

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE BADJI MOKHTAR – ANNABA



**Faculté des Sciences de la Terre
Département Architecture**

POLYCOPIES COURS GENIE URBAIN

1^{ère} année Master Architecture

Enseignante : Dr. Meriem RADOUANE, maître de conférences A

PROGRAMME DU COURS

Cours I : Voirie urbaine (trame routière, hiérarchie, emprise, tracé, rayon de courbure)

Cours II : Trames viaires/urbaines (trame verte, trame bleue, trame piétonne, etc)

Cours III : Carrefours urbains : aménagement et insertion des carrefours dans les tissus urbains

Cours IV : Aménagement des aires de stationnement et des parkings

Cours V : Les réseaux d'infrastructures (eau potable, assainissement, voirie,...)

Cours VI : Spécifications de programmation des réseaux d'infrastructures (ratios et servitudes)

Cours VII : Les coupures spatiales, problématique de traitement.

COURS I: LA VOIRIE URBAINE

Introduction

L'évolution des modes de déplacement et en particulier l'« automobile » a eu un impact décisif sur l'évolution de la conception de la voie. Cependant, outre son statut d'infrastructure support de la circulation, la voirie possède une dimension plurielle. En effet, l'histoire de l'urbanisme montre que la voie contribue à faire la ville. C'est à la fois un élément de construction des formes urbaines, du paysage et de l'image de la société. Un moyen d'expression des ambitions dans l'aménagement de l'espace et des modes de vies des sociétés. La voirie est à la fois pérenne et évolutive car elle unifie le passé pour le présent et l'avenir, raison pour laquelle sa conception, réalisation et gestion appellent à la collaboration de plusieurs savoirs et corps de métiers.

Les rôles de la voirie urbaine

La voie urbaine est un espace complexe par ses fonctions et si la circulation en est la principale, elle n'en n'est pas la seule. De ce fait même sa conception est complexe car elle demande un ensemble de savoirs : architecture, ingénierie, paysage, sociologie,...etc.

- La voie urbaine, un espace public et d'échange social :

C'est un espace de rencontre, d'animation, de communication et d'échange avec la société elle rassemble une population de différents profils et catégories d'âge. C'est aussi un lieu d'expression, de manifestation (fête, festival,..) et même de revendication. C'est le lieu le plus expressif de la vie urbaine, c'est pour cela que la voie est avant tout un espace public.

- La voie urbaine, un espace d'activités :

La voie urbaine est généralement entourée ou bordée de bâti et d'espaces libres. Les deux regroupent des activités diverses : habitat, activités commerciales, administratives, scolaires, culturelles,...etc (pour le bâti), et espaces de jeux, détente, espaces verts et même le commerce qui déborde parfois sur les trottoirs comme pour les étalages. En effet, les activités et surtout le commerce recherchent la proximité de la voie qui permet le contact avec un large éventail de population et permet d'exposer les biens et services à vendre. C'est pour cela que la voie est un espace complexe par les activités qu'elle regroupe et unit.

- La voie urbaine, un élément du paysage urbain :

La voie permet de découvrir la ville et construit son image. C'est à partir de la voie que les perspectives de la ville sont dessinées et les plus belles façades du bâti sont généralement orientées sur la rue. Pour ces raisons la voie a un rôle très important dans le paysage et sa conception doit donc tenir compte des considérations architecturales et paysagères.

- La voie urbaine, un abri pour les infrastructures techniques :

C'est généralement dans la voirie que les réseaux techniques nécessaires à la ville mais encombrants sont souvent cachés, comme l'assainissement, eau potable, gaz, téléphone, électricité. Pour cela, même le sous sol d'une voie urbaine est un espace complexe car il doit permettre d'abriter et de cohabiter ces différents réseaux. La conception de la voie doit alors tenir compte des contraintes posées par ces réseaux et prévoir leur évolution future.

