours comme la priorisation d'un mode de transport (en général les transports en commun) ou la maîtrise de flux automobiles (contrôle d'accès).

Par conséquent, le réaménagement de la voirie (au-delà de l'espace public) et le choix d'un principe d'exploitation d'un carrefour (perte de priorité, giratoires, feux tricolores, giratoire à feux, voire trémie) sont conditionnés par la réponse à ces objectifs définis dans le cadre d'études de planification et d'exploitation.

Les études de planification et d'exploitation donnent ainsi les données d'entrée pour la définition des aménagements comme :

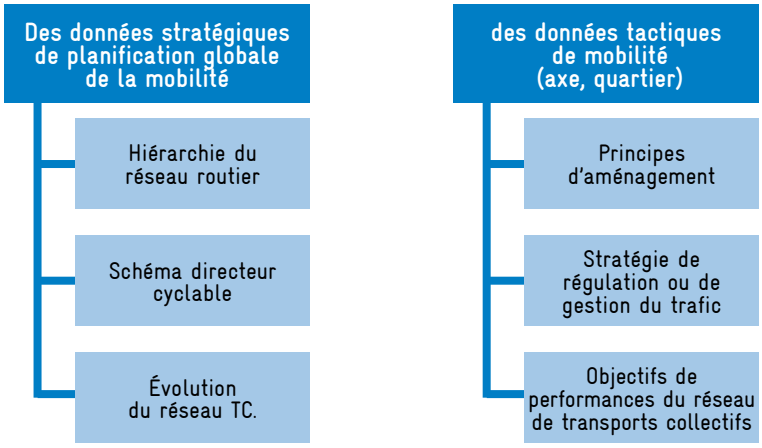
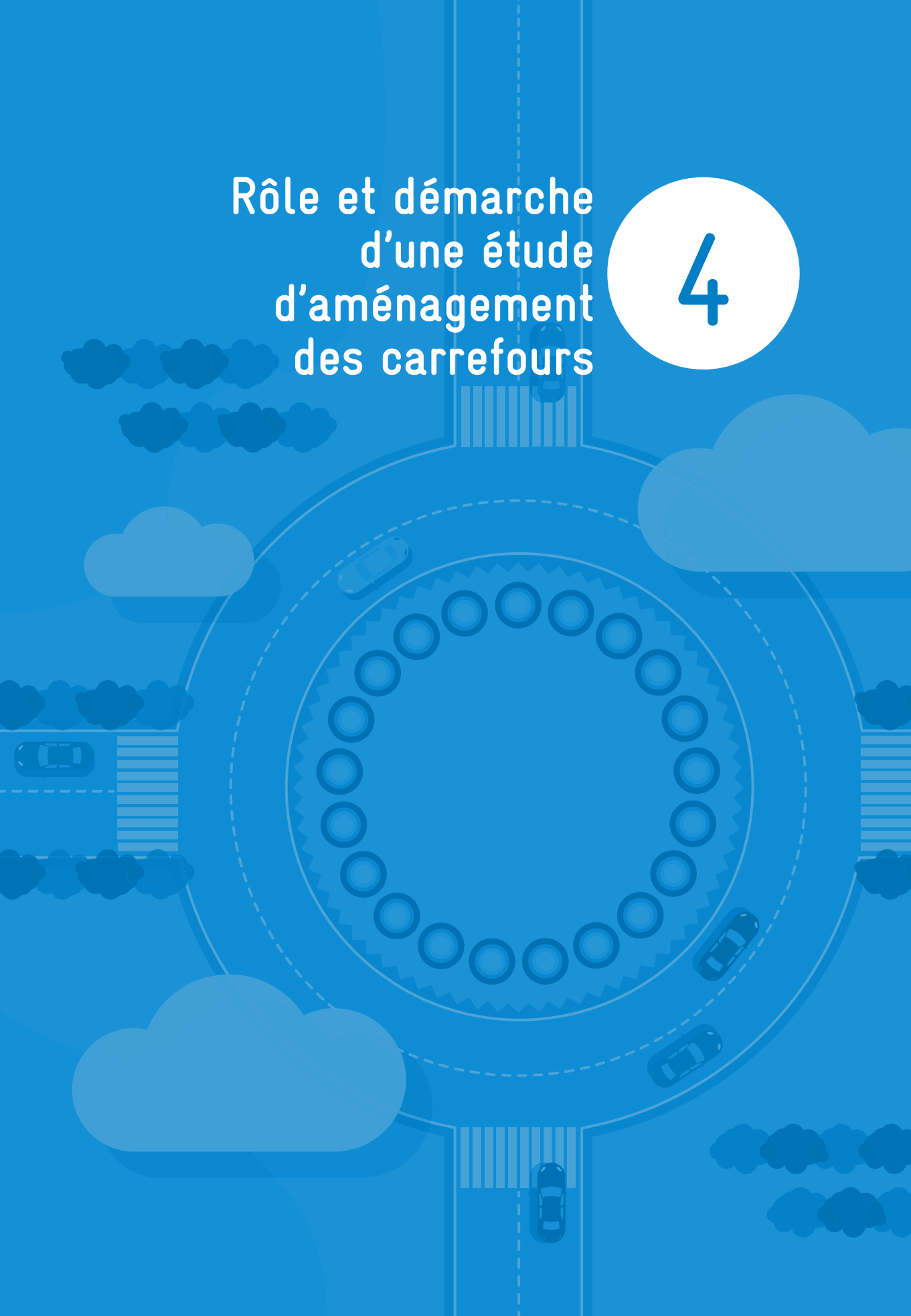


Figure 7 : Domaine stratégique versus domaine tactique

Rôle et démarche d'une étude d'aménagement des carrefours

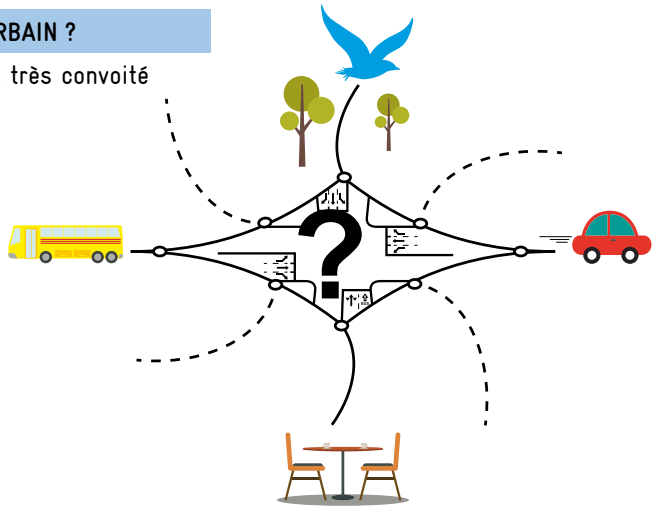
4



Le rôle de l'étude est d'un aménagement consiste à définir la répartition de l'espace public urbain en fonction des différents besoins et des objectifs identifiés, notamment ceux portés par les études stratégiques.

À QUI L'ESPACE PUBLIC URBAIN ?

L'espace public urbain est très convoité



LA DEMANDE EST PLUS FORTE QUE L'OFFRE

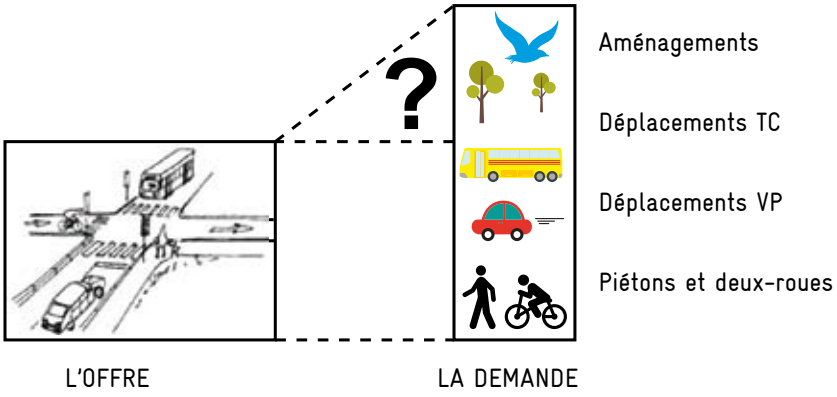


Figure 8 : L'enjeu de partage de l'espace public par les différents acteurs

La démarche repose sur trois étapes distinctes, permettant de déboucher sur la définition des prescriptions d'aménagement, fonctionnelles et matérielles :

- Le diagnostic, analysant la situation actuelle ;
- La définition des contraintes et des objectifs ;
- La définition des principes de fonctionnement.



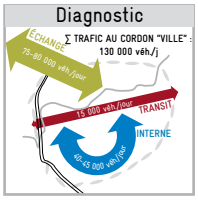
A **ANALYSE DE L'ÉTAT EXISTANT**

- Aménagement
- Charges de trafic
- Exploitation
- Dysfonctionnement
- ...

Inventaire



Diagnostic



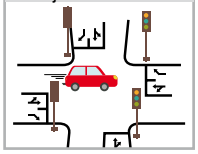
B **CONTRAINTES ET OBJECTIFS**

- Charges de dimensionnement
- Structure urbaine
- Topographie
- ...
- Accessibilité
- Gestion de l'espace public
- Part de chaque mode de déplacement
- Environnement
- ...

Plan des déplacements urbains



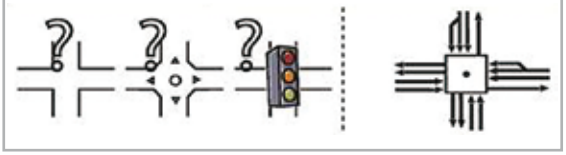
Contraintes et objectifs locaux



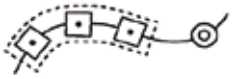
C **DÉFINITION DES PRINCIPES DE FONCTIONNEMENT**

- Type d'exploitation des carrefours
- Calibrage et aménagement de la voirie
- Carrefours coordonnés ? isolés ?
- Quand coordonnés ? Quand isolés ?
- Détection et ordre de changement de programme
- Priorités
- ...

Optimisation du réseau



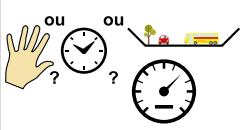
Liaisons entre carrefours



Nombre et caractéristique des programmes

- Aller au travail
- Retour travail
- Heures creuses
- Nuit
- Spécifique

Principes de choix de programmes





D **PROJETS ET PRESCRIPTIONS TECHNIQUES**

- Définition du matériel
- Génie civil
- Définition détaillée de son fonctionnement (programmes, transitoires)

Mise en place du système

Figure 9 : La méthodologie d'une étude de carrefour

Cette démarche méthodologique est nécessaire, pour permettre de proposer des solutions adéquates et judicieusement choisies. Il est donc impératif de :

- **Comprendre les problèmes existants et toujours différents (le diagnostic) ;**
- **Synthétiser les objectifs et contraintes fonctionnels ou financiers de chaque acteur du projet.**

Le diagnostic pour l'aménagement des carrefours

5





Le diagnostic va permettre :

- **à plus large échelle,** de poser les objectifs définis par les différents partenaires des études, en permettant d'appréhender le rôle de l'axe étudié au sein du réseau, son usage, les enjeux de reports de trafic à une échelle élargie,...
- **à l'échelle locale,** de focaliser sur les noeuds des carrefours, à un niveau plus technique et à comprendre les enjeux locaux et les causes des dysfonctionnements observés sur site, par exemple :
  - les remontées de files liées à la saturation d'un carrefour ;
  - l'inadéquation du calibrage ou du réglage des feux avec la demande ;
  - le manque de traversées piétonnes, itinéraire cyclable non sécurisé,... ;
  - des temps d'attente trop longs pour les transports publics ;
  - ...

L'analyse repose sur une méthodologie axée sur les analyses du contexte, de l'offre, de la demande et de l'adéquation de cette dernière avec l'offre disponible.

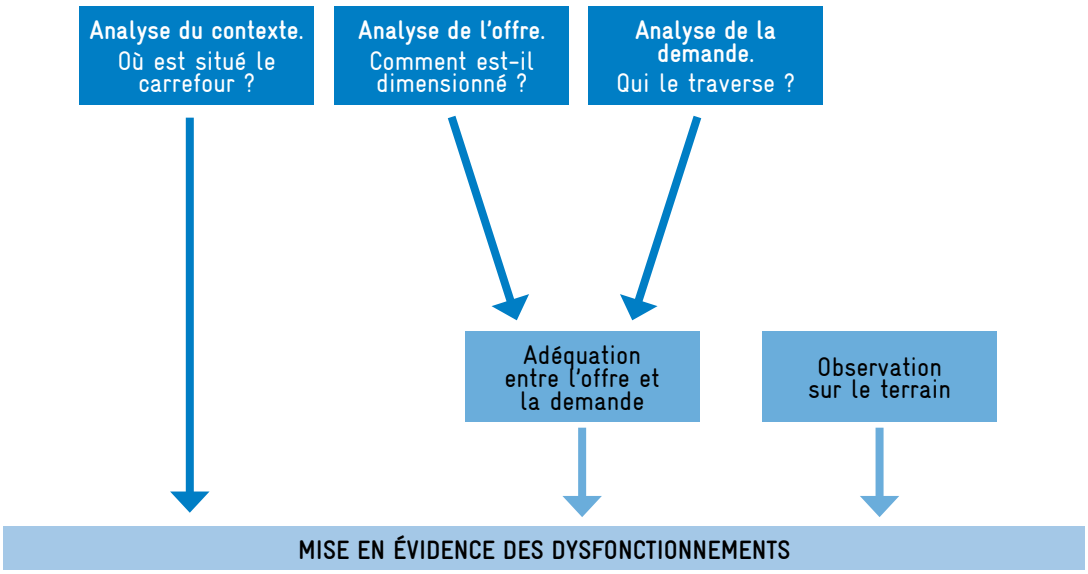


Figure 10 : La méthodologie d'un diagnostic

En «mode projet», un diagnostic doit toujours être concret et prospectif, pour identifier le plus naturellement possible les enjeux et contraintes à prendre en considération pour la suite de la démarche. Ainsi, il ne s'agit pas de dresser un inventaire de données, mais bien de les analyser, de les comprendre, pour identifier les caractéristiques essentielles d'un site et ses dysfonctionnements, actuels projetés.

Le diagnostic d'un aménagement de carrefour repose sur 4 parties distinctes et complémentaires :

- L'analyse du contexte ;
- L'analyse de l'offre ;
- L'analyse de la demande ;
- L'analyse de l'adéquation de l'offre et de la demande.

5.1. L'analyse du contexte

L'analyse du contexte consiste à appréhender l'aménagement dans son environnement urbain et sur le réseau de voirie le traversant à différentes échelles :

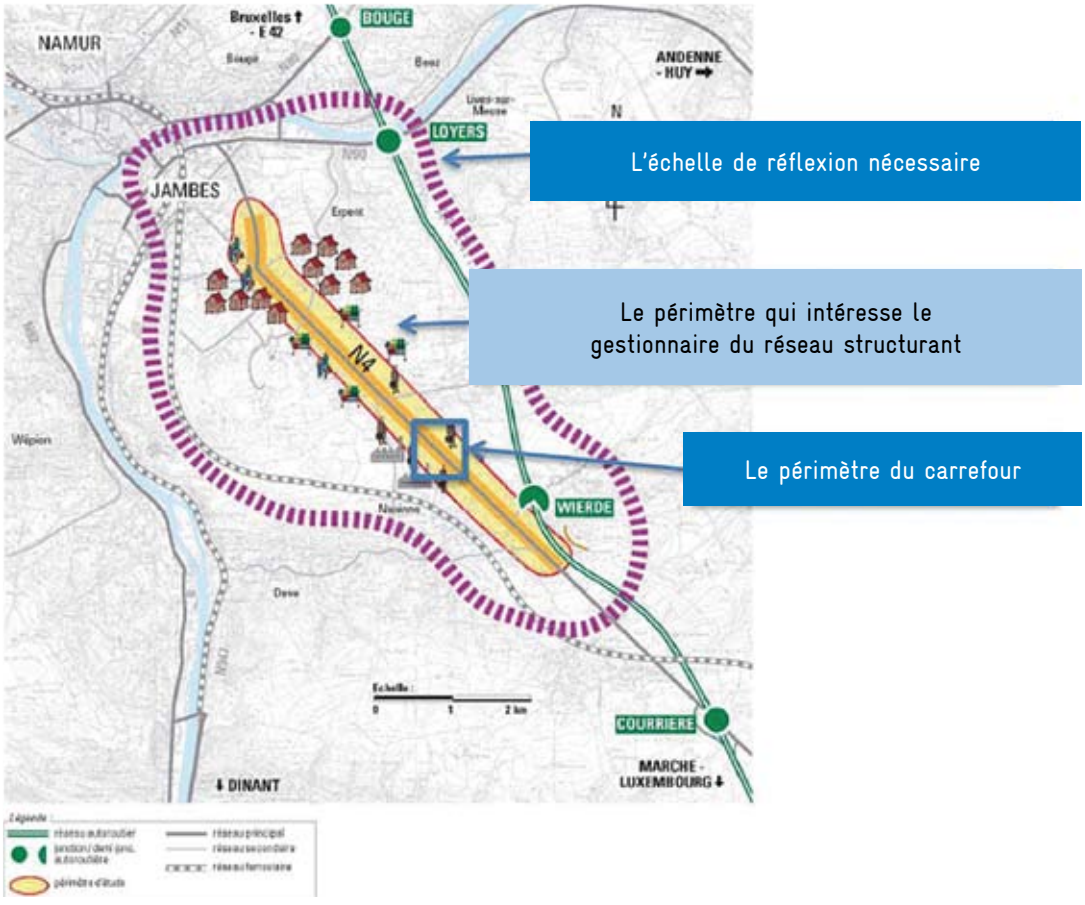


Figure 11 : Les différents périmètres de réflexion

- **Échelles élargies par rapport à l'aménagement du carrefour**. Ces échelles peuvent être étendues à l'axe complet, pour correspondre aux interrogations du gestionnaire de voirie sur lequel est situé le carrefour, mais le plus souvent à l'ensemble d'un quartier ou d'une zone pour permettre d'identifier l'ensemble des composantes, comme :
  - la localisation du carrefour et son rôle dans la hiérarchie actuelle et projetée du réseau de voirie ;
  - les enjeux en termes de déplacements tous modes (cheminements cycles et piétons, dessertes transports collectifs, etc.) ;
  - les impacts à considérer des carrefours adjacents.



NOTION CLEF - HIÉRARCHIE DU RÉSEAU ROUTIER :

La hiérarchie définit l'importance des voies. À chaque niveau de hiérarchie correspond des éléments liés au gabarit, à la réglementation, au traitement des espaces (matériaux, arborisation, mobilier, éclairage, ...). Les niveaux hiérarchiques et leur fonction sont :

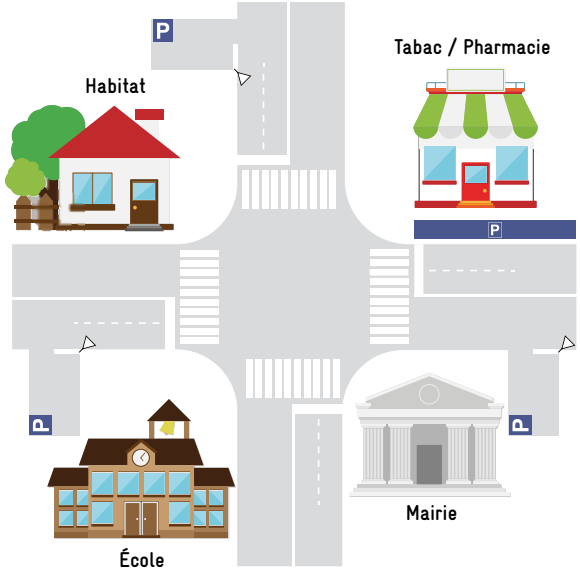
- **Réseau routier et autoroutier d'agglomération,** fonction de transit et d'échange à l'échelle d'une agglomération.
- **Réseau routier principal,** fonction de transit et de distribution principale à l'échelle de la commune
- **Réseau routier collecteur,** fonction de liaison entre les voiries de desserte (trafics d'échanges et internes à l'échelle de la commune) et de connexion au réseau principal
- **Réseau routier de desserte,** fonction de desserte fine de la commune dans les quartiers



Figure 12 : Le contexte global d'un carrefour : Les niveaux hiérarchiques

- **Au niveau local,** consistant à l'analyse de l'environnement urbain proche, comme la présence :
  - de commerces ;
  - de générateur de dépose-minute ;
  - de parc urbain ;
  - d'écoles ;
  - de parkings ;
  - de lieux de cultes.

L'analyse du contexte vise à comprendre les liens qui régissent le lieu de l'aménagement avec son environnement. Puisqu'il n'existe pas de solution clefs en main, prenant en considération des enjeux aussi bien locaux que globaux, pour aménager correctement un carrefour ces liens seront essentiels dans la conception du projet.