- La voie urbaine, un espace de circulation :

La voirie urbaine assure la circulation piétonne et motorisée dans la ville (automobile individuelle, transport collectif : bus, tramway). Elle permet le transport de personnes et de marchandises (poids lourds), accomplit des liaisons entre quartiers, de transit (passage sans arrêt) ou de desserte (accès au bâtiment). Pour cela la conception de la voie doit tenir compte des fonctions de circulation qu'elle accomplit et des différents modes et vitesses de transport et concilier entre eux.

Hiérarchisation de la voirie

Les différentes circulations et les types de desserte assurés par la voirie urbaine nécessitent une certaine différenciation des voies dans la ville tant dans leur architecture que leur fonction. La fonction assurée par une voie de desserte au bâtiment n'est pas celle d'une autoroute urbaine. C'est pour cela que la hiérarchisation des voies est nécessaire afin qu'elles puissent être complémentaires et écouler la circulation sans conflits et danger.

Dans les classifications actuelles définies par la réglementation, la voirie urbaine est répartie en trois catégories selon le service rendu :

- Le réseau de voies primaires : assure des liaisons principales à l'échelle de la ville ou de l'agglomération ;
- Le réseau de voies secondaires : assure des liaisons à l'échelle d'une zone ou d'un quartier. ce sont généralement des voies de distribution ;
- Le réseau de voies tertiaires : permet le déplacement jusqu'à l'immeuble. Il englobe les voies au niveau de la cellule d'habitation, voies de service, aires de parkings et voies d'accès direct au bâti.

Remarque : Cette classification peut être interprétée de manières quelques peu différentes selon la taille de la ville (exemple : une voie classée primaire n'a pas forcément les mêmes fonctions et types de liaisons dans une petite ville que dans une métropole. Les échelles de liaisons ne sont pas les mêmes).

Fonction et caractéristiques des différentes voies

	Réseau primaire	Réseau secondaire	Réseau tertiaire
Circulation fonction transport	<ul style="list-style-type: none"> — liaisons interurbaines — liaisons urbaines — aménagement des rencontres de flux de circulation (carrefours) 	<ul style="list-style-type: none"> — liaisons inter quartiers — liaisons entre zones contiguës — aménagement des points de rencontre des différentes circulations (carrefours et passages à niveau) 	<ul style="list-style-type: none"> — assurer les parcours terminaux — concerne le trafic de transit pour garantir la sécurité des riverains — limitation physique de la vitesse de circulation
Circulation fonction desserte (accessibilité)	<ul style="list-style-type: none"> — pas de desserte des riverains — pas de stationnement 	<ul style="list-style-type: none"> — arrêts possibles — stationnement limité ou interdit — circulation des transports en commun 	<ul style="list-style-type: none"> — assure la desserte automobile des parcelles et immeubles riverains — stationnement aménagé pour les riverains et pour la desserte des activités.
Caractéristiques de la circulation automobile	<ul style="list-style-type: none"> — vitesse de groupe de l'ordre de 60 km/h — capacité des voies limitée par les caractéristiques géométriques — circulation séparée ou juxtaposée 	<ul style="list-style-type: none"> — vitesse de groupe de l'ordre de 30 km/h — capacité des voies limitée par les conditions d'environnement — circulation juxtaposée ou mêlée 	<ul style="list-style-type: none"> — vitesse de groupe de l'ordre de 10 km/h — circulation automobile faible, voire occasionnelle
Place des transports en commun	<ul style="list-style-type: none"> — transports en commun sans arrêt — aménagement en site propre 	<ul style="list-style-type: none"> — domaine privilégié des transports en commun (points d'arrêt aménagés si stationnement interdit) — arrêts possibles et aménagés 	<ul style="list-style-type: none"> — les transports en commun traditionnels n'y pénètrent pas
Usage piétonnier	<ul style="list-style-type: none"> — réseau de voirie et réseau piétonnier séparés 	<ul style="list-style-type: none"> — contact avec le réseau piétonnier, passages piétons aménagés (à la limite croisement à niveaux séparés) 	<ul style="list-style-type: none"> — interpénétration de voirie et des espaces piétonniers sans aménagement pour les passages piétonniers
Relation avec l'espace riverain	<ul style="list-style-type: none"> — pas de communication, la voirie crée une coupure dans les zones traversées — nuisances acoustiques — difficulté d'insertion visuelle 	<ul style="list-style-type: none"> — relations organisées, ou des points particuliers avec l'espace environnant — aménagements des abords préservant les voies de circulation 	<ul style="list-style-type: none"> — débordements des activités sur la voirie — interpénétration des espaces publics et semi-publics
Composition et critères de conception	<ul style="list-style-type: none"> — tracé minimisant les effets — conception indépendante de la composition des volumes bâtis — caractéristiques de tracé déterminées par les conditions de circulation automobile 	<ul style="list-style-type: none"> — tracé et aménagement en relation avec : — attention portée à la sécurité des piétons et des véhicules légers — affectation de l'espace à chaque fonction à chaque circulation 	<ul style="list-style-type: none"> — la conception de la voirie ne peut être plan d'aménagement — la voirie est liée à la composition des volumes bâtis — recherche d'intégration visuelle