Le carrefour est au centre des activités du quartier

Figure 13 : Le contexte local d'un carrefour



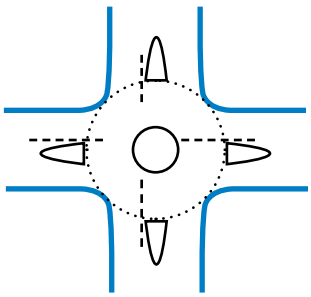
5.2. L'analyse de l'offre

L'analyse de la qualité de l'offre en déplacements sur le carrefour porte sur :

• **Le type d'exploitation** (perte de priorité, stop, giratoire, feux tricolores) ;

CARREFOUR GIRATOIRE

› GIRATOIRE

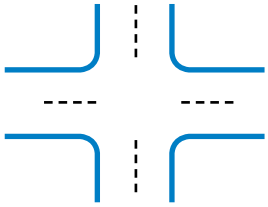


Représentation :

- Giratoire simple
- Giratoire régulé

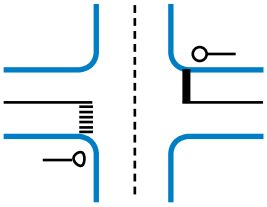
CARREFOUR À RÈGLE DE PRIORITÉ

› PRIORITÉ À DROITE



Représentation

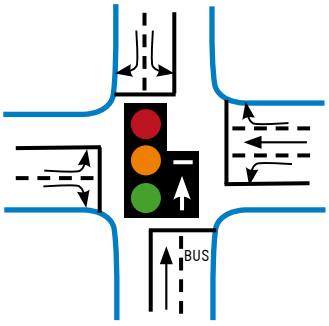
› STOP OU CÉDEZ LE PASSAGE



Représentation

CARREFOUR RÉGULÉ PAR FEUX TRICOLORES

› FEUX



Représentation

Gestion simple ?

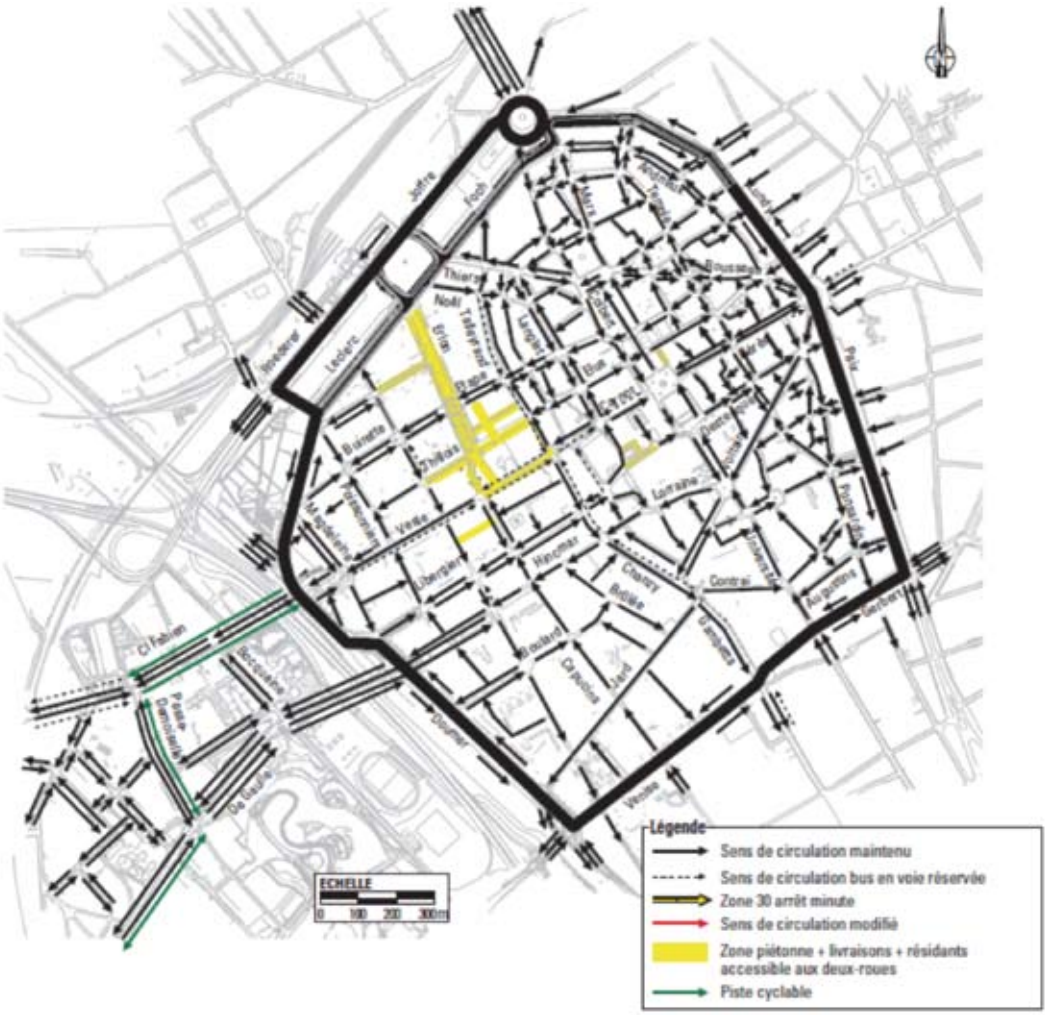
Mouvements séparés ?

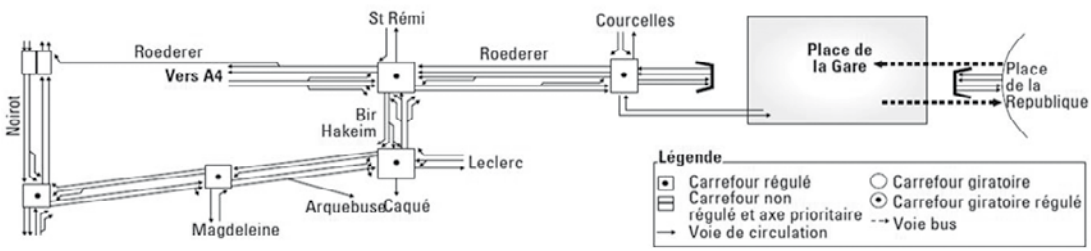
Modes séparés BUS ?

Figure 14 : Les différents types de carrefours et leurs représentations techniques



- **Le plan des voies** (nombre de branches, nombre de voies et leur affectation (voie de tourne-à-gauche par exemple) ;





Source : Transitec

Figure 15 : Exemple de plans des voies

• **Le nombre de lignes de transports en commun** et leur fréquence ;

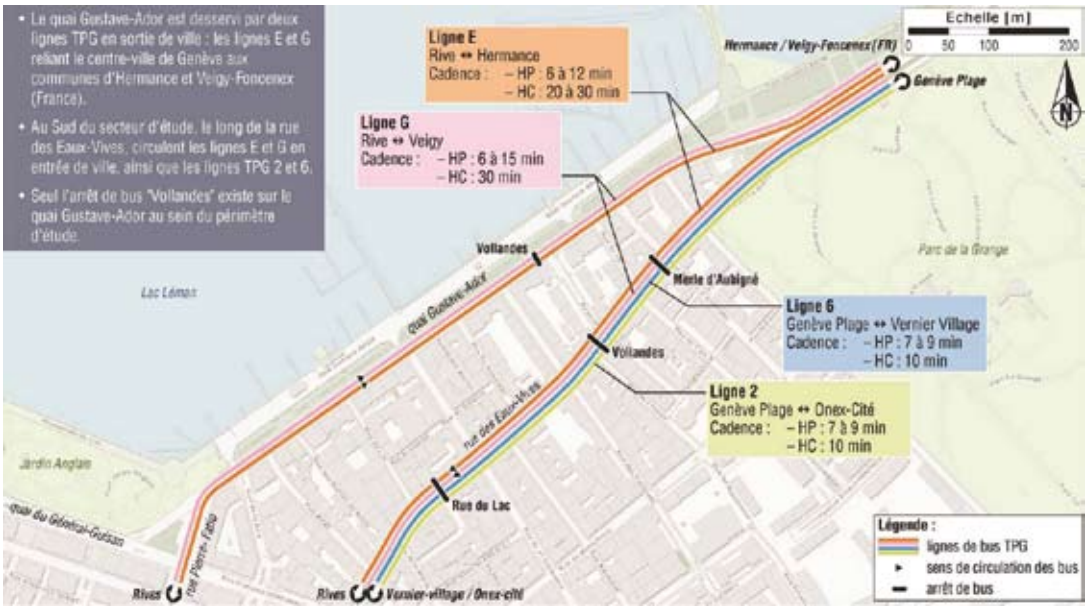
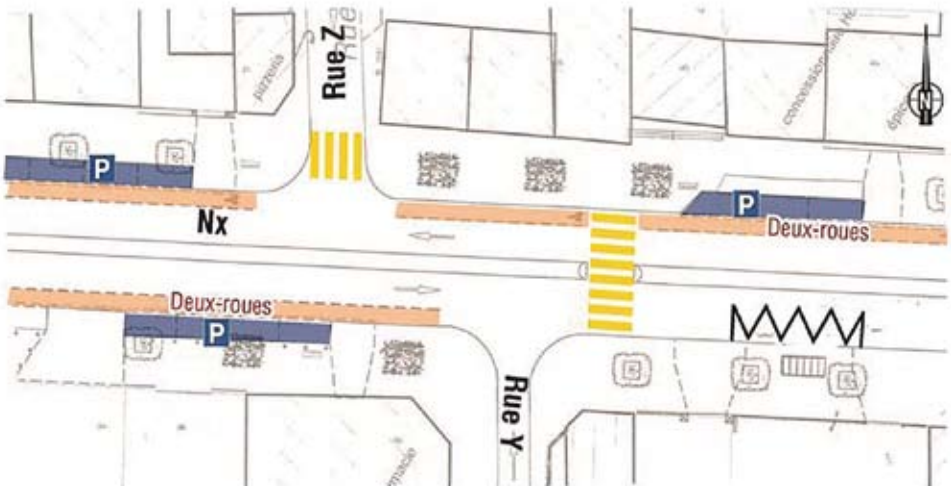


Figure 16 : Exemple d'analyse de l'offre en transports en commun

• **La qualité des espaces** pour les modes actifs (piétons /deux roues) ;



Une absence de traversée de la Nx au droit de la rue Z et de la rue Y.
Les détours peuvent être importants.

Des pistes deux-roues existent de part et d'autre du carrefour sur la Nx. Elles permettent une circulation aisée des cyclistes. Les accès sur les rues transversales sont délicats, voire impossible.

Quelques places de stationnement à proximité du carrefour, mais les manoeuvres pour y stationner sont parfois gênantes pour la circulation.

Figure 17 : La qualité des espaces pour les autres modes



- **La disponibilité de la voirie** (marché, dépose-minute, stationnement sauvage, ...)
- **Le fonctionnement de la signalisation** tricolore, le cas échéant.

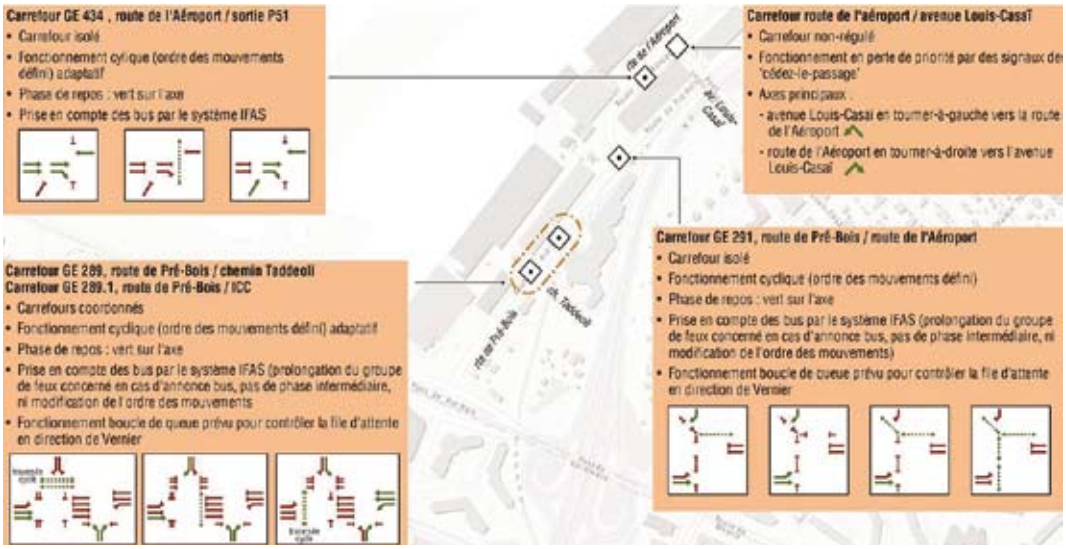


Figure 18 : Exemple d'analyse du fonctionnement de la signalisation tricolore

L'analyse de l'offre donne le point de départ de l'aménagement. Il sert, dès le début de la démarche, à repérer les éventuelles incohérences de la situation actuelle, mais également à bien identifier les éventuelles contraintes à prendre en considération.

5.3. L'analyse de la demande

L'analyse de la demande consiste à mesurer la quantité de déplacements s'exprimant sur le carrefour pour chaque mode de transport :

- **Le nombre de véhicules ou de poids-lourds** par jour, par heure ;



Les charges de trafic peuvent être déterminées par des comptages :

- **Automatiques (tubes pneumatiques, boucles magnétiques, caméras vidéo, ...) sur plusieurs jours.**
- **Manuels, aux heures de pointe (puis extrapolation).**

uvp/j = unité de véhicule particulier/jour avec :

1 Véhicule léger = 1 uvp

1 Poids lourd = 2 uvp

1 Deux roues = 0,5 uvp

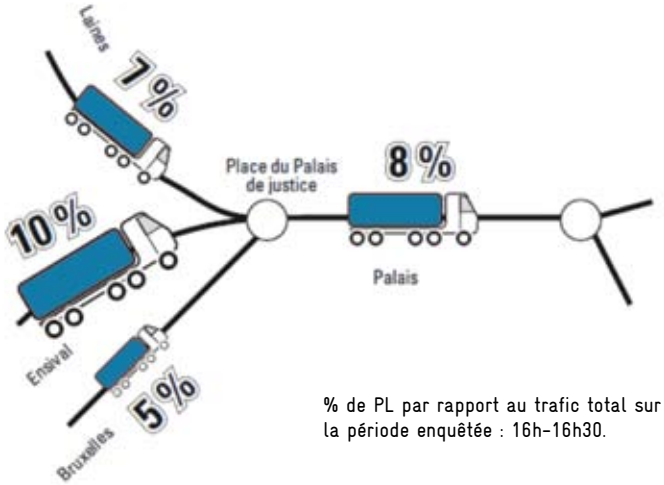
Figure 19 : Exemple de représentation de la demande journalière en déplacements automobiles



L'établissement de ces diagrammes nécessite la réalisation de comptage manuels directionnels.



Figure 20 : Exemple de représentation de la demande horaire en déplacements automobiles



% de PL par rapport au trafic total sur la période enquêtée : 16h-16h30.

› SUR LA PÉRIODE ENQUÊTÉE :

- 8% de poids lourds sur la rue du Palais.
- 45 poids lourds en traversée de la Place du Palais de Justice, soit un poids lourd toutes les 40 secondes !
- **Une valeur journalière estimée à 600/800 poids lourds/jour.**

Figure 21 : Exemple d'analyse de la part poids lourds



NOTION CLEF – LES COMPTAGES :

Pour mesurer la demande (flux), des comptages sont nécessaires. Ils peuvent être de différents types :

- **En section courantes** (tubes, caméras ou autre outils), généralement sur 1 semaine ;
- **Directionnels** (par caméra ou manuels), généralement aux heures de pointe sur une journée type.

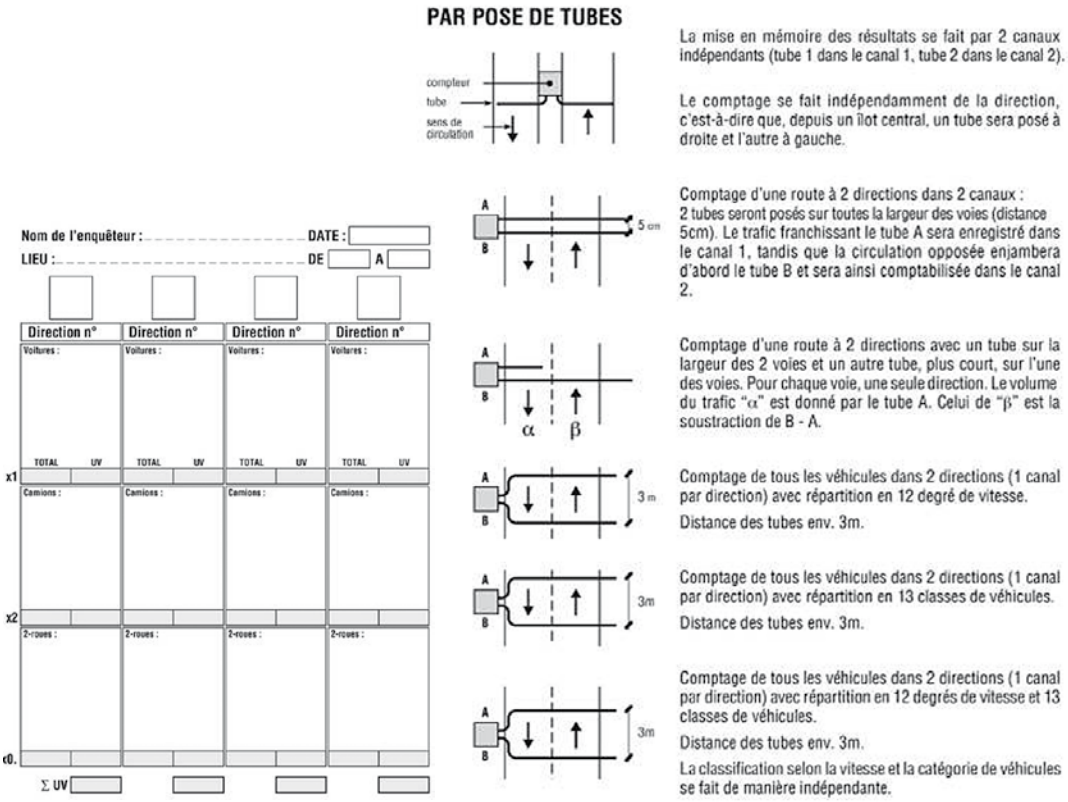


Figure 22 : Illustrations des différents types de comptages de trafic

Il s'agit donc de mesures ponctuelles mais précises, permettant de mesurer la demande à un instant T, qu'il s'agira de bien choisir (hors périodes de vacances, hors perturbations diverses de type travaux, ...). Les comptages directionnels sont à privilégier aux deux heures de pointe, matin et soir, un mardi ou un jeudi, jours «moyens» permettant de dimensionner l'aménagement selon la pointe de trafic, et non l'hyperpointe.

• leurs variations dans le temps ;

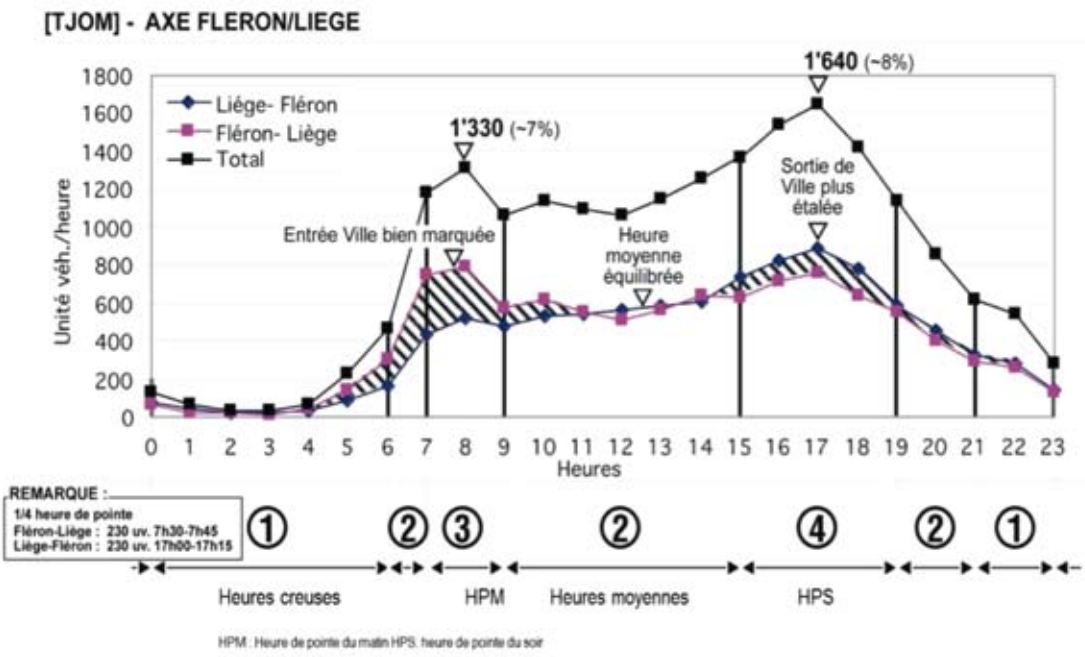
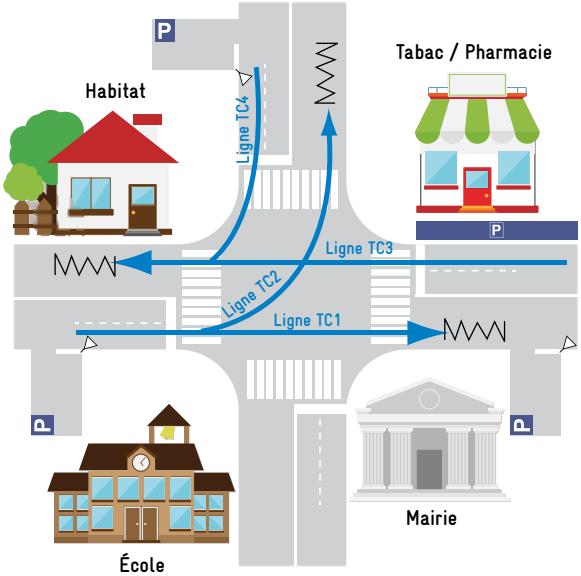


Figure 23 : Exemple d'analyse des variations journalière

• de la demande en transport en commun et des autres modes ;



Le volume de montées-descentes aux arrêts TC.

La localisation et le volume de piétons traversant le carrefour.

Des arrêts TC éparpillés sur le carrefour, sans liaison avec les principaux utilisateurs (les écoliers).

Figure 24 : Exemple d'analyse de la localisation des arrêts de transports en commun



- **Les remontées de files et les blocages récurrents** entre véhicules ;
- **Les gênes entre usages ou entre les usagers ;**
- **Les problèmes de sécurité routière.**



Figure 25 : Exemple d'analyse de sécurité

L'analyse de la demande sert à dimensionner les besoins. Elle devra dans la suite de la réflexion faire l'objet d'une analyse prospective, visant à estimer l'évolution des besoins à court, moyen et long terme (en lien avec une opération urbaine ou une évolution de la hiérarchie du réseau par exemple).

5.4. L'adéquation entre la demande et l'offre à disposition

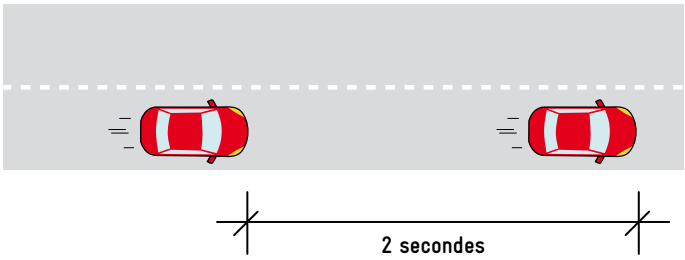
L'adéquation de l'offre et de la demande est exprimée par la «capacité utilisée», qui est le rapport entre la demande à satisfaire (besoins exprimés) et l'offre disponible. Le calcul est généralement réalisé en période de pointe (période la plus chargée) et peut être décliné pour toutes les périodes (heures, quart d'heure de pointe). Le calcul peut autant être réalisé pour des voies en section que pour les différents types de carrefours.

$$\text{Capacité utilisée \%} = \frac{\text{DEMANDE NÉCESSAIRE}}{\text{OFFRE DISPONIBLE}}$$

Les différentes méthodes de calculs par type d'aménagement ne sont pas précisées dans le présent document, car nécessitant une démarche spécifique non abordée dans le cadre des échanges. Toutefois, les principales notions sont abordées ci-après.



5.4.1. La capacité en section



Le créneau intervéhiculaire représente le temps qui s'écoule entre le passage de deux véhicules. Dans la réalité, et donc dans les calculs de capacité, le créneau intervéhiculaire est de l'ordre de 2 secondes. Ainsi le débit horaire d'une voie de circulation est :

$$\frac{3\ 600 \text{ secondes}}{2 \text{ secondes}} = 1\ 800 \text{ véhicules/heure}$$

- diminué en milieu urbain (1 000 à 1 200 véh/h/sens/voie).
- augmenté sur autoroute par forte demande en milieu urbain (2 000 à 2 200 véh/h/sens/voie).

Par exemple, en 20 secondes de vert à un feu sur une voie, ce sont 10 véhicules qui passent.

Figure 26 : Définition de la capacité d'un axe

Dans des conditions idéales, le débit maximal pour une autoroute en «rase campagne» est d'environ 2 200 véhicules par heure et par voie. La capacité d'une route hors localité est d'environ 1 400 véhicules par heure et par voie. En ville, la capacité d'une route est d'environ 1 200 véhicules par heure et par voie (hors intersection).

Ces valeurs théoriques sont à nuancer en fonction :

- Des conditions météos ;
- De la présence de points singuliers (traversées piétonnes, carrefours à feux, giratoire, ...) ;
- Du régime de vitesse et de la vitesse réellement pratiquée ;
- ...





5.4.2. La capacité des carrefours

La notion de capacité utilisée d'un carrefour est une notion déterminante pour l'aménagement d'un carrefour. Exprimée en pourcentages, elle indique le niveau de congestion de l'intersection en établissant le rapport direct entre la demande que le carrefour peut satisfaire et la demande réelle.

En cas de capacité utilisée supérieure à 80-90%, le carrefour ne parvient pas à satisfaire l'ensemble de la demande s'exprimant en hyperpointe et génère ainsi des files d'attente qui se résorbent progressivement pour disparaître à la fin de l'heure de pointe. En cas de capacité utilisée supérieure à 100%, le carrefour est saturé, générant des files d'attente qui perdurent (voire augmentent) pendant l'heure de pointe. L'ensemble de la demande n'est donc pas satisfaite.

Selon les typologies de carrefour, la capacité utilisée s'exprime différemment :

- **Pour les carrefours à perte de priorité** (priorité de droite, stop ou cédez-le-passage) : Le calcul s'effectue en recherchant la capacité d'un mouvement secondaire à pouvoir s'insérer dans un flux principal. Cette capacité est définie par la comparaison entre le temps nécessaire pour effectuer la manœuvre (différente en fonction du mouvement et de la vitesse des flux principaux) et le temps disponible entre les véhicules des flux principaux (créneau). Des méthodes de calculs basées sur des abaques existent dans la littérature dédiée (par exemple guides du Certu, Lavoc, ...).

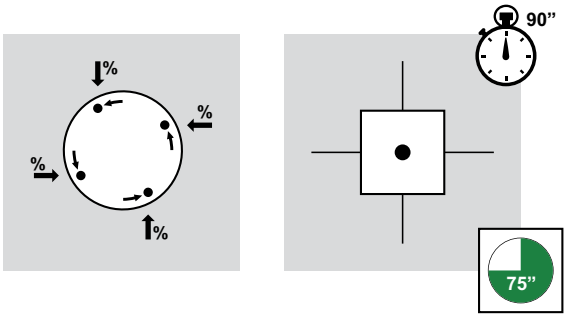
- **Pour les carrefours à giratoire** : Le calcul est similaire au calcul de capacité d'un mouvement en perte de priorité, il prend toutefois en considération :
  - la taille du giratoire, le nombre de branches du giratoire, l'écartement entre les voies d'entrée et de sorties ;
  - le nombre de voies en entrée et à l'anneau ainsi que la répartition des flux y circulant.

  Ces calculs peuvent être réalisés par l'intermédiaire de règles empiriques (par exemple : guide suisse sur les giratoires) ou de logiciel dédié existant sur le marché français. L'usage de ces outils basés sur des analyses comportementales des usagers doit être réalisé avec un certain regard critique au vu du contexte marocain, une analyse détaillée doit être prise en compte.

- **Pour les carrefours à feux** : Le calcul de capacité d'un carrefour à feux est un peu plus complexe. Il est défini pour la totalité du carrefour sur la base d'une comparaison des temps verts nécessaires que l'on définit sur la base des charges de trafic traversant le carrefour et du temps disponible.

La capacité utilisée est une notion complexe, qui ne se comprend pas de la même façon selon le type de l'aménagement. Ainsi, il conviendra de ne jamais utiliser cette notion pour comparer des variantes d'aménagement. Cette analyse dépend de nombreux autres paramètres. La capacité utilisée, aussi importante soit-elle, ne sert qu'à évaluer la faisabilité d'un aménagement.





Pour un giratoire, la capacité est calculée pour un point de conflit, soit :

- Par rapport au trafic de la branche entrante ;
- Par rapport à la totalité du trafic traversant le point de conflit.

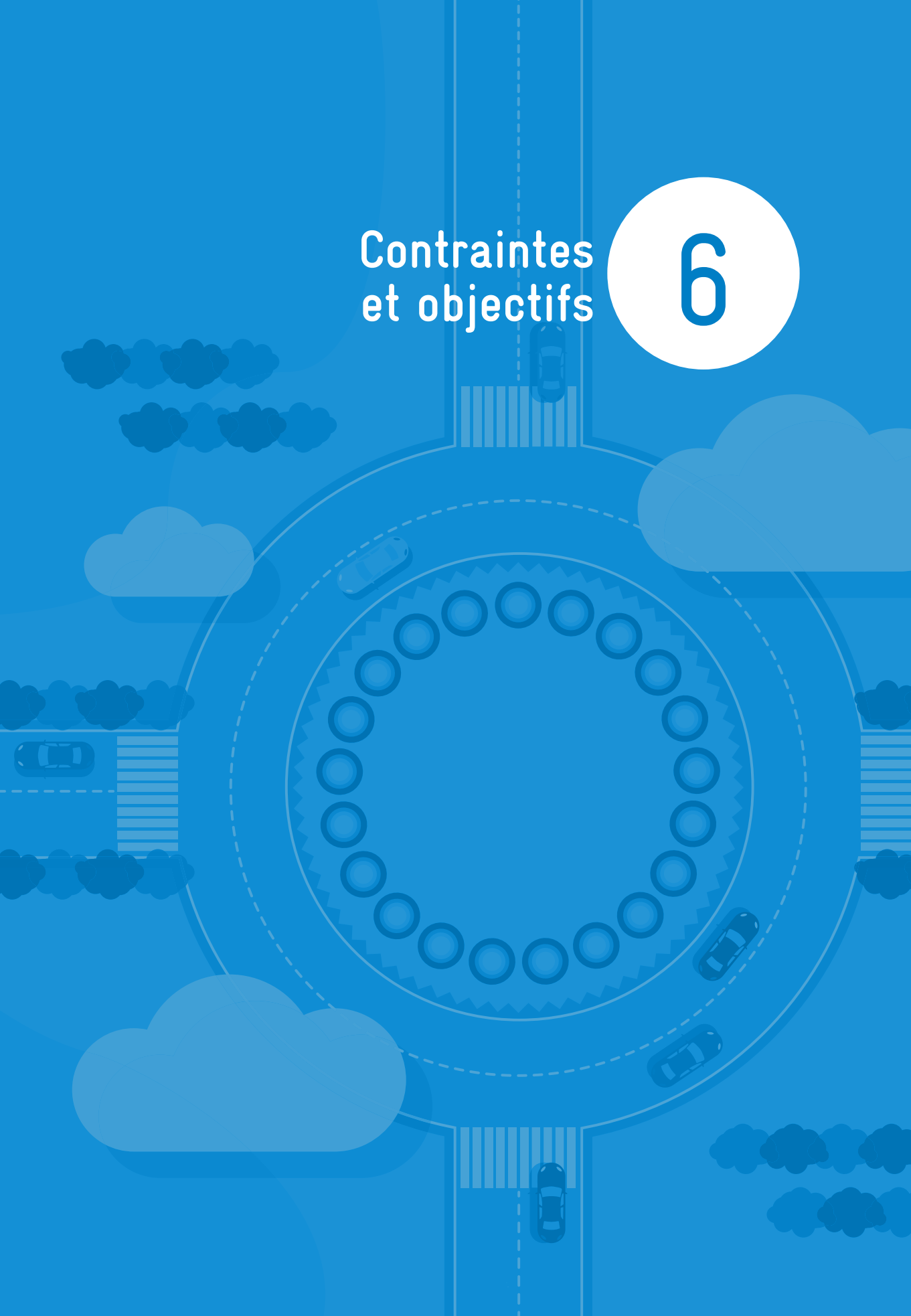
La capacité est globale sur le carrefour et dépend du choix du cycle moyen. Si avec un cycle de 90”, on dispose de 25% de réserve de capacité avec un cycle de 75”, la réserve peut être nulle. Dans la réalité, un carrefour adaptatif est toujours à 100% mais avec une longueur de cycle différente.

Figure 27 : La comparaison fonctionnelle des aménagements

L’adéquation de l’offre et de la demande se détermine par la notion de «capacité utilisée», permettant de mesurer si l’aménagement du carrefour est suffisamment capacitaire pour répondre aux besoins de déplacements mesurés, selon l’offre à disposition.

Contraintes et objectifs

6





Le croisement des enseignements issus du diagnostic et des volontés politiques des différents partenaires (gestionnaires de voirie, élus des communes ou police), doit permettre de dégager les objectifs et les contraintes. À ce titre, l'ingénieur joue un rôle fondamental et plus complexe qu'il n'y paraît. En effet, les différents objectifs sont souvent contradictoires et rarement compatibles avec l'espace public à disposition, qui n'est pas extensible. Il ne sera donc pas possible de satisfaire tous les objectifs, d'où la nécessité de les hiérarchiser.

Les objectifs traduisent, pour un secteur et pour chaque carrefour, les orientations déterminées par les études planificatrices ou directement par la Wilaya ou la Commune. Ils fixent notamment pour chaque mode de déplacement les charges de dimensionnement (flux à satisfaire, qui peuvent être identiques à la situation actuelle mesurée, mais aussi plus ou moins importants) et la qualité du service à offrir (niveau de volontarisme). La figure ci-après fournit quelques exemples d'objectifs potentiels et la déclinaison de ces derniers en fonction de l'échelle de réflexion.

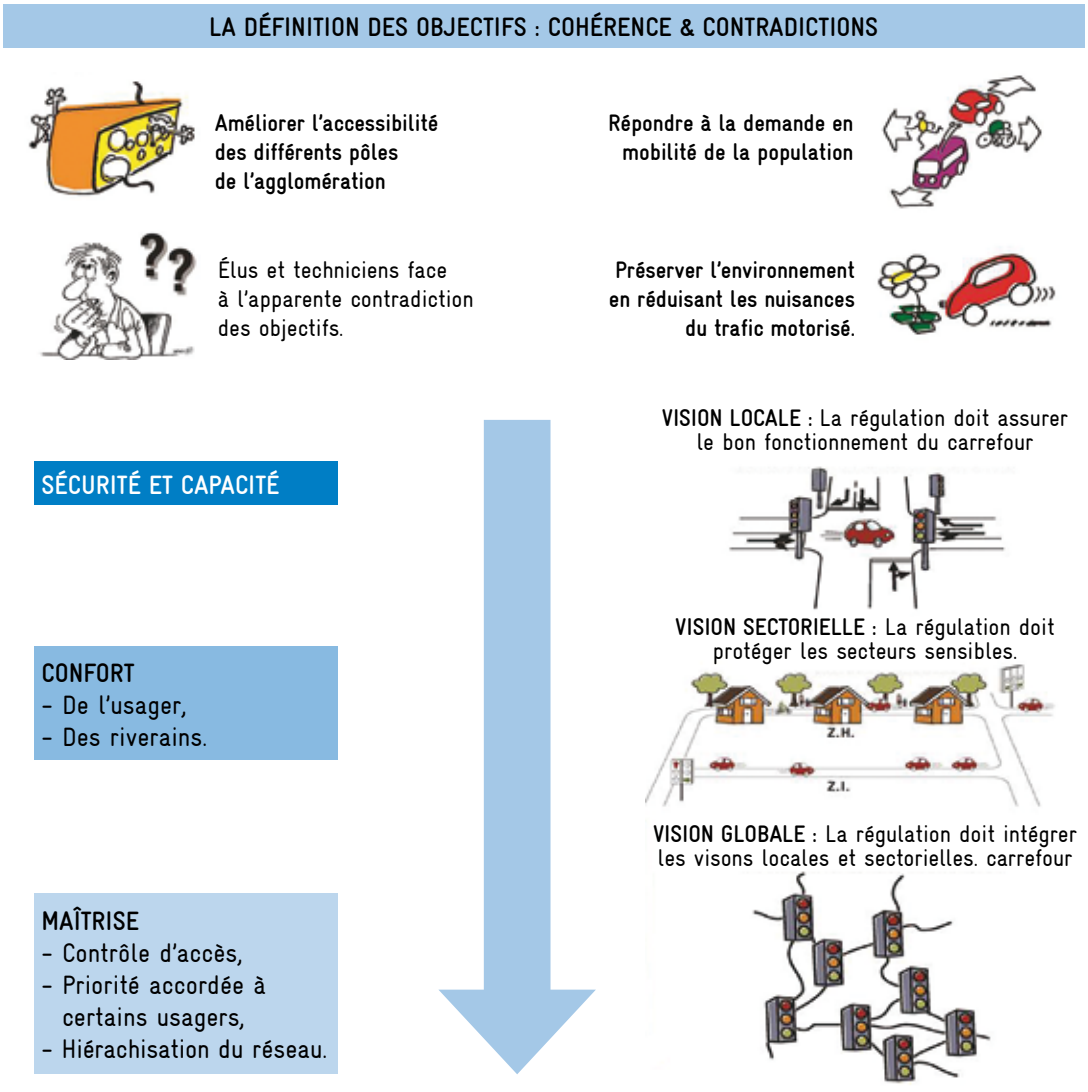


Figure 28 : La définition des objectifs



Cette étape de définition des objectifs est essentiel, car elle permet pour chaque mode de déplacement de définir les charges de dimensionnement que l'aménagement devra supporter en fonction :

- Des charges de trafic mesurées sur le terrain ;
- De la capacité offerte par le réseau ;
- De l'évolution de la demande ;
- Et surtout du plan de déplacement mis en œuvre.

L'analyse des contraintes doit notamment faire la part des choses pour distinguer ce qui est de l'ordre des éléments fixes (normes réglementaires, bâti, topographie,...) ou des éléments variables. Par exemple, selon les cas, les bordures de chaussée peuvent être considérées comme élément fixe ou variable. Cette analyse se recoupe donc nécessairement avec les contraintes de budget et de délai, déterminantes pour le degré d'intervention sur site. La figure ci-après fournit quelques exemples de contraintes potentielles.



LA GÉOMÉTRIE DE LA VOIRIE EST FIXE
(excepté lorsque la modification proposée est mineure et qu'elle permet un gain substantiel d'espace).

L'EMPLACEMENT DU TRAM N'EST PAS MODIFIABLE À COURT TERME.





LA CAPACITÉ ACTUELLE POUR LES VP DOIT ÊTRE ASSURÉE À COURT TERME, TOUT EN MAÎTRISANT L'ÉVOLUTION FUTURE DU TRAFIC
(charges de dimensionnement – charges actuelles).

INTÉGRER À LA PRÉSENTE RÉFLEXION LES RÉSULTATS ET PROPOSITIONS DE L'ÉTUDE MENÉE SUR LA LIGNE N°5.





MINIMISER LES COÛTS DE RÉALISATION.

MINIMISER LES DÉLAIS DE MISE EN OEUVRE.



Figure 29 : La mise en évidence des contraintes

7 Propositions d'amélioration du fonctionnement d'un carrefour





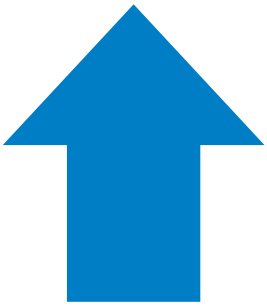
7.1. Démarche de définition d'un aménagement

Comme exprimé plus avant dans ce guide, chaque carrefour est unique. Ainsi, il conviendra de ne pas se satisfaire de solutions toutes faites ou clefs en main, qui ne sauront pas s'adapter au contexte ou à la stratégie de mobilité portée sur le secteur ou la commune. Les notions présentées ci-après permettent d'identifier le champ des possibles et la complexité de la problématique, afin d'aider les techniciens et décideurs à juger la qualité des propositions qui leur seront faites au cas par cas.

L'aménagement et le fonctionnement d›un carrefour est défini par un processus itératifs comprenant :

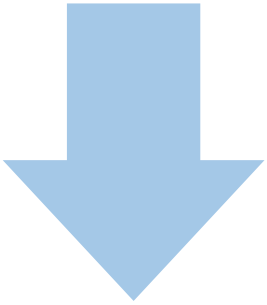
- Le choix du type d'exploitation (perte de priorité, carrefour à feux, giratoire) ;
- La définition du calibrage (nombre de voies) nécessaire ;

La définition d'aménagement s'effectue à plusieurs échelles de réflexion en se basant sur les critères suivants :



• Au niveau global :

- La hiérarchie des axes traversés par le carrefour ;
- La volonté de maîtriser ou de fluidifier certains flux ;
- La proximité d'autres carrefours pouvant générer des remontées de files d'attente ;
- La priorisation d'axe de transports en commun ;



• Au niveau local :

- La sécurisation des usagers ;
- Les charges de trafic à satisfaire ;
- La maîtrise des vitesses ;
- Le contexte ou le rôle urbain symbolique ;
- Les critères architecturaux ou urbanistiques.



L'analyse fonctionnelle se fait par le calcul de capacité de l'aménagement envisagé. Ce calcul intervient pour le contrôle de la faisabilité à toutes les étapes d'analyse des propositions d'amélioration comme :

- L'exclusion d'un type d'exploitation par une impossibilité intrinsèque de satisfaire la demande projetée ;
- Le choix du calibrage (nombre de voies et affectation vis-à-vis des mouvements offerts) retenu par une analyse itérative des capacités offertes ;
- La définition du fonctionnement de la signalisation tricolore.

Le choix d'un aménagement résulte d'une analyse croisée de l'ensemble des paramètres (analyse multicritère) basés sur les objectifs visés et les contraintes à respecter.