Source : Romann, Barael, 1983

Conception de la voirie (emprise, tracé, rayon de courbure)

La conception de la voie urbaine ne dépend pas seulement du volume de circulation supporté par cette dernière, mais d'autres critères rentrent en considération selon les différents rôles de la voie comme expliqués précédemment. Le volume de circulation est un critère surtout important pour les voies primaires. La conception de la voie tertiaire dépend de l'aménagement du quartier dans laquelle elle se situe et aussi de ses fonctions autres que la circulation (espace public, stationnement, piétons, le type de desserte logement ou autre).

Dimensionnement des voies primaires par rapport à la circulation

Pour déterminer les caractéristiques géométriques d'une voie primaire, l'évaluation de la circulation sur cette dernière est nécessaire. Trois critères sont utilisés généralement par les ingénieurs de circulation : le débit, la capacité et la vitesse (Romann, Barael, 1983).

Le débit : c'est le quotient de véhicules par unité de temps. Il est exprimé en unités de voitures particulières (UVP) évaluées généralement sur un temps d'un jour ou d'une heure (UVP/j ou UVP/h). Pour faciliter les calculs et avoir une mesure unique, les autres véhicules sont ramenés à la voiture particulière de la manière suivante :

- 1 deux roues = 0.2 UVP (norme algérienne) ou 0.5 (norme française Ictavru, 2009).
- 1 poids lourd = 2 UVP.
- 1 voiture particulière = 1 UVP.

C'est le débit évalué à l'heure de pointe qui est utilisé par les ingénieurs pour déterminer le nombre de voies d'une infrastructure.

La capacité : exprime le nombre de véhicules que peut écouler la voie par unité de temps (généralement une heure) et rapporté à une vitesse donnée car dans le domaine de la circulation, la notion de capacité ne peut être dissociée de la vitesse. Les projeteurs déterminent la vitesse de base de la voie et obtiennent sur cette base sa capacité prévisible. Exemple : La capacité d'une voie de 2x2 voies est de :

- 800 véh/h/voie à une vitesse de base de 80 km/h.
- 1.200 véh/h/voie à une vitesse de base de 70 km/h.
- 1.500 véh/h/voie à une vitesse de 60 km/h.
- 1.700 véh /h pour une vitesse de 50km/h.

La capacité de la voie correspond au plus fort débit. Avec la capacité et le débit, les ingénieurs déterminent le nombre de couloirs de circulation qu'ils représentent par un profil en travers.