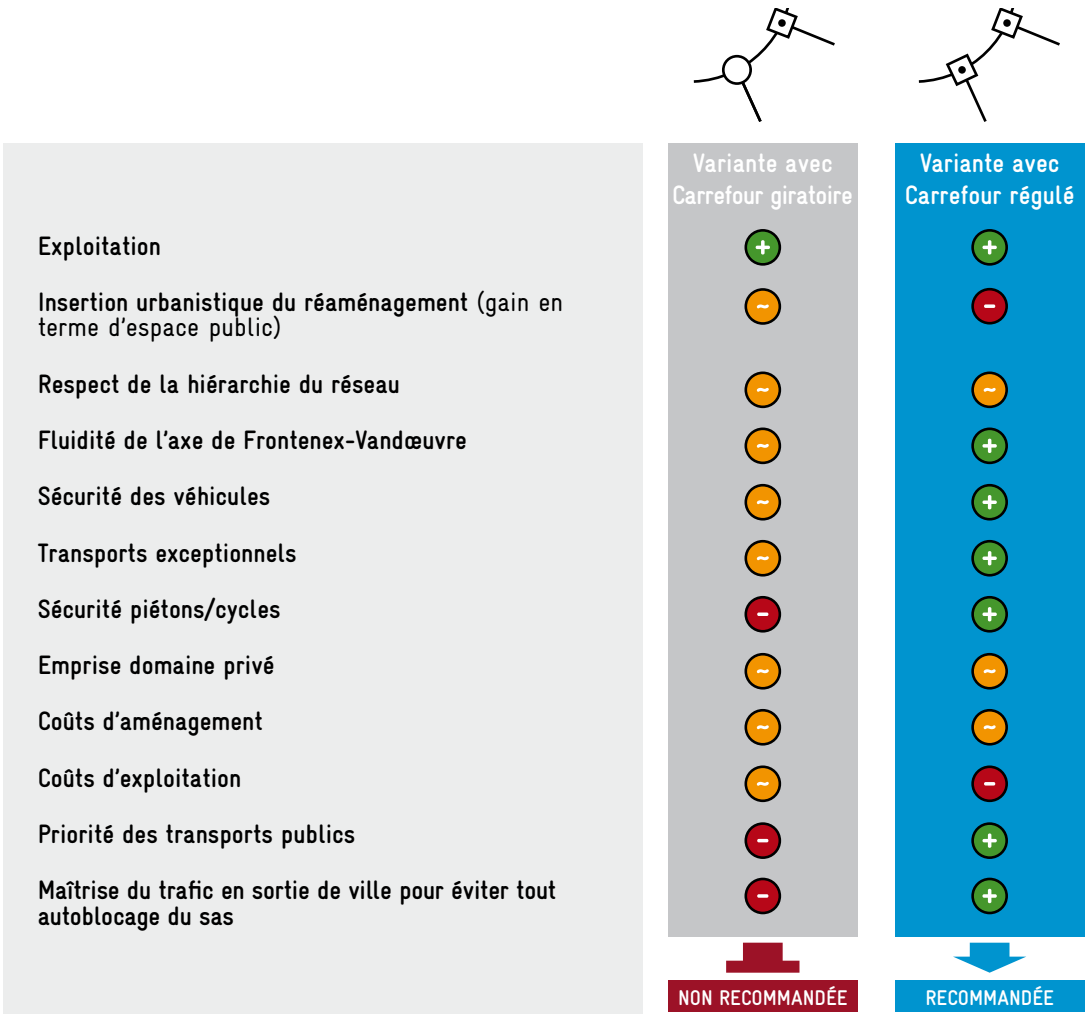


Figure 30 : Exemple d'analyse multicritère



7.1.1. Choix du type d'exploitation du carrefour (carrefour à perte de priorité, giratoire, carrefour à feux)

Le choix entre «carrefour plan» et «carrefour dénivelé» est généralement relativement facile en milieu urbain. En effet, pour favoriser le développement des circulations douces et le partage de l'espace entre modes, le carrefour dénivelé est généralement proscrit en raison des coupures majeures qu'il crée. Il est donc réservé aux milieux périurbains et aux voies destinées quasi exclusivement à écouler le trafic automobile (voies rapides ou de contournement par exemple) ou aux cas spécifiques (besoin d'écoulement de trafic exceptionnel validé par le plan global à l'échelle régionale et / ou communale, aménagement coordonné avec des orientations urbaines spécifiques visant à annuler un conflit piétons / véhicules dans un secteur stratégique, ...).

À l'heure où ce guide est rédigé, de nombreux carrefours dénivelés en milieu urbain sont encore mis en service ou étudiés dans les grandes métropoles marocaines, alors même que les villes européennes dépensent concomitamment des sommes considérables pour détruire les autoponts et trémies routières qui y ont été fabriqués dans les années 70 ou 80, à l'heure où la ville était conçue pour et uniquement pour la voiture. Fort de cette expérience, il conviendra de bien mesurer les impacts urbains et financiers de ce type d'aménagement au Maroc, qui tendent à découper la ville lorsque celle-ci demande toujours davantage de coutures et de maillages.

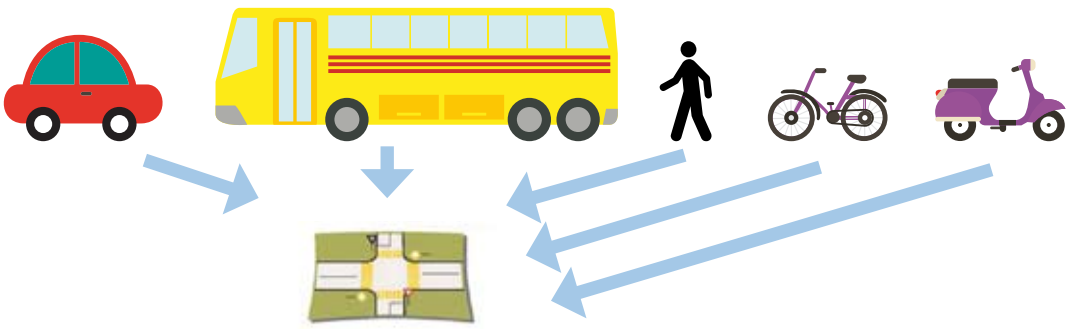
Ainsi, dans une très grande majorité de cas en milieu urbain, la collectivité privilégiera un aménagement plan, les trémies pouvant toujours être une solution en rase campagne ou sur des axes à fort trafic en milieu périurbain où les enjeux de fluidification des flux automobiles priment sur les autres aspects (vie locale, flux piétons, ...).

En milieu urbain, objet du présent guide, le choix portera sur les trois principaux modes d'exploitation de carrefours plans, qui présentent chacun des atouts et faiblesses spécifiques, qu'il est nécessaire de prendre en compte pour proposer la configuration la plus adaptée au contexte local et aux objectifs :

- **Le carrefour à perte de priorité** est adapté à des carrefours présentant des volumes de trafic limités, et un objectif de favoriser clairement un axe. En effet, il pénalise fortement l'axe secondaire, conditionné aux flux et vitesses sur l'axe principal, sans qu'il soit possible d'intervenir d'une quelconque manière.
- **Le giratoire** peut avoir un champ d'usage relativement diversifié (en rase campagne ou en ville, sur des micro-carrefours écoulant des flux très faibles ou des carrefours très étendus présentant des charges importantes,...). Il présente l'intérêt de gérer aisément des carrefours à plus de 4 branches et de permettre les demi-tours. Il présente également un intérêt urbain (effet de porte) et de maîtrise des vitesses, lorsque sa taille est limitée. Il ne permet en revanche aucune gestion volontariste des flux puisqu'il lisse la hiérarchisation entre les branches et, ainsi, ne permet pas de favoriser certains mouvements ni certains modes. Les modes doux sont relativement sécurisés dans les giratoires de petite dimension, mais particulièrement dangereux et peu fonctionnel lorsque le gabarit des giratoires augmente.
- **le carrefour à feux** implique des temps d'attente systématiques, donc une souplesse d'usage moindre, ainsi que la formation de files en heures de pointe. Il constitue en revanche un outil fort de la politique de gestion des flux en permettant de favoriser certains mouvements et d'en maîtriser d'autres (contrôle d'accès), de prioriser les transports collectifs, de sécuriser les modes doux,... À relever toutefois qu'un feu impose des coûts récurrents de maintenance de son matériel (lanternes de feux, détection, ...).



LES ÉLÉMENTS À INGÉRER



COMMENT POURRA-T-IL LES INGÉRER ?

PAR UN TRAITEMENT BASÉ EXCLUSIVEMENT SUR L'ESPACE ?



Le dénivellé

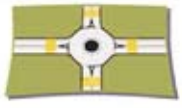
ACTION CHIRURGICALE
- Définitive
- Traumatisante
- Extrêmement confuse

EN TISSU URBAIN, C'EST SOUVENT SOIGNER LE MAL EN LAISSANT UNE PROFONDE CICATRICE !

PAR UN TRAITEMENT BASÉ SUR LE TEMPS ?



La priorité traditionnelle ?



Le giratoire ?

ACTION DE SURFACE
- Souple
- Douce
- Plus économique



Les feux ?

PLUS DÉLICATE À APPLIQUER. PAR CONTRE ELLE LAISSE PEU DE TRACES ET PEUT MÊME EMBELLIR LE PATIENT !

MAIS ALORS COMMENT CHOISIR ...

- Des charges de trafic élevées ?
- Des vitesses à maîtriser ?
- D'importants problèmes de sécurité et/ou de visibilité ?

NON



RÈGLES TRADITIONNELLES DE PRIORITÉ

OUI

- Une hiérarchisation des branches à garantir ?
- Des flux à maîtriser ?
- Des TC à prioriser ?
- Pas de rôle symbolique à affirmer ?
- Peu de rebroussements et/ou de tourner-à-gauche à satisfaire ?
- Des flux piétonniers à sécuriser ?

NON



GIRATOIRES



FEUX

Figure 31 : Le choix du type d'exploitation des carrefours



LES AVANTAGES D'UN GIRATOIRE

-> SÉCURITÉ (vitesse et point de conflits)
Pour un carrefour à 4 branches, un giratoire avec une voie de circulation avec une voie de circulation sur l'anneaux présente 4 points de conflit au lieu de 32 pour un carrefour à feux.

-> SIGNAL FORT
Le giratoire peut «marquer» un endroit (p. ex. entrée de ville) et influencer ainsi le comportement des usagers.

-> COÛT D'ENTRETIEN
Sans aucune mesure avec le carrefour à feux (dépend de l'aménagement).

-> ESTHÉTIQUE

-> RÉCUPÉRATION D'ESPACE
Selon les cas, sur le nombre de voies à l'entrée du carrefour et/ou sur la suppression des présélection de tourner-à-gauche) sur les voies d'accès au giratoire.

-> DROIT À L'ERREUR

LES AVANTAGES D'UN CARREFOUR À FEUX

-> MAÎTRISE DU TRAFIC VP
- Contrôle d'accès
- Orientation des flux
- Priorité, notamment aux transports publics
- Fluidification du trafic sur certains tronçons (onde verte)

-> DISCRÉTION
La modification des durées de temps de vert ou de rouge est peu sujette à contestation.

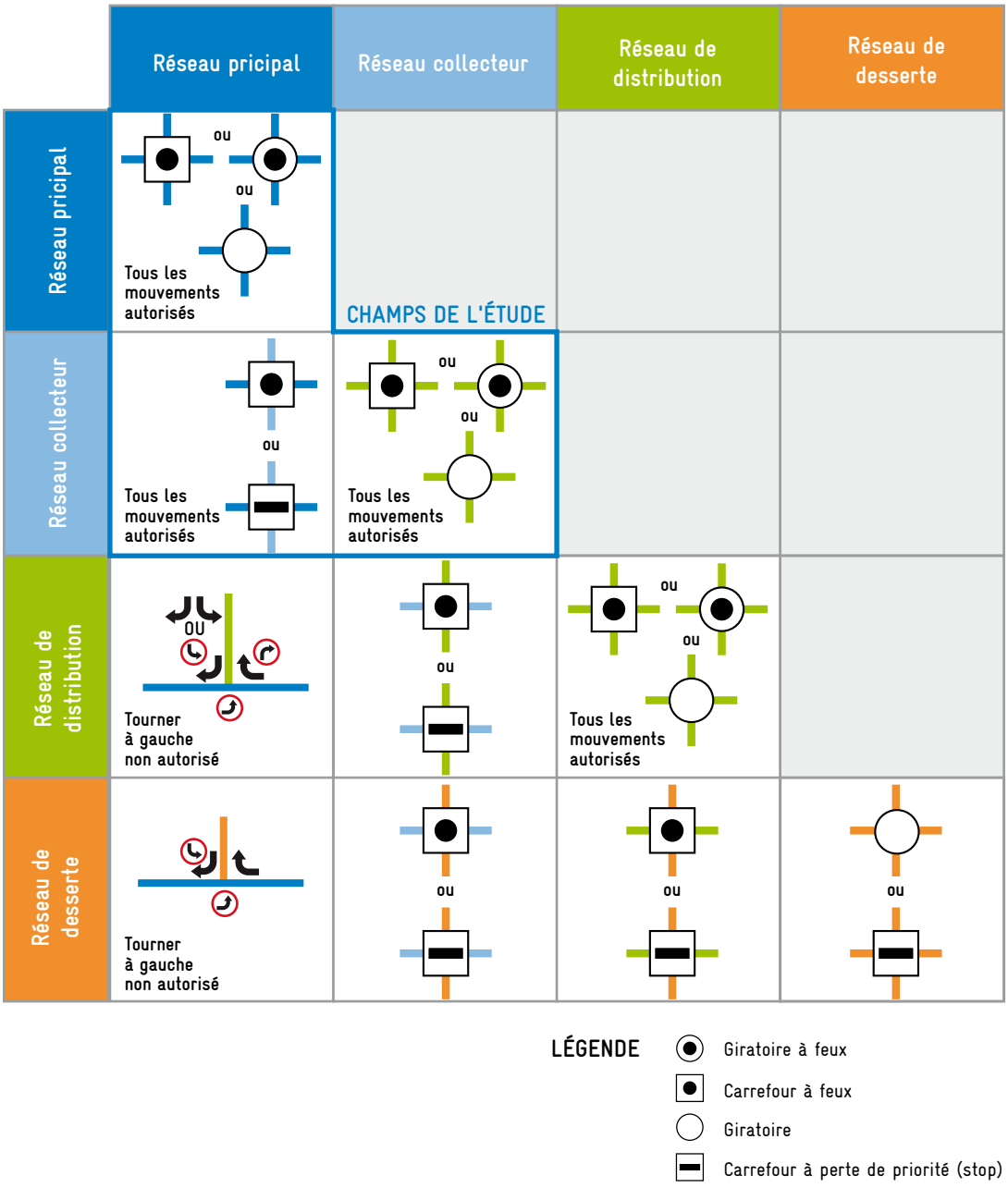
-> SOUPLESSE
- Adaptation aux variations de flux
- Adaptation aux changements de contexte
- Facilité des interventions pour changer le programme (software)

-> SÉCURITÉ
Sauf cas exceptionnels, le feu rouge protège très efficacement ceux qui passent sur les mouvements qui sont au vert.

Figure 32 : Comparaison des avantages entre giratoires et feux tricolores

Ainsi, le choix d'une typologie d'exploitation de carrefour dépend de nombreux paramètres, qui tiennent compte à la fois de l'espace public, de la sécurité, des flux, des modes, etc. Ces paramètres entrant également dans la définition d'une hiérarchie de réseau routier, il est possible d'établir quelques règles simples pour réduire le champ des possibles en fonction des types de réseaux à gérer au niveau d'une intersection. Le tableau suivant permet ainsi d'identifier les aménagements les plus adaptés à chaque type de carrefour, selon qu'il concerne des réseaux structurants ou de desserte locale.





LÉGENDE

- Giratoire à feux
- Carrefour à feux
- Giratoire
- Carrefour à perte de priorité (stop)

Figure 33 : Exemple d'un choix du type d'exploitation



À titre d'information, voici une fourchette des coûts au Maroc en fonction des types d'exploitation (hors reprise de superstructure de la voirie) :

- Création d'un carrefour à perte de priorité : 100 000 à 150 000 DAM ;
- Création d'un giratoire : 200 000 à 800 000 DAM en fonction de la taille ;
- Création d'un carrefour à feux : 300 000 à 1 000 000 DAM en fonction du degré de complexité (taille du carrefour et nombre de feux tricolores) et l'intelligence (détection des véhicules, priorité des transports en commun, ...) du système mis en place.

7.1..2. Définition du calibrage

Une fois le type d'exploitation choisi, le calibrage de la voirie doit être étudié en détail. Il doit permettre de définir la place de chaque usager sur l'espace public :

- Trottoirs pour les piétons ;
- Pistes ou bandes cyclables pour les cycles ;
- Voies bus ou site propre pour les transports collectifs ;
- Chaussée pour les autres véhicules.

LE CHOIX DU CALIBRAGE DE LA VOIRIE DOIT PERMETTRE DE FIXER LA RÉPARTITION DE L'ESPACE PUBLIC ENTRE LES DIFFÉRENTS TYPES D'USAGERS

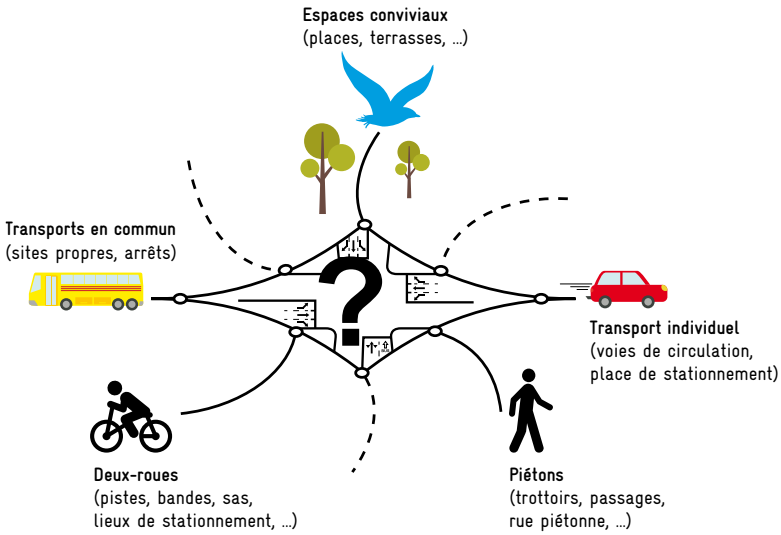


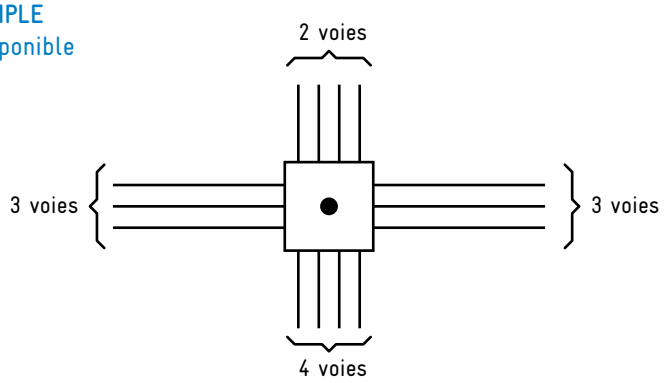
Figure 34 : Le calibrage, un espace de la voirie convoité



La définition des éléments fixes permet généralement de cadrer les réflexions (par exemple : piste cyclable indispensable, nécessité d'offrir au moins 2m de trottoir de chaque côté,...). Il s'agit d'un processus itératif dont les variantes doivent ensuite être étudiées selon plusieurs critères :

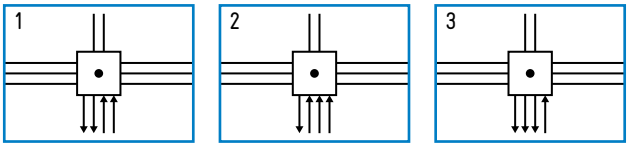
- Calcul de la capacité routière ;
- Amélioration des conditions de circulation pour les transports collectifs ;
- Fonctionnement global (risque de files et de blocages) ;
- Impact sur le stationnement ;
- Impact sur les autres fonctionnalités (plantations, station vélos,...) ;
- Cheminements doux.

PAR EXEMPLE
Voirie disponible



LES VARIANTES D'AFFECTATION DE LA VOIRIE SUR LA BRANCHE DU BAS...

Par exemple :



... SONT ENSUITE ÉVALUÉES À PARTIR DES CRITÈRES SUIVANTS :

- Les charges de dimensionnement
  (capacité utilisée, séparation possible des mouvements tournants, ...)
- Les contraintes et les objectifs
  (possibilité d'insérer une voie bus réservée, favoriser un mouvement tournant, ...)

Figure 35 : Exemple de génération de variantes de calibrage

Cette étape est donc nécessairement effectuée en itération avec le calcul de capacité pour définir le calibrage le plus adapté aux charges de dimensionnement définies et aux objectifs généraux tous modes.

Les dimensions usuelles sont présentées ci-après.



• **Voies de circulation :**

Largeur des voies	Conditions d'utilisation	
Exceptionnel	Entre 2m et 2m50	Tourne-à-gauche sans TC ni PL, sans bordure haute, à associer à une voie d'au moins 3m.
Minimum normal	2,5m	Sans TC ni PL
Voie normale	Entre 2,5m et 3m	Voies multiples ou voie unique tourne-à-gauche sans bordure haute
Voie large	Entre 3m et 3,5m	En cas de fort trafic PL ou de présence de ligne régulière de TC.

• **Trottoirs :** 1,4 m minimum

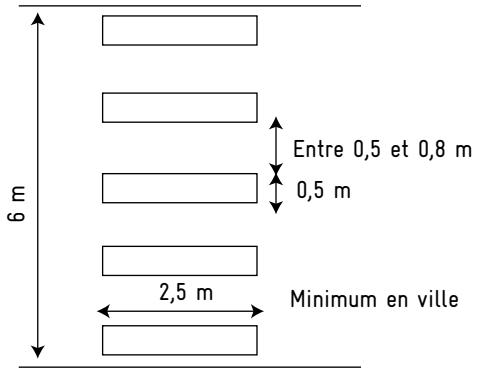


Figure 36: Les dimensions usuelles par type d'usage

• **Traversées piétonnes :**

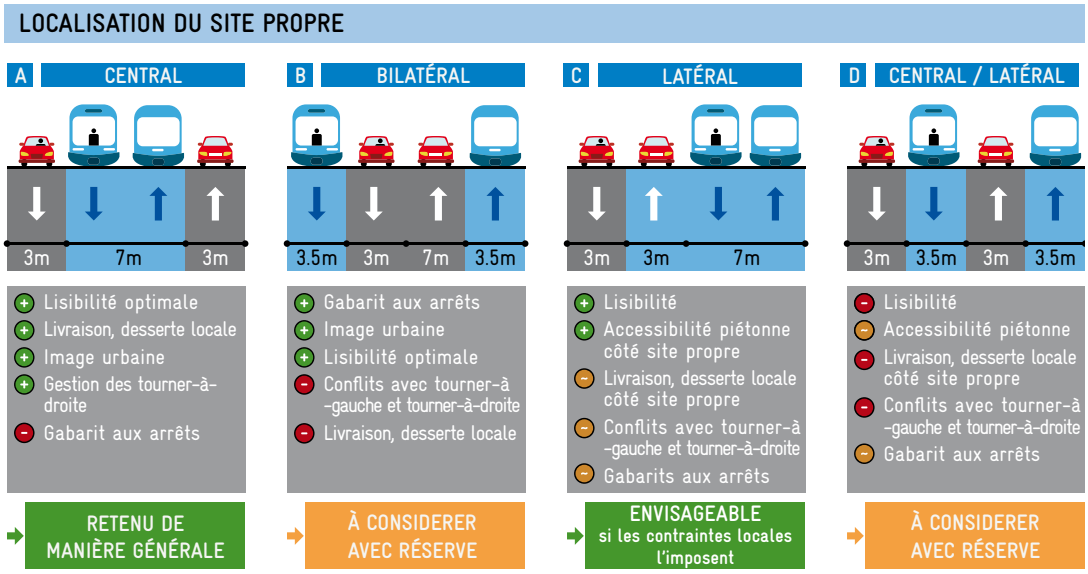
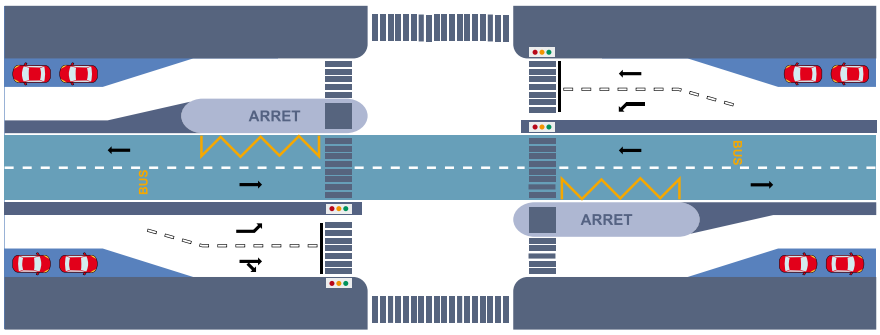


Figure 37 : Exemple d'analyse de variantes de calibrage (suite en page suivante)



LOCALISATION DES ARRÊTS



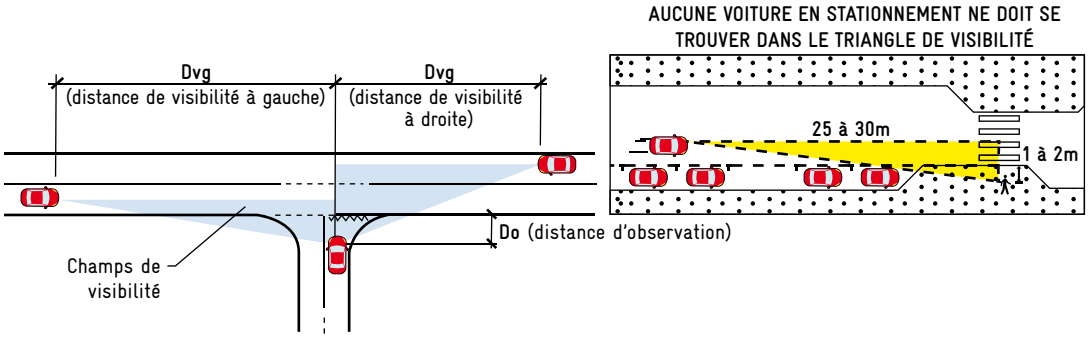
Arrêt situé en aval du carrefour pour permettre au bus de ne s'arrêter qu'une seule fois, après avoir bénéficié de la priorité aux feux (détection du bus)

Figure 37: Exemple d'analyse de variantes de calibrage (suite et fin)

7.2. Le dimensionnement des carrefours à perte de priorité

Pour mettre en oeuvre un carrefour à perte de priorité, il faut non seulement que les mouvements secondaires disposent d'une capacité confortable pour s'insérer dans un flux principal, mais aussi qu'une visibilité suffisante soit garantie pour que le véhicule cédant la priorité puisse appréhender les véhicules gênants de manière claire.

• **Le critère de visibilité :**



Do Distance d'observation	Hauteur des yeux	Champ de visibilité
Hors espaces bâtis : 5m	1m à 3m	Libre de tout obstacle (mur végétation, etc)
Dans espaces bâtis : 2,5m		**Hauteur : entre 0,6 et 3m.**

Distance minimale de visibilité (m)							
Vitesse d'approche du véhicule prioritaire	20km/h	30km/h	40km/h	50km/h	60km/h	70km/h	80km/h
Distance **Dvg** ou Distance **Dvd**	10 20	20 35	35 50	50 70	70 90	90 110	120 140

Figure 38 : Présentation des critères de visibilité



• **Les configurations géométriques :**

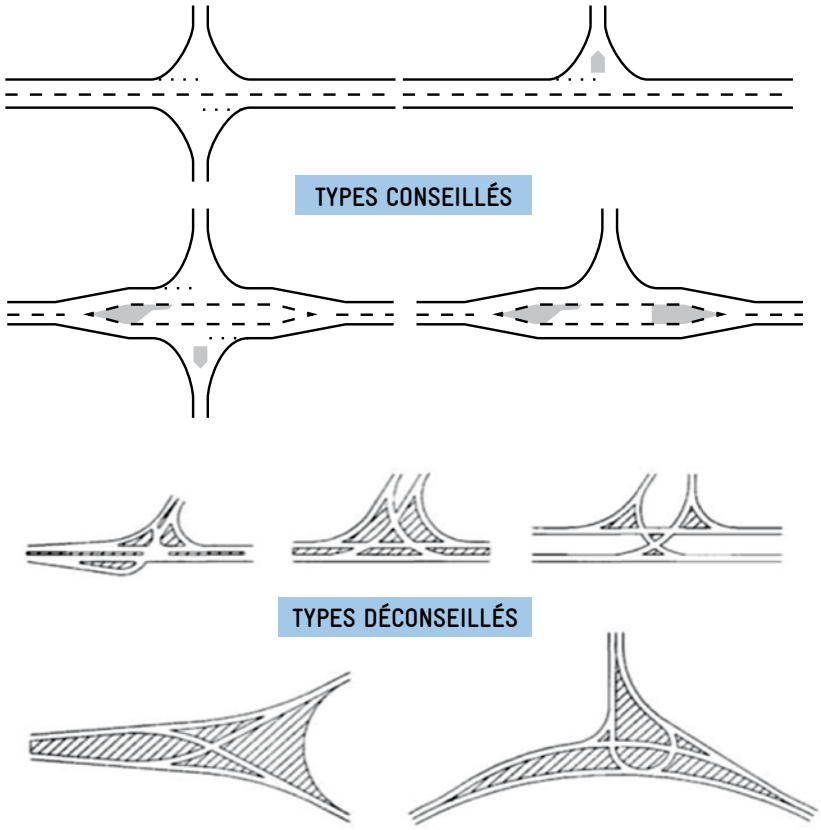
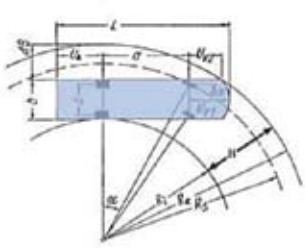


Figure 39 : Exemples de configuration en perte de priorité souhaitable ou non



• Les contraintes de giration :

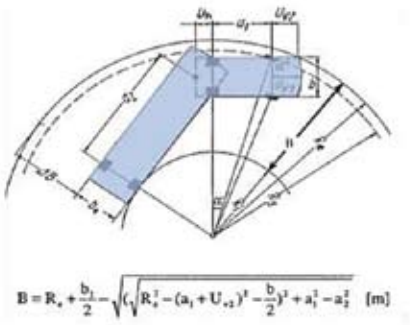
SURFACE BALAYÉE PAR UN VÉHICULE SIMPLE



L = longueur du véhicule [m]
a = empattement [m]
b = largeur du véhicule [m]
s = entre-axe [m]
U_{v1} = porte-à-faux avant [m]
U_{v2} = porte-à-faux avant déterminant pour le calcul [m]
U_h = porte-à-faux arrière [m]
R_e = diamètre extérieur de braquage [m]
R_i = diamètre intérieur de braquage [m]
B = largeur de l'anneau [m]

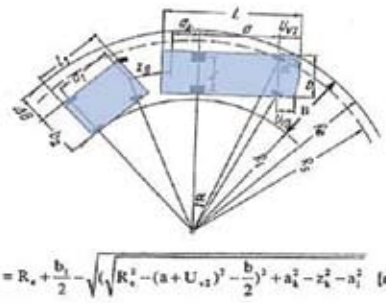
Largeur de la couronne : $B = R_e + b - \sqrt{R_e^2 - (a + U_{v2})^2}$ [m]

SURFACE BALAYÉE PAR UN SEMI REMORQUE



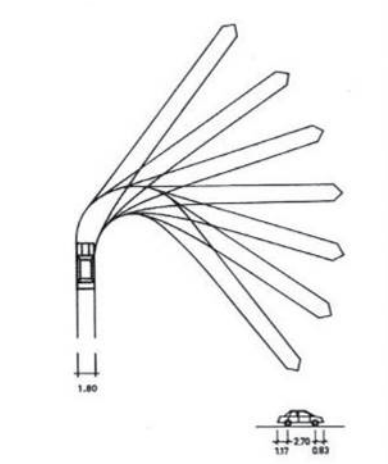
$$B = R_e + \frac{b_1}{2} - \sqrt{\left(\sqrt{R_e^2 - (a_1 + U_{v2})^2} - \frac{b}{2}\right)^2 + a_1^2 - a_2^2} \quad [m]$$

SURFACE BALAYÉE PAR UN TRAIN-ROUTIER



$$B = R_e + \frac{b_1}{2} - \sqrt{\left(\sqrt{R_e^2 - (a + U_{v2})^2} - \frac{b}{2}\right)^2 + a_4^2 - z_4^2 - a_1^2} \quad [m]$$

VOITURE DE TOURISME (échelle 1:500)



CAMIONNETTE (échelle 1:500)

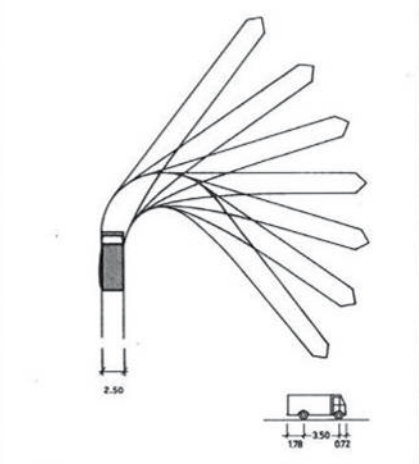
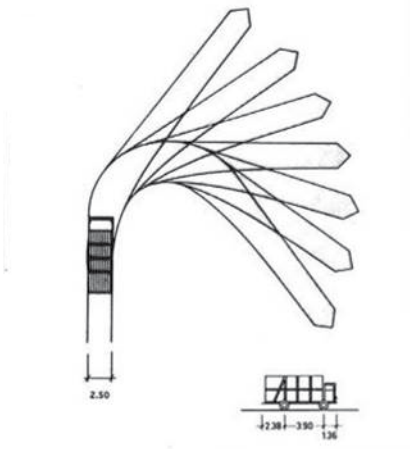


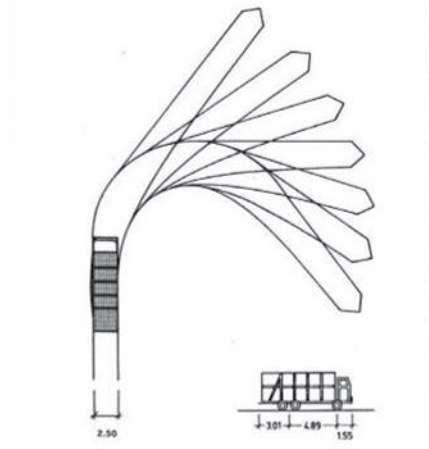
Figure 40 : Exemples de contraintes de giration (suite de la figure en page suivante)



BENNE À ORDURES (2 ESSIEUX) (échelle 1:500)



BENNE À ORDURES (3 ESSIEUX) (échelle 1:500)



RÉPARTITION DES DIAMÈTRES EXTÉRIEURS DE BRAQUAGE DES VÉHICULES

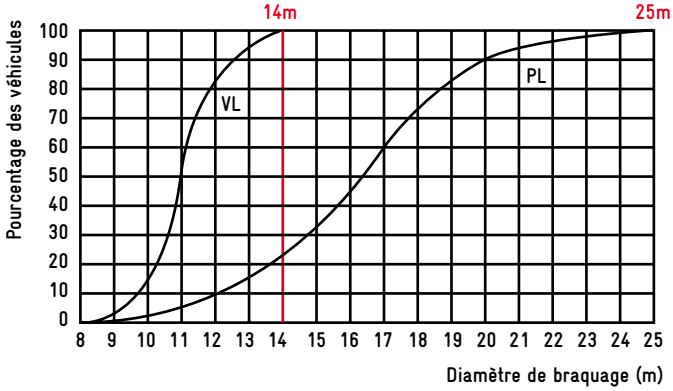


Figure 40 : Exemples de contraintes de giration (suite et fin de la figure)

En synthèse le choix entre les différents types de gestion par perte de priorité est conditionné par :

- **Priorité à droite :**
  - Principe de base en l'absence de signalisation ;
  - Adapté aux zones 30 et zones de rencontre ;
  - Adapté si les rues sont d'importance égale et sans transit.
- **Cédez le passage :**
  - Croisement de deux rues, dont une au trafic plus important ;
  - Ou à deux rues au trafic similaire;



Les recommandations suivantes sont à respecter lors de la conception :

- Privilégier la simplicité, la sécurité ;
- Compacter le carrefour le plus possibles ;
- Mettre en place des îlots pour marquer, annoncer le carrefour ;
- Assurer la visibilité réciproque ;
- Rendre les trajectoires orthogonales non prioritaires.

Le graphique ci-après indique la plage de fonctionnement acceptable au niveau trafic d'un carrefour géré par perte de priorité. La faisabilité est conditionnée l'analyse des flux entre le mouvement prioritaire (P) et les mouvements secondaires (S).

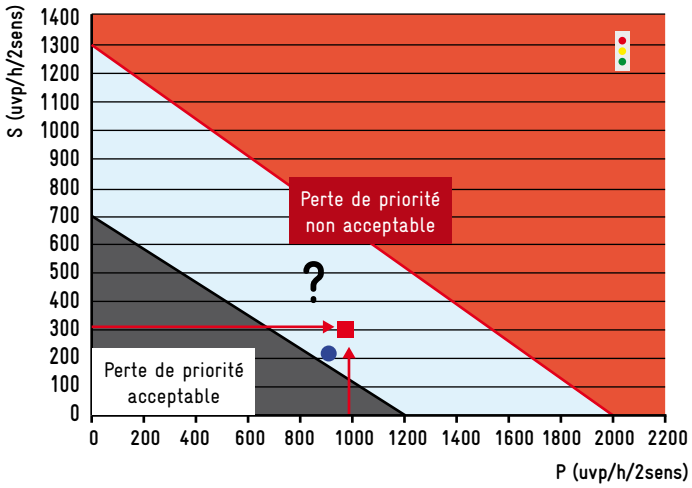


Figure 41 : Tableau définissant l'acceptabilité d'une perte de priorité vis-à-vis du trafic



7.3. Dimensionnement d'un carrefour «giratoire»

Différents types de giratoires existent. Selon leur dimension, ils s'appliquent à des niveaux hiérarchique de voies différentes :

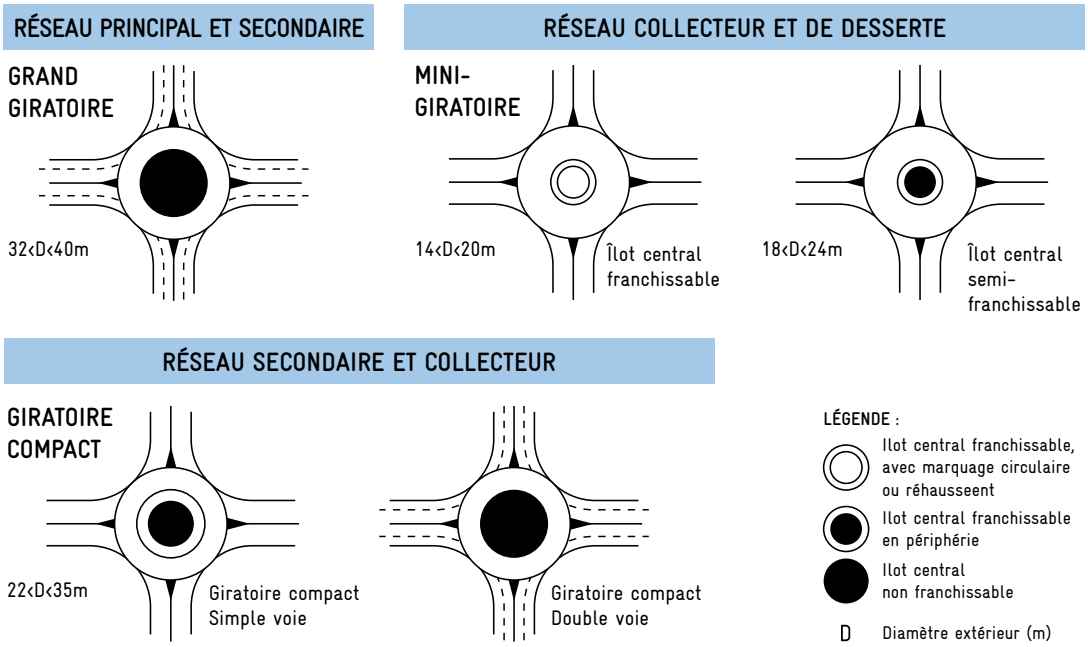


Figure 42: La typologie des giratoires

- **Les mini-giratoires** (adaptés à des voiries secondaires ou secteurs résidentiels, dont la faisabilité doit être croisée avec le passage de poids lourds et/ou de transports en commun), dont l'îlot central est généralement franchissable ;
- **Les giratoires compacts** (20 à 35 mètres de diamètre), sachant que 28 mètres est un diamètre permettant le rebroussement d'un bus ;
- **Les grands giratoires** (adaptés à des carrefours structurants ou périurbains, pour lesquels les cheminements doux devront être traités de manière spécifique).

La capacité sur un giratoire définit également la faisabilité technique. Elle est généralement calculée par des logiciels spécifiques ou selon des normes existantes (par exemple le guide Suisse des giratoires). Le calcul dépend du dimensionnement du rond-point :

- De la géométrie ;
- Du flux de trafic et du nombre de voies sur la branche étudiée ;
- Du flux de trafic passant dans l'anneau au droit de la branche étudiée et du nombre de voie dans l'anneau ;
- Du flux de trafic sortant sur la branche étudiée et de la largeur d'îlot entre les couloirs d'entrée et de sortie (plus l'îlot sera large et plus le véhicule voulant entrer dans le rond-point saura à l'avance quels véhicules vont sortir et donc moins il sera gêné) ;
- Du volume de piétons et de cyclistes.



Les ordres de grandeurs intéressantes à connaître sont les suivants. En cas de trafic total entrant sur le carrefour :

- Inférieur à 1 500 véh/h, pas de problème capacitaire ;
- Situé entre 1 500 et 2 000 véh/h, il n'y a pas de problème capacitaire si toutes les branches sont inférieures à 1 000véh/h;
- supérieur à 2 000 véh/h, un contrôle par calcul est nécessaire.