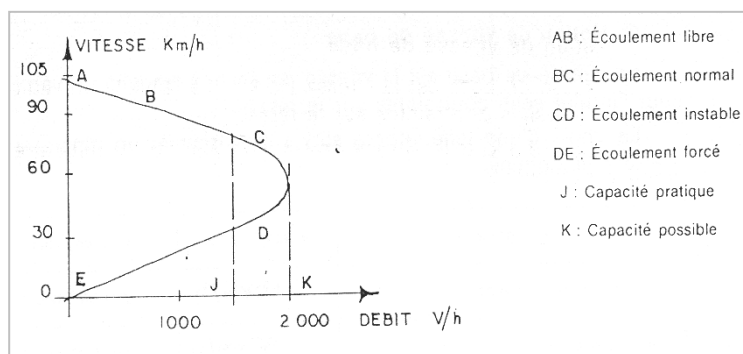
La vitesse de base: exprimée en nombre de kilomètres par heure, cette notion représente la vitesse à laquelle peut circuler un véhicule sans contraintes sur la voie. Le choix de la vitesse de base sert à dimensionner de manière homogène la voie ou une partie de la voie.

Exemples de vitesses de base et débit relatifs par catégorie de voie.

Catégorie	Vitesse de base	Débit
Voies primaires	100 km/h	1500 UVP/h
Voies secondaires	60km/h	800 UVP/h
Voies tertiaires	≤ 40 km/h	

Cependant, bien que le débit d'une voie dépend essentiellement de la vitesse, la vitesse et la capacité d'une voie ne sont pas toujours proportionnelles car le débit croît avec la vitesse d'environ 50km/heure jusqu'à un seuil maximum puis diminue comme le montre la courbe suivante de la relation débit-vitesse.

Courbe relation débit-vitesse



Source : Romann, Barael, 1983

Caractéristiques géométriques des voies

Géométriquement les voies sont définies par trois éléments : le tracé en plan, le profil en long et le profil en travers.

Tracé en plan : les voies étant de formes linéaires, leur vue en plan est généralement composée de ligne droite et de courbes. Le tracé rectiligne est généralement recherché mais le tracé d'une voie est souvent aussi adapté à forme et la topographie du terrain, ce qui peut générer des tracés sinueux.

Pour les courbes il faut penser à la stabilité des véhicules par rapport à la force centrifuge (ceci concerne surtout les voies à circulation rapide). L'équilibre est obtenu en agissant sur le rayon de la courbe et la pente transversale de la chaussée dans les virages. Aussi, le courbe doit être pensée par rapport aux véhicules longs ;

Pour la visibilité dans les virages, la distance de visibilité est calculée en fonction de la vitesse de base $D_v = 2df$, df distance de freinage $= 0.4V^2 + 0.01 V$ (V vitesse de base en km/h).

Profil en long : il est défini par une succession de droites en précisant les pentes et les côtes nécessaires à leur positionnement.

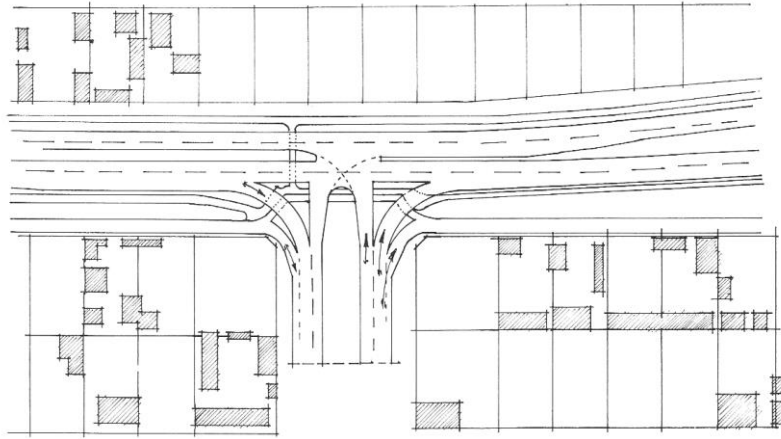
Le profil en long doit suivre de préférence le terrain naturel. Le profil en long des caniveaux et lié à l'axe de la chaussée et ne doit pas être d'une pente inférieure à 0,5%.

Seuil des pentes : pour des raisons de circulation aisée, la pente d'une voie urbaine doit être entre 4 à 8% (selon la catégorie de la voie). Pour les voies de desserte on peut aller jusqu'à 10%.

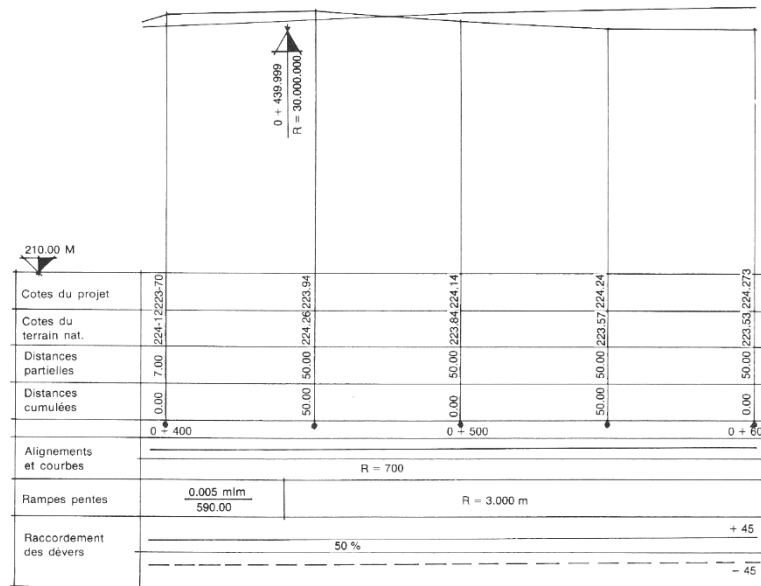
Profil en travers: le profil en travers représente les éléments suivants :

L'emprise : la totalité de la largeur de la voie publique avec les espaces annexés ;

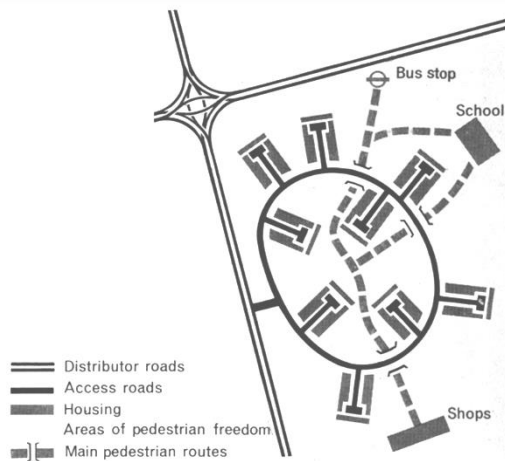
- la plate forme : surface occupée par la chaussée, accotements, trottoirs ou pistes ;
- la chaussée : qui correspond à l'espace de circulation des véhicules ;
- les trottoirs : espaces latéraux pour circulation des piétons ;
- les fossés : réservations pour le ruissellement des eaux pluviales lorsque le drainage se fait avec des collecteurs à ciel ouvert.
- terre-plein : zone non circulaire séparant deux chaussées à sens différents de circulation.



Tracé en plan



Profil en long



Hiérarchisation de la voirie

Source : Buchanan, 1963

Dimensionnement :

Trottoirs : pour les voies primaires et secondaires, la largeur minimale est de 2,5 m. Si les trottoirs vont comporter des arbres d'alignement, la largeur recommandée est de 5m (l'arbre doit être situé à 2.5 m de la chaussée). La largeur prend en compte aussi :

- L'importance du flux piétonnier ;
- Les activités qui bordent la voie.
- La signalisation et le mobilier urbain (abri bus, banc,...)

Transport en commun :

Peuvent avoir des couloirs de circulation qui leur sont réservés. Cette largeur varie de 3 à 3.5m pour un couloir unidirectionnel et 6.50m pour le couloir bidirectionnel.

Pistes et bandes cyclables :

Les vélos peuvent circuler sur des pistes cyclables qui sont séparées de la chaussée. Dans ce cas la largeur est de 2m pour une piste unidirectionnelle et 3 lorsqu'elle est bidirectionnelle.