La contrainte de base en termes de géométrie sera de garantir l'alignement des branches sur le centre du rond-point afin d'obliger chaque véhicule à ralentir et bien percevoir le giratoire. Dans certains cas, une déflexion en amont du rond-point sera nécessaire.

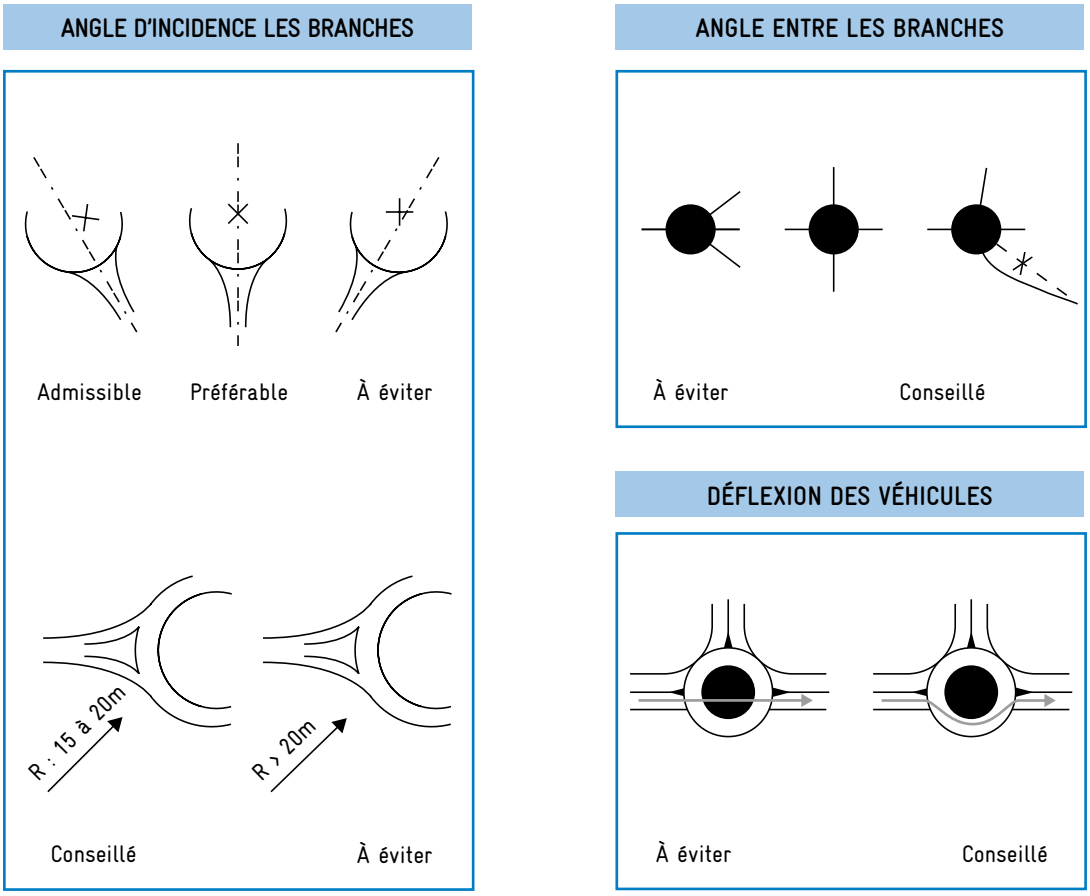


Figure 43 : Exemples de configuration en giratoire souhaitable ou non



Des règles de dimensionnement générales doivent être observées :

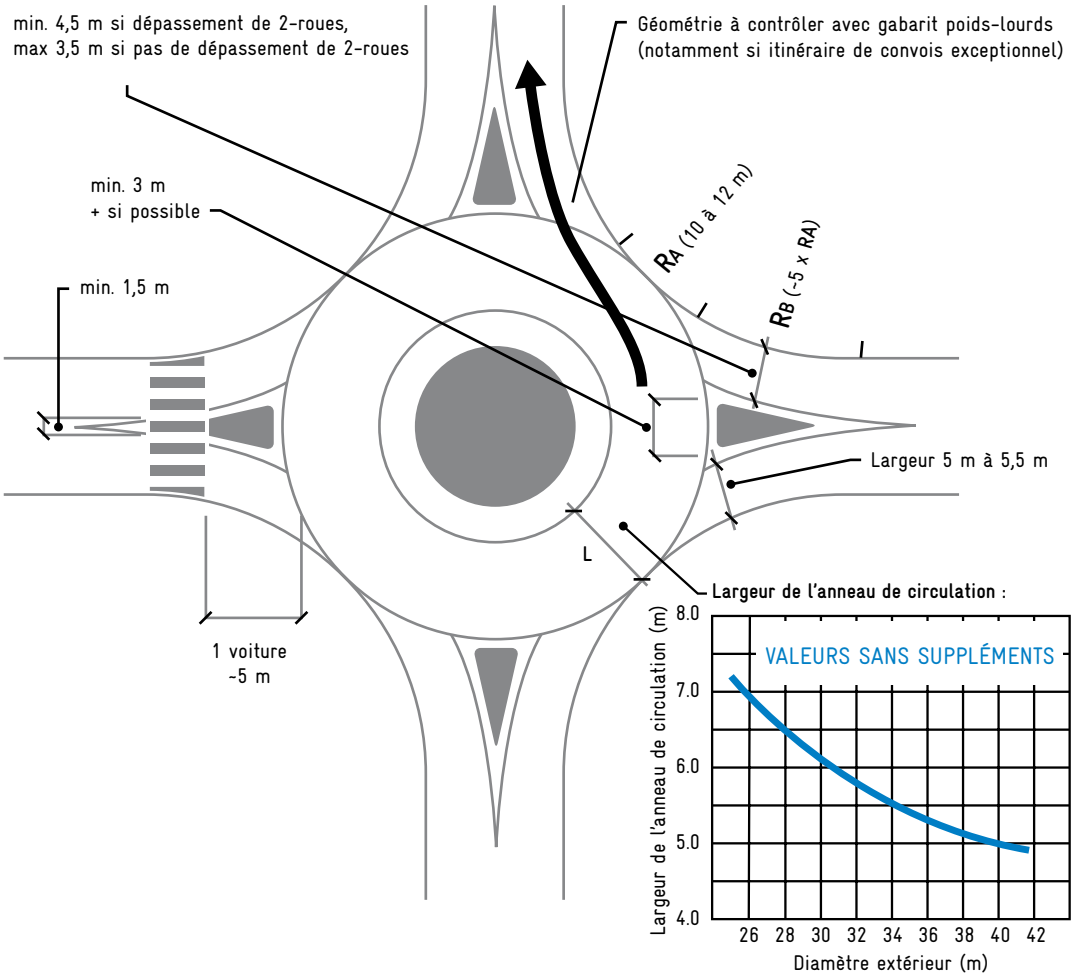


Figure 44 : Règles géométriques habituelles d'un giratoire

En phase de conception, les pistes pour améliorer la capacité d'un giratoire sont :

- Le rayon extérieur du giratoire, et notamment les largeurs d'îlots sur les branches (avec toutefois une limite, car à partir d'un certain diamètre -plus de 35 mètres- les vitesses augmentent de telle manière que les créneaux d'insertion deviennent sensiblement plus importants, entraînant une réduction de la capacité) ;
- le nombre de voies sur les branches et dans l'anneau (le nombre de voies sur l'anneau devant être supérieur ou égal au nombre de voies sur chacune des branches –dans le cas contraire des feux seront nécessaires pour gérer l'entrée concernée) ;
- la création d'un bipasse de tourne-à-droite, qui a le mérite de «supprimer» ces mouvements du carrefour.

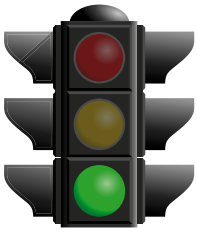
Il faut toutefois toujours être attentif au fait que des branches à 2 voies sont particulièrement dangereuses pour les piétons et cyclistes (notamment les branches de sortie) et peuvent engendrer des conflits à l'anneau.



7.4. Dimensionnement des carrefours à feux

Une étude d'un carrefour à feux se déroule en deux phases principales :

- La stratégie de régulation, elle définit tous les principes généraux de fonctionnement.
  Elle est donc stratégique, comme son nom l'indique, et vise à répondre aux différents objectifs identifiés et à cadrer le travail technique qui fera l'objet de la phase projet. Elle porte sur deux échelles : la stratégie globale vise à décrire les relations du carrefour avec les carrefours voisins et son environnement ;
- La stratégie locale vise à décrire le fonctionnement intrinsèque du carrefour. Elle est décrite plus en détail au chapitre 7.3.



Une mise en oeuvre de la régulation
se déroule en **2 phases** bien distinctes

a) STRATÉGIE DE RÉGULATION
Phase fondamentale, de concertation
QUEL EST LE FONCTIONNEMENT SOUHAITÉ ?

b) PROJET D'EXÉCUTION
Phase plus technique, opérationnelle

Figure 45 : Les phases d'études d'un carrefour à feux

Après cette étape de dimensionnement vient la phase mise en oeuvre, cette phase est plus technique et opérationnelle :

- Un bureau d'études ou le gestionnaire de voirie directement établit le projet de régulation, qui décrit précisément le plan d'équipement et le fonctionnement du carrefour ;
- Le gestionnaire de voirie valide le dossier ;
- Sur la base du plan d'équipement, les entreprises et installateurs réalisent le génie civil (tranchées, massifs de feux) et implantent le matériel (feux, câblage, boucles,...).
  L'implantation des boucles et des mâts qui peut se faire en présence du bureau d'études, permet de garantir la visibilité des feux, de dimensionner les boucles (forme, position par rapport aux lignes d'arrêt,...) ;
- Le programmeur programme le contrôleur de feux dans un langage informatique qui est propre à chaque type de contrôleur ;
- La programmation et le matériel sont testés et le carrefour est mis en service.



7.4.1. La stratégie globale

Dans cette phase d'étude seront étudiés les éléments avec une vision plus large que le carrefour. Elle permettra de définir les principes de fonctionnement macro à l'échelle d'une commune ou d'un quartier ou d'un axe. On définit les liaisons fonctionnelles entre les carrefours.

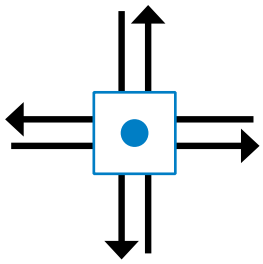
Un carrefour peut être soit :

- **Isolé :** Il est alors exploité de manière autonome, sans lien avec les carrefours voisins. Ce mode de fonctionnement permet d'offrir au carrefour une très grande souplesse, puisqu'il ne subit pas de contraintes des carrefours voisins. Il permet donc de s'adapter localement au mieux à la demande, qu'il s'agisse de la demande routière, piétonne, ou d'offrir de la priorité aux transports collectifs.
- **Coordonné :** Il subit alors des contraintes de fonctionnement pour se coordonner avec les carrefours voisins. Ce mode de fonctionnement est plus rigide, mais il permet de garantir des «ondes vertes» sur l'axe coordonné, les véhicules bénéficient du vert sur une chaîne de carrefours, sans subir d'arrêt intermédiaire, dans une politique visant à privilégier un axe fort.

La prise de décision entre ces modes de fonctionnement doit être faite par paires de carrefours.

DEUX TYPES DE FONCTIONNEMENT SONT ENVISAGEABLES :

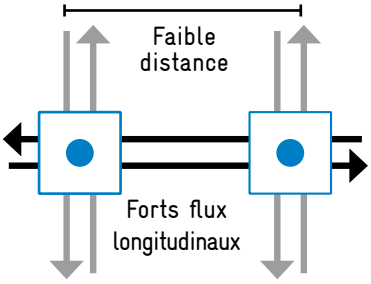
CARREFOUR ISOLÉ



Objectif d'optimisation pour lui-même

- Souplesse d'exploitation :
  - › Assure au mieux les priorités définies pour les TP, piétons ;
  - › Permet un fonctionnement aléatoire adapté à la demande.
- Ajustement optimal du fonctionnement en temps réel pour chaque cas de charge.

CARREFOUR AVEC LIAISONS



Objectif d'optimisation d'une chaîne de carrefours ou d'un réseau

- Rigidité d'exploitation :
  - › Liaison non aléatoire entre plusieurs carrefours.
- Minimisation du nombre d'arrêts (notion d'onde verte).

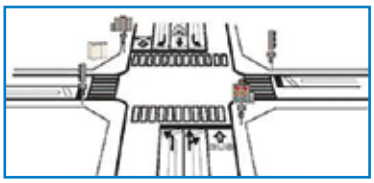
Figure 46 : Critères de coordination entre deux carrefours à feux (suite de la figure en page suivante)



LES CRITÈRES DE COORDINATION PARTICIPENT À LA DÉCISION DE COORDONNER OU D'ISOLER UN CARREFOUR À FEUX. ILS SE REGROUPENT EN 2 CATÉGORIES :

CRITÈRE DE FAISABILITÉ

GÉOMÉTRIE



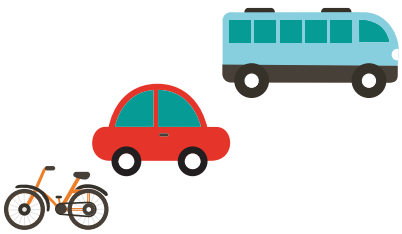
Distance de stockage insuffisante → COORDINATION NÉCESSAIRE

Calibrage des voies pas homogène → COORDINATION POUVANT ÊTRE INUTILE

...

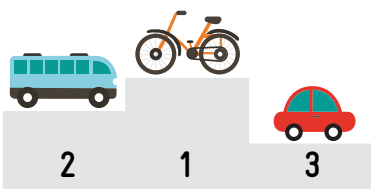
CRITÈRE DE FONCTIONNEMENT

TRAFIC



- Trafic coordonnable et coefficient de coordination
- Homogénéité des capacités utilisées
- Vitesse
- Dispersion des pelotons
- ...

VOLONTARISME



- Itinéraires à favoriser
- Minimisation des arrêts
- Priorité aux T
- ...

Figure 46 : Critères de coordination entre deux carrefours à feux



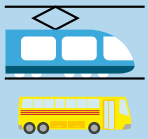
	ISOLÉ OU COORDONNÉ SOUPLE	COORDONNÉ RIGIDE
Transport collectif en site propre (Tramway, BHNS) 	• Priorise le TCSP dès qu'il est détecté (possibilité de priorisation absolue) → RECOMMANDÉ	• Priorisation du TCSP non compatible avec une onde verte longitudinale (arrêts TCSP) ou transversale (pas de priorisation possible des deux axes) → NON RECOMMANDÉ
Véhicule privé 	• S'adapte à la demande en temps réel (si détection) • Permet de favoriser certains mouvements • Maîtrise du stockage entre plusieurs carrefours (évite le risque de remontée d'un carrefour sur l'autre)	• Renforce l'axe à fonction VP en favorisant les mouvements les plus chargés (onde verte) • Fonctionnement rigide non adaptatif à la demande réelle
	→ À VERIFIER EN FONCTION DES AUTRES CRITÈRES (HIÉRARCHIE, FAISABILITÉ, COEFFICIENT DE COORDINATION…)	
Modes doux 	• Limitation du temps d'attente pour les piétons, par une prise en compte de la demande VP réelle → RECOMMANDÉ	• Les contraintes de coordination (obligation de maintenir au vert certains flux) peuvent conduire à des temps d'attente parfois importants → ÉVENTUELLEMENT
Contraintes matérielles	• Coût élevé en raison de la détection • Nécessite d'équiper les carrefours de tétection (adaptativité)	• Coût faible car pas de détection

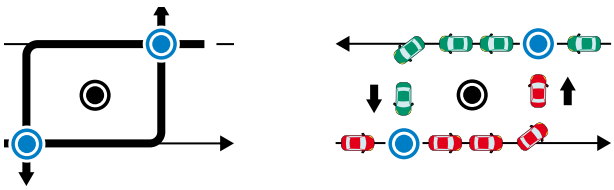
Figure 47 : Exemples d'analyse sur la nécessité de coordonner deux carrefours



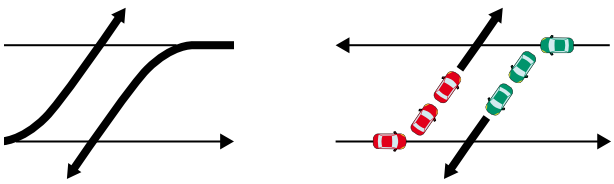
7.4.2. La stratégie locale

Dans cette phase d'étude, le carrefour sera étudié localement du point de vue fonctionnel et géométrique.
La définition du fonctionnement consiste notamment à déterminer les principes de succession des différents mouvements et dans quelle mesure le fonctionnement du carrefour sera soumis aux aléas de la régulation (degré d'adaptation aux conditions de trafic en temps réel).

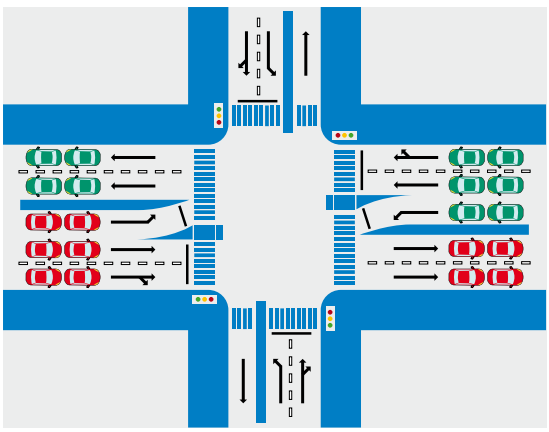
SITUATION ACTUELLE (2 points de conflit, carrefour autobloquant)



CARREFOUR À «L'INDONÉSIENNE» (sans point de conflit)



EXEMPLE D'AMÉNAGEMENT D'UN CARREFOUR



DES EXEMPLES À CASABLANCA

AVEC UN GROUPE DE FEUX
Carrefour Zerktouni-Roudani



AVEC DEUX GROUPES DE FEUX
Carrefour Moulay Ismael-Pommiers



Figure 48: La gestion des mouvements de tourne-à-gauche



Ce dernier point appelé «microrégulation» consiste à adapter le fonctionnement du carrefour en temps réel, grâce à des capteurs qui détectent le trafic. Elle peut servir à :

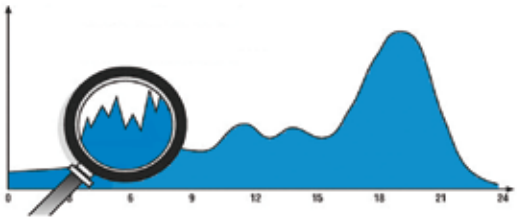
- Adapter les temps de vert aux flux en temps réel (par exemple l'entrée de ville est automatiquement favorisée le matin et la sortie de ville le soir, les temps d'attente sont optimisés,...) ;
- Prioriser certains mouvements dont les transports collectifs ;
- Gérer spécifiquement certaines situations de saturation pour éviter le blocage par des files d'attente,...

LES CONDITIONS DE CIRCULATION VARIANT À TOUT INSTANT...

... SI DES ÉLÉMENTS DE DÉTECTION SONT MIS EN PLACE, UNE ADAPTATIVITÉ EN TEMPS RÉEL DE LA RÉGULATION PEUT ÊTRE ASSURÉE, QUEL QUE SOIT LE TYPE DE PROGRAMME (acyclique, cyclique, plans de feux fixes...)