Ou sur bandes cyclables qui sont en bordure directe de la chaussée, la largeur est de 2 m.

Chaussée et terre-plein :

La largeur de la voie est fixée comme suit :

Voie de desserte : de 2.50 à 3 m

Lorsque le trafic est moyen (500 à 1000 véhicules/h) : 3 à 3.50 m

Trafic important (1000 à 1500 véhicules/h) : 3 à 4 m.

La chaussée : peut-être à 1voie (sens unique), 2 voies (double sens), 3 voies, 2x2 voies.

Le profil type est formé par deux versants plans symétriques inclinés ou un seul versant. Les inclinaisons recommandées sont comme suit :

- Chaussée non revêtue : 4% (terre 6%)
- Tapis d'enrobé ou enduit superficiel : 2.5%
- Béton de ciment : 2%
- Au-delà de 14 m, la voie comporte généralement un terre-plein central.

Le terre-plein central :

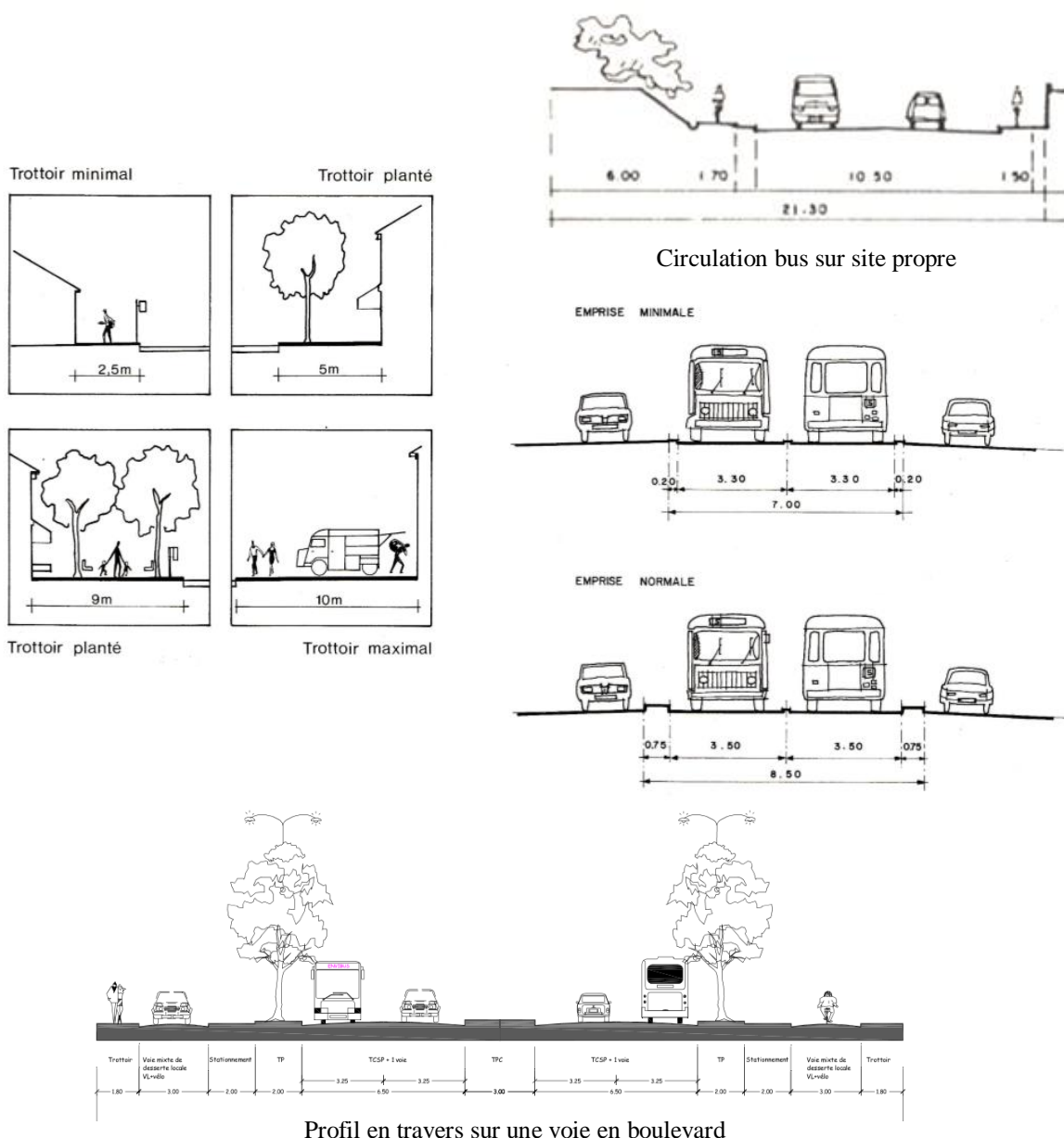
À partir de 2x2 voies, il est recommandé de séparer les deux chaussées par un terre-plein central d'une largeur minimum de 50 cm. Lorsque la voie permet une vitesse de base de 50 km/h, le terre-plein central comporte des lampadaires pour l'éclairage et des plantations. Il possède aussi d'autres rôles qui selon sa largeur peuvent être comme suit :

Le terre-plein central de 1m : pour la sécurité routière et éviter le choc entre des véhicules roulant dans des sens opposés. Son usage est difficile et ne peut pas être pratiqué par les piétons.

Le terre-plein central de 4m : il permet à un véhicule de tourner à gauche aux carrefours. Il peut être accessible aux piétons et donc utilisable à partir de 2 m de largeur. Si cette dernière atteint 4m il peut recevoir un aménagement paysager: plantations et mobilier urbain.

Le terre-plein central de 8 à 12 m : il permet d'accueillir une ligne de transport en commun en site protégé comme le tramway, 8 m est la section courante. Sur les sections comportant des arrêts, la largeur nécessaire est de 12m. à partir de 12 m et plus, le terre-plein central peut devenir un espace public (promenade pour les piétons, cafés, terrasses). Exemples : le cours du centre-ville d'Annaba ou les *ramblas* de Barcelone.

Le dévers : dans le profil en travers d'une voie, le dévers représente l'angle formé par le plan de symétrie d'un véhicule et le plan perpendiculaire à la chaussée. Il facilite le passage du véhicule en courbe et l'empêche d'être poussé vers l'extérieur sous l'effet de la force centrifuge.



Cours II : LES TRAMES URBAINES

(trame piétonne trame verte, trame bleue, trame routière/viaire)

Introduction

I- La trame piétonne

Mode de déplacement le plus ancien qui a été un peu délaissé avec le développement des transports motorisés, la marche à pieds est de nouveau considérée comme un mode de transport à part entière. La prise en compte du piéton dans l'aménagement des villes prend aujourd'hui de l'importance dans l'objectif de requalifier l'espace public et surtout promouvoir des modes alternatifs au déplacement à la voiture comme: la marche à pieds et les transports collectifs. Parmi les actions entreprises dans cet objectif : la création de trames piétonnes dans les villes.

Définition et exigences d'une trame piétonne

Une trame piétonne est un réseau de voies ou de cheminements qui permettent le déplacement des piétons en toute sécurité.

Ce sont les besoins des piétons qui déterminent les exigences auxquelles doit répondre la trame piétonne, que l'on peut les résumer comme suit (figure 1):

– Assurer les liaisons :

Cela signifie d'assurer l'accessibilité des piétons partout, ce qui nécessite de supprimer les obstacles gênant les déplacements, assurer la continuité des itinéraires et créer des raccourcis. Cela passe en premier par l'identification des axes principaux empruntés par les piétons et qui relient les activités, quartiers résidentiels, équipements scolaires, centre-ville,... etc. Ces liaisons doivent être pris en considération dans la trame générale et être bien soignées. Tout trottoir, tout espace devra faire partie d'un cheminement continu pour former une trame reliée et des itinéraires diversifiés.