AFIN DE GARANTIR :

→ UNE GESTION OPTIMALE DE LA RÉGULATION À CHAQUE INSTANT (compte tenu des objectifs visés)



→ UNE PRIORISATION DE CERTAINS MOUVEMENTS, DE CERTAINS MODES DE DÉPLACEMENT



→ UNE PRISE EN COMPTE DES CONDITIONS PARTICULIÈRES DE CIRCULATION (saturation du réseau)



Figure 49 : Le rôle de la microrégulation



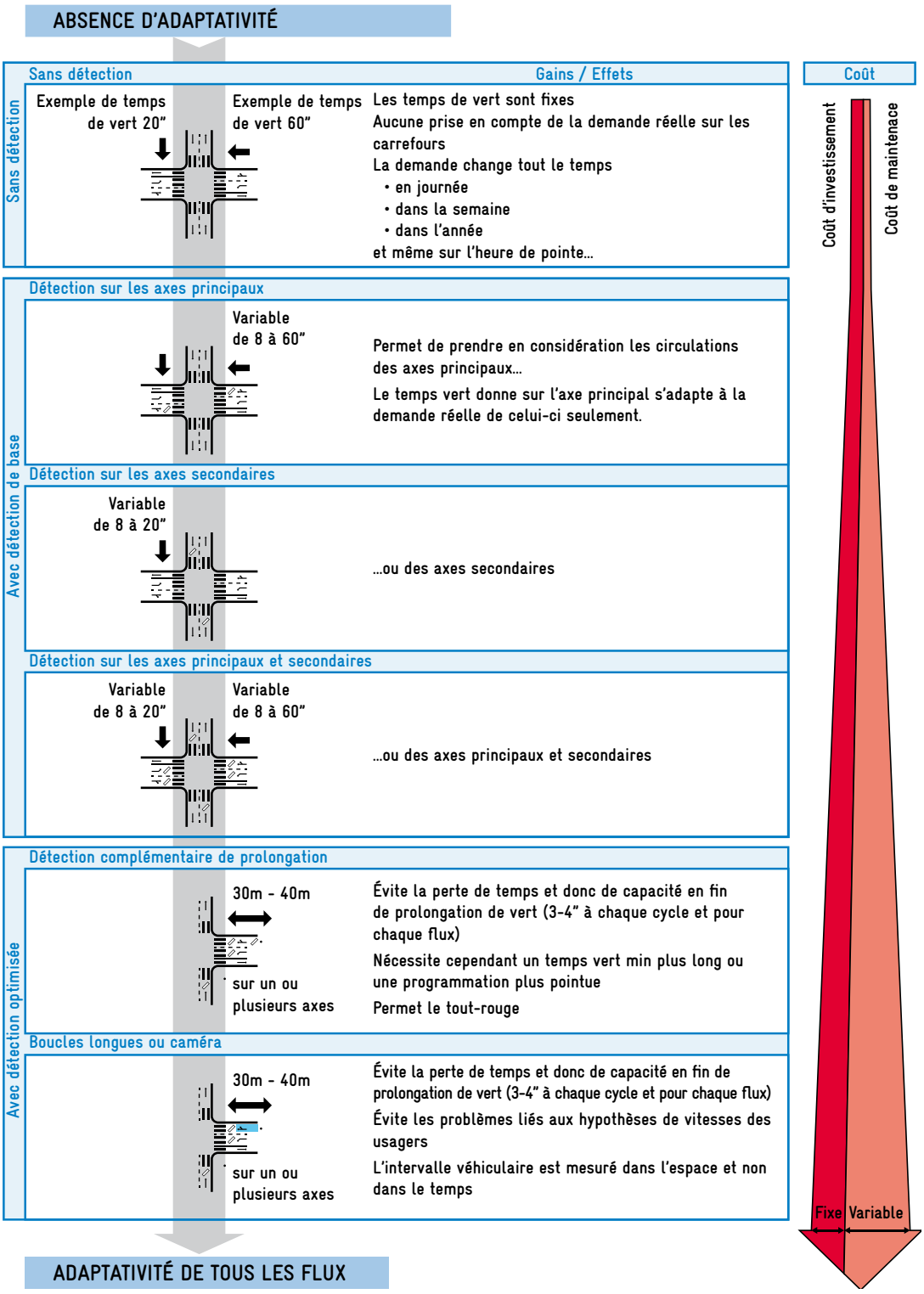


Figure 50 : Exemples d'analyse sur la mise en oeuvre de la microrégulation



Les principales règles géométriques pour le dimensionnement du carrefour à feux sont les suivants :

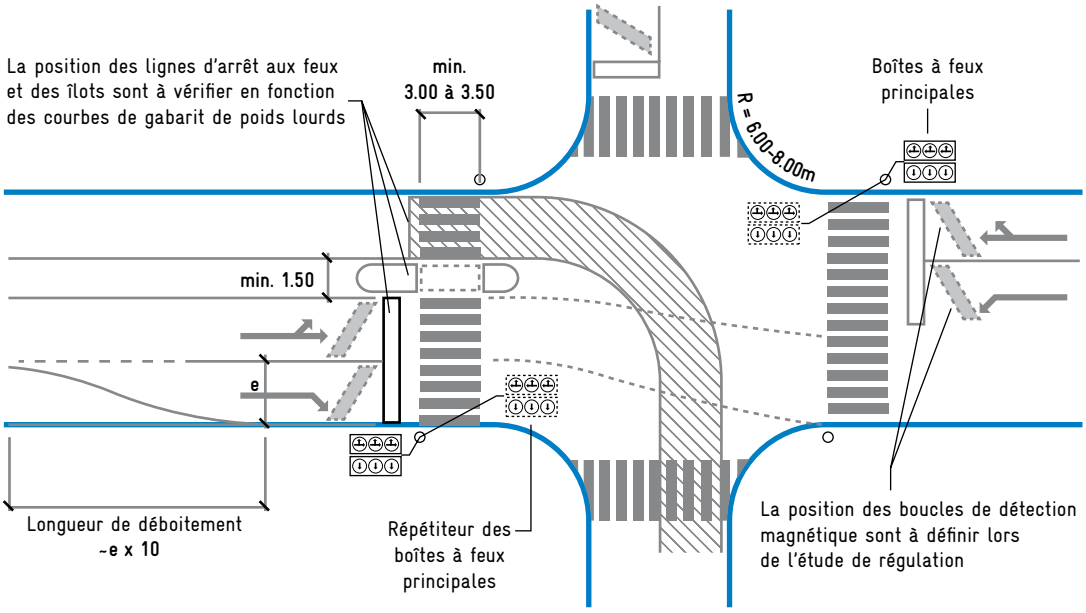


Figure 51 : Règles géométriques habituelles d'un carrefour à feux

En phase de conception, les pistes pour améliorer la capacité d'un carrefour à feux sont :

Les principales solutions pour améliorer la capacité d'un carrefour sont les suivantes :

- Supprimer un mouvement déterminant dans le carrefour ;
- Augmenter le nombre de voies sur un mouvement déterminant afin de diminuer le temps de vert nécessaire ;
- Optimiser l'ordre des mouvements déterminants pour diminuer les temps perdus ;
- Optimiser si possible les temps interverts (par exemple en réduisant la limitation de vitesse. (En effet à 80km/h, le temps de jaune vaut 5' alors qu'à 50km/h il vaut 3') ;
- Faire varier la durée du cycle ;
- Diminuer les temps de vert minimaux sur les mouvements déterminants qui sont peu demandés ;
- Diminuer les charges de trafic ;

Figure 52 : Pistes de solutions pour améliorer un carrefour à feux



7.4.3. Éléments de projet

Le projet est l'occasion de définir le type de matériel et les quantités. Il s'agit :

- Des organes de traitement, le contrôleur est l'automate qui gère le fonctionnement du carrefour. Il est situé dans une armoire ;
- Des outils de signalisation (de support et de visualisation) : les lanternes : feux automobiles, bus, piétons, vélos,... les supports : poteaux, potelets, potences,...
- des outils de détection : des boucles de détection au sol ; des radars ; des boutons poussoirs pour les piétons ; des dispositifs spécifiques pour les transports collectifs.

Le matériel est représenté sur un plan du carrefour qui permet de localiser et quantifier les organes matériel, définir le génie civil associé pour les entreprises, préparer l'implantation sur site, numéroter les groupes de feux et outils de détection qui seront utilisés dans la programmation (liaison programmation / matériel).

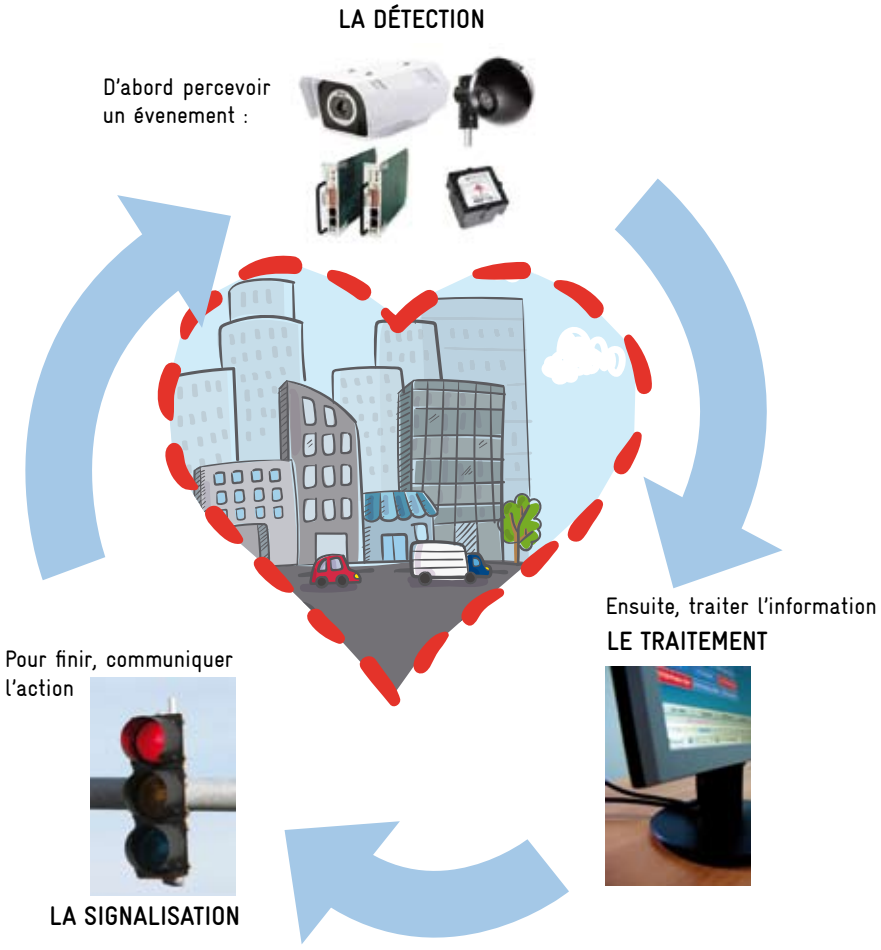
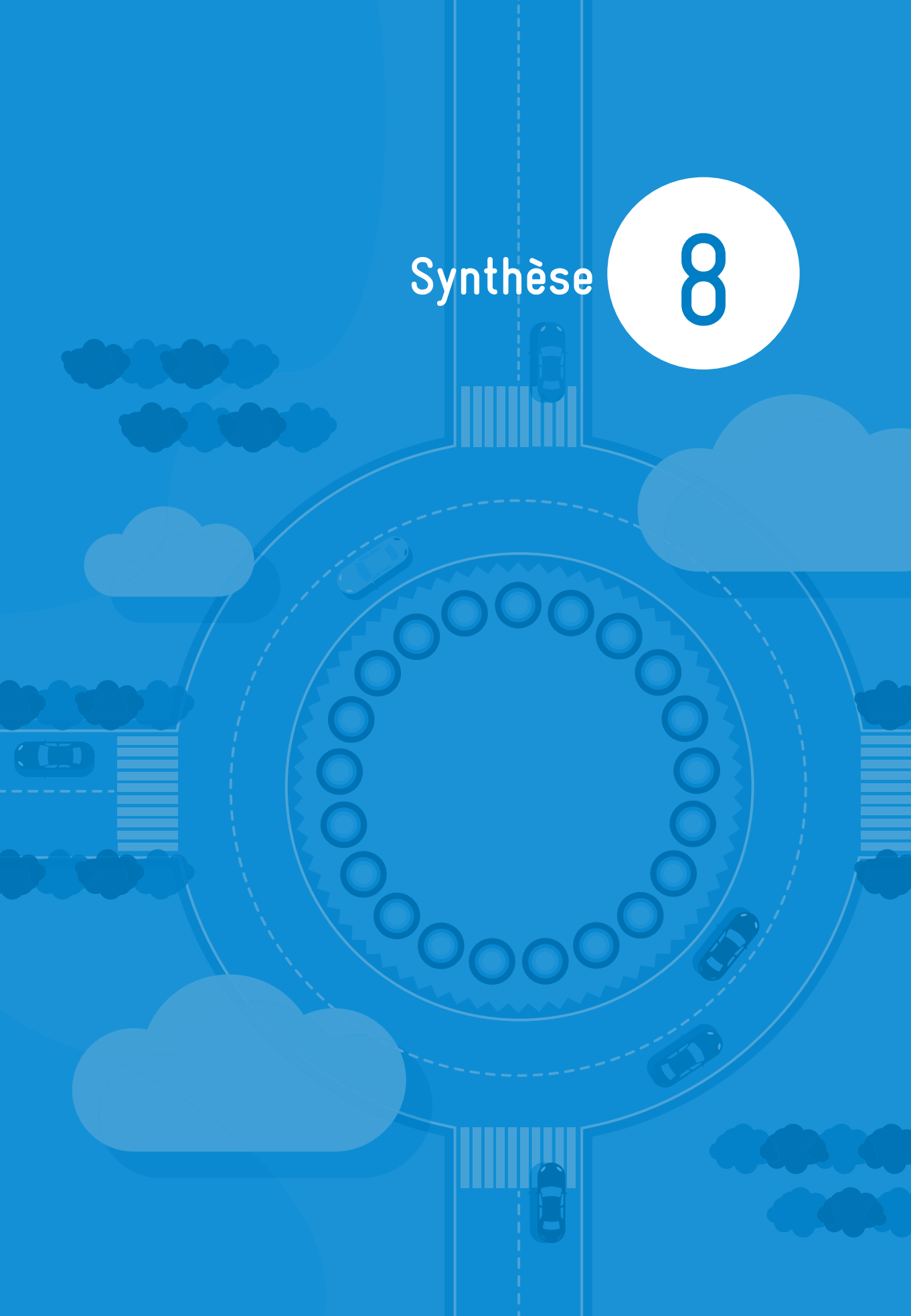


Figure 53 : Les équipements d'un carrefour à feux

Synthèse 8





L'aménagement d'un carrefour s'inscrit dans une démarche plus générale visant, par le biais de différents outils, à la mise en place d'un concept ou d'une image de ce que devrait devenir à moyen long terme la gestion des déplacements. L'aménagement de carrefours est l'un de ces outils.

Le rôle d'un carrefour est donc non seulement de gérer et sécuriser les conflits entre les différents usagers le traversant, mais également de prioriser les transports en commun, de gérer et maîtriser les flux automobiles (contrôle d'accès).

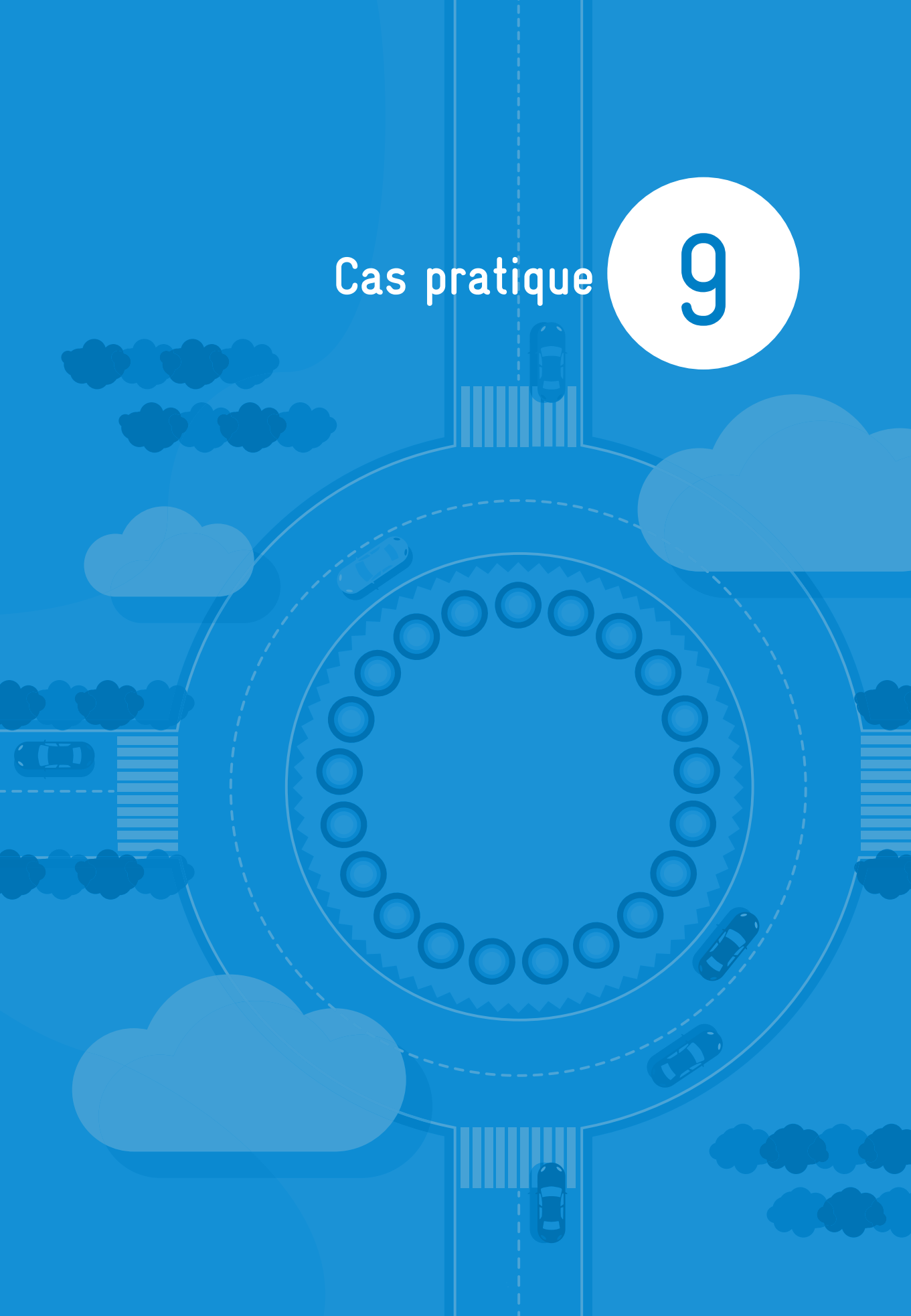
La démarche repose sur trois étapes distinctes, permettant d'aboutir sur la définition des prescriptions d'aménagement, fonctionnelles et matérielles :

- Le diagnostic de la situation actuelle comprenant l'analyse du contexte, de l'offre et de la demande permet l'identification des problèmes existants et ainsi les besoins d'amélioration ;
- La définition des contraintes et des objectifs est essentielle, car elle permet pour chaque mode de définir les principales orientations et notamment les charges de dimensionnement que l'aménagement devra supporter en fonction :
  - Des charges de trafic mesurées sur le terrain ;
  - De la capacité offerte par le réseau ;
  - De l'évolution de la demande ;
  - Et surtout du plan de déplacement mis en œuvre ;
- La définition des principes de fonctionnement s'effectue au travers d'un processus itératif basé sur les analyses faites en diagnostic, sur le respect des contraintes et sur la concordance vis-à-vis des objectifs visés. Les principales étapes sont les suivantes :
  - Le choix du type d'exploitation (carrefour à perte de priorité, giratoire et carrefours à feux) en milieu urbain ;
  - La définition du calibrage, à savoir la répartition des espaces pour chaque mode de déplacement (trottoir, voies bus, voies de circulation, places de stationnement, ...).

Ces éléments permettent la génération de différentes variantes d'amélioration des aménagements.

Une analyse multicritère, pouvant porter non seulement les aspects «mobilité», mais aussi sur des thèmes transversaux comme l'urbanisme ou la qualité de vie, ... permet de proposer la solution la plus adaptée.

Cas pratique 9





Afin de concrétiser la démarche présentée ci-avant, les participants ont pu réaliser un cas pratique basé sur le carrefour «Boudir», point noir identifié par la Commune d'Oujda. Sur deux périodes de deux heures, les participants devaient réalisés dans un premier temps un diagnostic du carrefour et dans un deuxième temps faire des propositions d'amélioration en se basant sur le diagnostic et les enjeux identifiés par les représentants de la Commune d'Oujda. Pour chaque période, les participants ont réalisé une analyse en groupe puis l'ont partagée à l'ensemble de l'auditoire pour compléments et réactions.



9.1. Réalisation du diagnostic

Les participants ont été divisés en trois groupes, chacun disposant d'une mission sur place basée sur les éléments vu au cours du même jour :

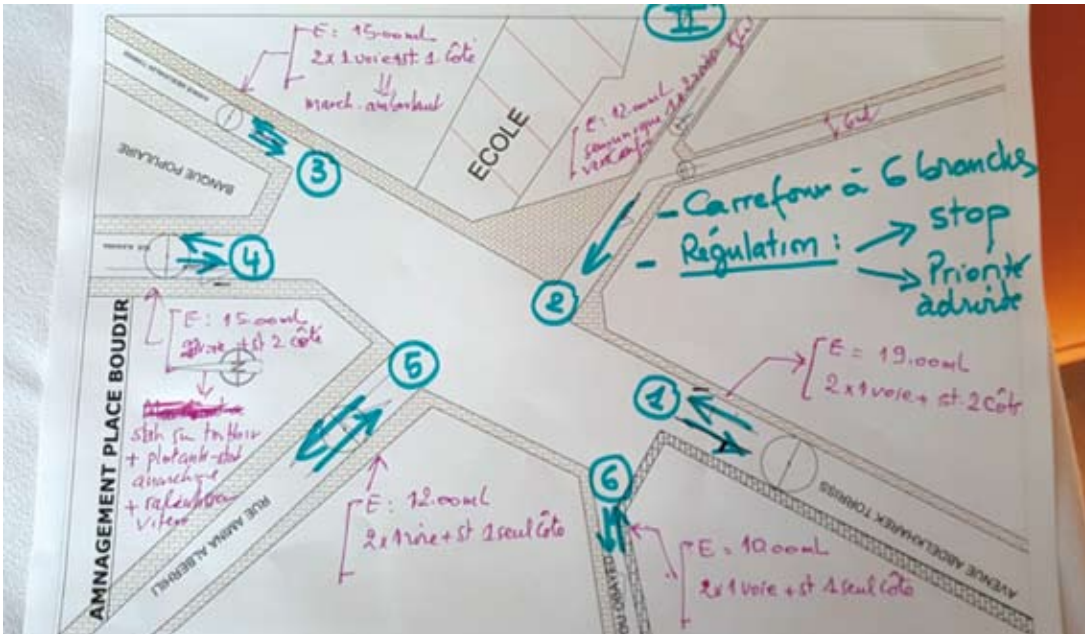
Le groupe 1 a localisé le carrefour dans son environnement urbain à l'échelle du quartier et au niveau du carrefour comme la présence de petit commerce, de marchands ambulants, d'accès à un établissement scolaire ou de banques.





Illustration du contexte

Le groupe 2 a relevé le calibrage et les emprises de la voirie.



Le groupe 3 a réalisé un comptage et a mis en évidence les problèmes de circulation de l'ensemble des modes

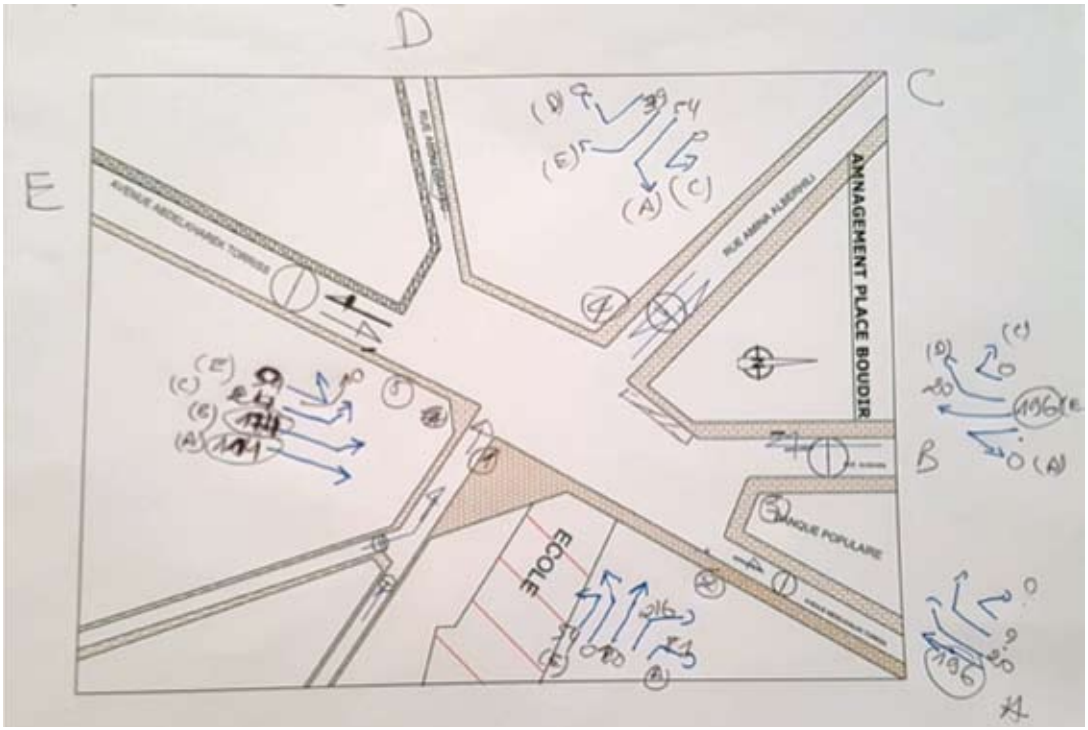


Illustration des résultats des comptages faits par les participants

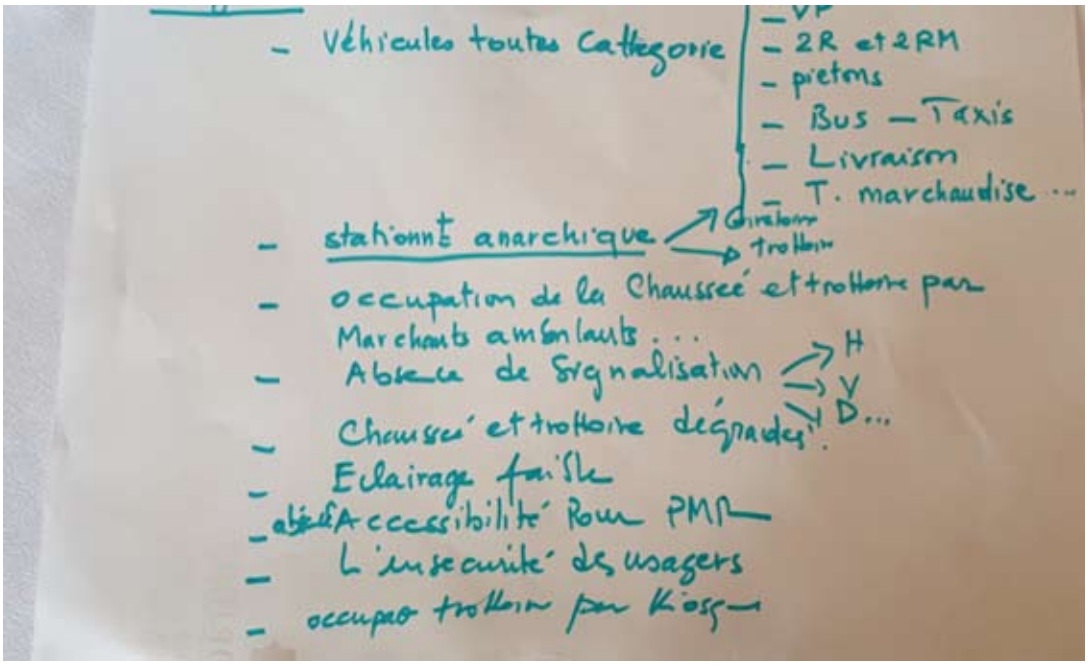


Les dysfonctionnements ont pu ainsi être identifiés et croisés avec le regard des représentants de la commune d'Oujda. Ils comprenaient notamment les points suivants :

- Un trafic dense dû essentiellement à sa position de proximité avec l'ancienne médina ;
- Un nombre d'accidents sensiblement élevé durant les cinq dernières années, à cause de la multiplication des points de conflits ;
- Un point de passage pour le transport par bus qui assure la liaison entre le Nord et le Nord Est de la ville et l'ancienne médina ;
- La forte implantation des commerces et services publics rend le carrefour très attractif, l'existence d'une école primaire accroît les risques lors de la traversée des élèves.



Exemple de problématique de montées/descente des transports en commun



Exemple de diagnostic réalisé par les participants

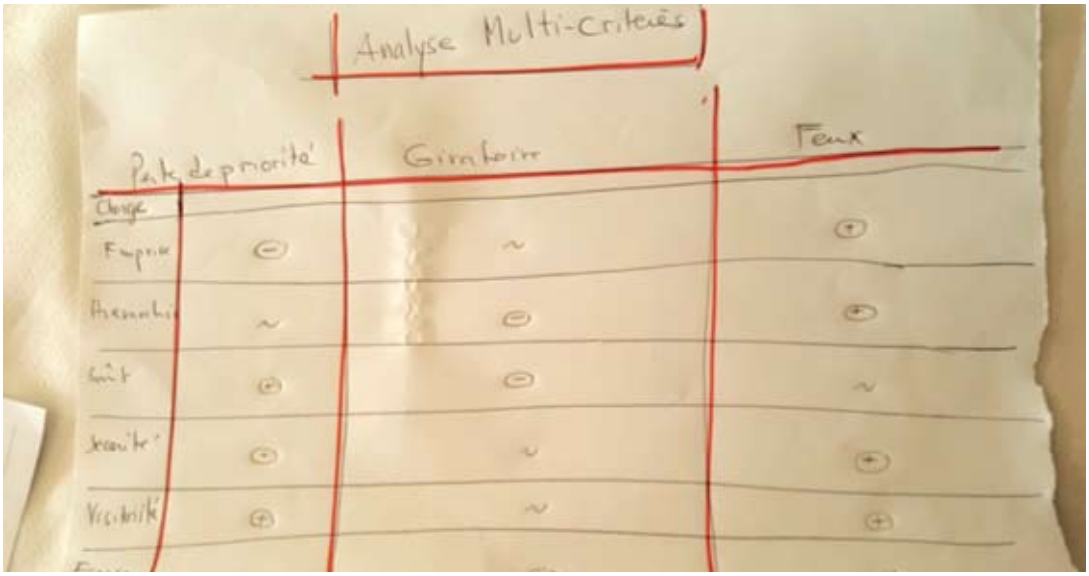
Les enjeux d'amélioration ont pu ainsi être partagés, notamment sur les aspects de la qualité urbaine. La commune a notamment exprimé ses objectifs visés et les contraintes à respecter.



Photo du carrefour «Boudir» par le passé (fournie par un habitant lors de la visite sur site).

9.2. Génération de variantes et propositions

Chaque groupe avait pour mission de réaliser une analyse multicritère pour définir la solution préférentielle entre un fonctionnement de type carrefour à perte de priorité, carrefour giratoire et carrefour à feux.



Exemple d'analyse multicritère



• Chaque groupe a décliné leur variante retenue sous la forme d'une esquisse illustrative.



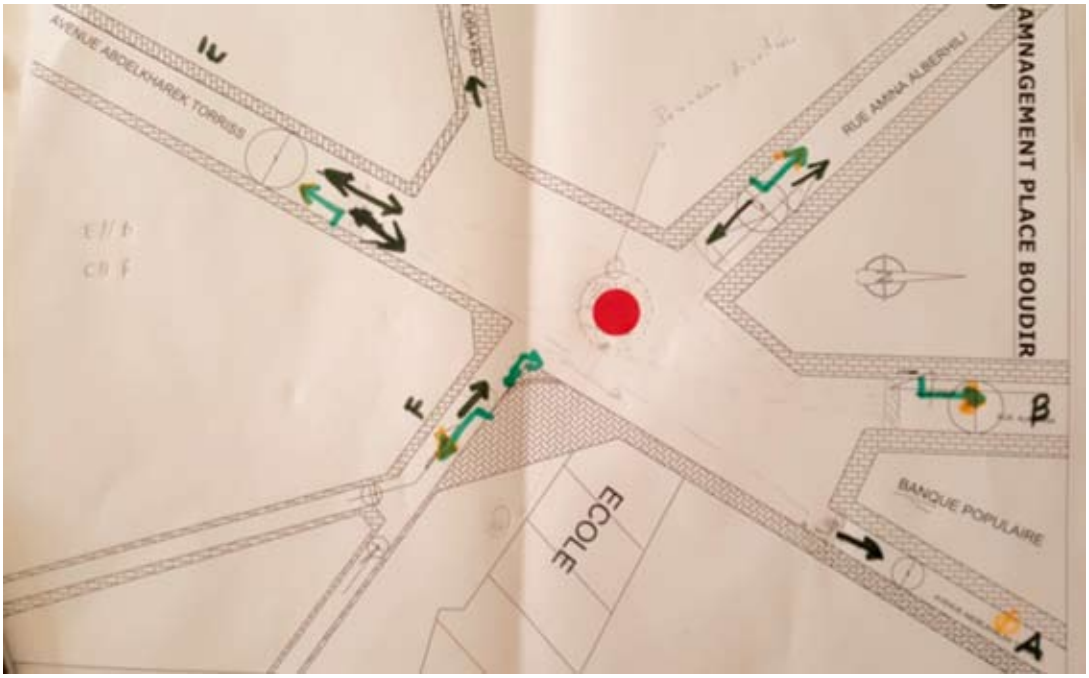
Variante carrefour à feux avec reprise légère de l'aménagement



Variante carrefour à feux avec reprise importante de l'aménagement et limitation de certains mouvements



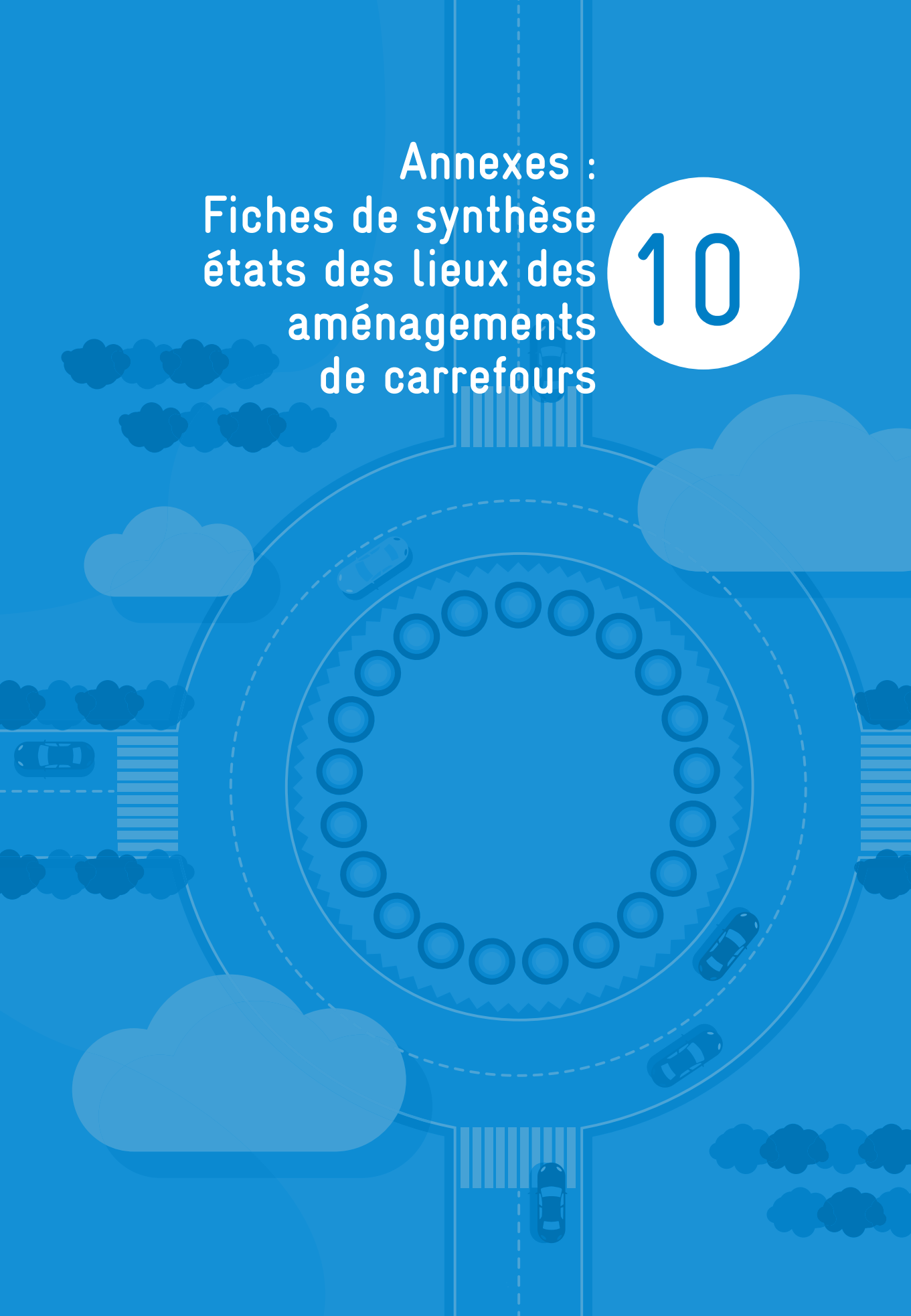
Variante carrefour feux sous la forme d'une place tournante et mise à sens unique



Variante carrefour giratoire avec reprise légère de l'aménagement

Annexes : Fiches de synthèse états des lieux des aménagements de carrefours

10





Casablanca

Carrefour routier

Modes concernés

- Véhicules privés

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Casablanca

- Grande consommation de l'espace au niveau des carrefours
- Les intersection de cinq branches ou plus sont souvent problématiques
- Absence d'affectation claire des voies et de voies de présélection pour les mouvements tournants



Mly Youssef x Bd Anfa



Bd Mohammed VI x Bd Bouchaib Doukali Hassan II x Bd Rachidi

Carrefour routier avec forts enjeux de transports collectifs

Modes concernés

- Véhicules privés
- Transports collectifs

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Casablanca

- Aucune priorisation des bus aux carrefours
  - Aucune voie bus
  - Aucune adaptation des feux lors du passage des bus
- Gênes du passage du tramway au niveau des carrefours saturés



Hassan II x Bd Rachidi



Haj Fateh



Carrefour routier avec forts enjeux piétons

Modes concernés

- Véhicules privés
- Piétons

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Casablanca

- Traversées piétonnes généralement mal situées (voire pas marquées)
- Mauvaise (ou pas de) régulation des traversées piétonnes
- Conflits toujours autorisés entre mouvements tournants des voitures et traversées piétonnes même en cas de présence d'un grand flux de l'un ou des deux modes



Traversée piétonne sur Massira Al Khadra



Garage Allal

Carrefour complexe

Modes concernés

- Véhicules privés
- Transports collectifs
- Piétons

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Casablanca

- Les carrefours complexes sont généralement mal gérés car l'équilibre entre les différents modes n'est pas assuré
- Aménagements adéquats permettant de séparer entre les différents modes non mis en place



Bd Massira Al Khadra x Bd Zerktouni



Garage Allal



Oujda

Carrefour routier

Modes concernés

- Véhicules privés

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Oujda

- Gestion en giratoire à feux répandue à Oujda
- Grande consommation de l'espace au niveau des carrefours
- Trafic intense en périodes de pointes
- Intersections en 5 branches ou plus souvent problématique



Bd Errazi x Bd Maghreb Arabe



Route Nationale 2 x Bd Zerktouni

Carrefour routier avec forts enjeux de transports collectifs

Modes concernés

- Véhicules privés
- Transports collectifs

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Oujda

- Gêne causée par les mouvements tournants des bus
- Aucune priorisation des bus aux carrefours
  - Aucune voie bus
  - Aucune adaptation des feux lors du passage des bus



Place CIRTE



Bd Idriss Al Akbar x Rue Bel Houcine



Carrefour routier avec forts enjeux piétons

Modes concernés

- Véhicules privés
- Piétons

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Oujda

- Mauvaise (ou pas de) régulation piétonne
- Flux important à proximité des zones d'activité (centre administratif, université, centre d'appel...)
- Présence de barrières pour protéger les piétons et les canaliser vers la traversée
- Conflit entre les mouvements tournants et les piétons souvent problématique
- Présence de ralentisseurs au niveau des traversées piétonnes



Bd Allal El Fassi x Moulay Hassan



Carrefour Université Mohammed I

Carrefour complexe

Modes concernés

- Véhicules privés
- Transports collectifs
- Piétons

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Oujda

- Gestion généralement en giratoire à feux
- Présence d'un agent de police pour gérer la circulation au niveau des carrefours
- Pas d'équilibre entre les flux des différentes branches



N6 x N2



Place Boudir

Agadir

Carrefour routier

Modes concernés

- Véhicules privés

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Agadir

- Gestion par giratoire ou giratoire à feux répandue dans la ville et facilitant les mouvements tournants mais provoquant une consommation de l'espace au niveau des carrefours
- Intersection de cinq branches ou plus souvent problématique
- Les tourner-à-droite sont généralement libres au niveau des giratoires
- La programmation des feux ne prend pas en considération la charge de trafic des branches
- Interdiction des poids lourds sur plusieurs axes de la ville



Bd Bouabid x Bd Hassan I



Barreau Est-Ouest x Bd Mohammed V

Carrefour routier avec forts enjeux de transports collectifs

Modes concernés

- Véhicules privés
- Transports collectifs

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Agadir

- Aucune priorisation des bus aux carrefours
  - Aucune voie bus
  - Aucune adaptation des feux lors du passage des bus
- Gênes causées par les mouvements des grands taxis, notamment en arrêt ou pour accéder aux stations



Bd. 2 Mars x Bd. Bouabid



Barreau Est-Ouest x Prolongement Hassan I



Carrefour routier avec forts enjeux piétons

Modes concernés

- Véhicules privés
- Piétons

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Agadir

- Présence de ralentisseurs au niveau des traversés piétons
- Présence de barrières pour protéger les piétons et les canaliser vers la traversée
- Traversées piétonnes généralement mal situées (voire pas marquées)
- Mauvaise (ou pas de) régulation des traversées piétonnes
- Conflits toujours autorisés entre mouvements tournants et traversées piétonnes même en cas de présence d'un grand flux de l'un ou des deux modes



Hassan I x 11 janvier



Barreau Est-Ouest x Bd El Fassi x Barreau Nord-Sud

Carrefour complexe

Modes concernés

- Véhicules privés
- Transports collectifs
- Piétons

Caractéristiques générales de ce type de carrefours à Agadir

- Présence régulière des agents de police pour gérer ce type de carrefours
- Les carrefours complexes sont généralement mal gérés car l'équilibre entre les différents modes n'est pas assuré
- Aménagements adéquat permettant de séparer entre les différents modes non mis en place (sauf ponctuellement des barrières pour orienter les piétons)



Bouabid x Oued Ziz



Bd Bouabid x Bd Mohammed v x Bd Hassan II



REMA-TP

Publié par :
Coopération Municipale – CoMun
Gouvernance locale et participative au Maghreb

Élaboré par :
Transitec

Avec le soutien de :
Direction Générale des Collectivités Locales
DPAT DPE

Conception graphique :
Napalm

Crédits photos :
Transitec

Mai 2016





Rabat

Tunis

Eschborn

Marseille

CoMun – coopération municipale

Gouvernance locale et participative au Maghreb

Place Sefrou n°1, Hassan, 10 000 - Rabat - Maroc
Tél. : +212 (0) 5 37 70 40 58 / Fax : +212 (0) 5 37 26 45 51
Site web : www.co-mun.net www.giz.de