– Agrément des itinéraires :

Pour qu'ils soient empruntés, les itinéraires doivent être attractifs car le piéton recherche le confort et la qualité à travers un mobilier urbain et un revêtement de sol adéquats, la végétation, l'eau, les bancs, l'éclairage, la diminution du bruit et la protection des intempéries. Aussi d'autres actions comme la mise en évidence des points de repère (monuments, places), des vitrines attractives, l'installation de kiosques, voire des œuvres d'art comme des sculptures valorisent l'espace public et encouragent le piéton à le pratiquer, sans oublier l'hygiène et la propreté des espaces qui sont une exigence primordiale.

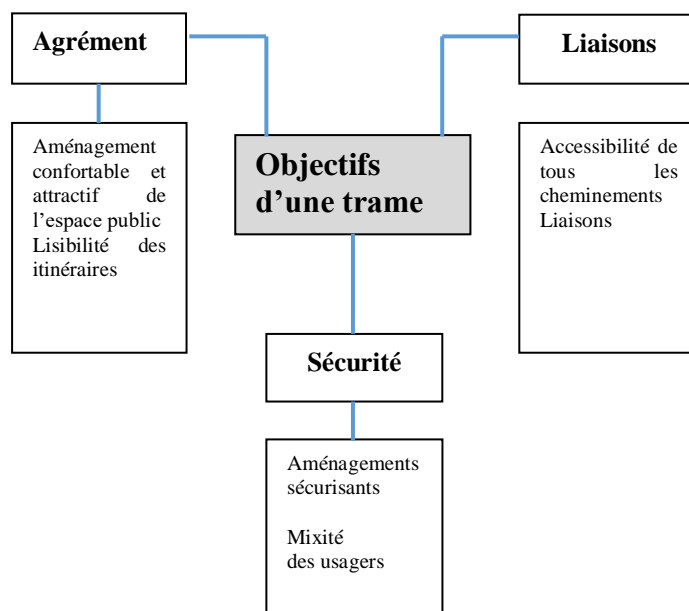
Par ailleurs, la lisibilité des itinéraires est aussi un critère important. Les piétons doivent pouvoir distinguer facilement la trame piétonne dans laquelle ils se déplacent. Ceci peut se faire par le renforcement de la signalétique, les plans de quartier, la signalisation des arrêts des transports en commun, ...etc.

– La sécurité :

Assurer la sécurité des déplacements des piétons est une exigence importante. Deux approches peuvent être suivies pour cela :

- La séparation de la circulation piétonne de celle automobile par des trottoirs sur les axes où la circulation motorisée est dominante, ces axes peuvent représenter de 10 à 20 % du réseau viaire. Les traversées piétonnes sont à localiser en des endroits sûrs, généralement aux carrefours. Aussi réserver des espaces propres pour les deux roues (bandes ou pistes cyclables).
- La mixité des usages et la cohabitation de tous les modes de déplacement sur les voies à travers les techniques de modération de la vitesse et des espaces propres réservés à chacune des circulations. Ceci concerne aussi bien des rues au trafic important, que des rues au trafic faible ou modeste (exemple : les zones 30 dans certains pays).

Objectifs de la trame piétonne



Source : Radouane M., 2014

Un plan « piétons » pour coordonner et planifier les aménagements

La prise en compte du piéton comme usager implique la création d'une infrastructure de déplacement adaptée à ses besoins. Pour cela, un diagnostic global à l'échelle de la ville ou du quartier est nécessaire au départ. Il identifiera les besoins et les dysfonctionnements existants, et l'analyse permet de dégager les aménagements nécessaires pour constituer une trame piétonne cohérente.

La méthodologie générale pour l'élaboration d'un Plan piétons

Cette méthodologie comporte 4 étapes :

1. Identifier les « générateurs » de trafic piétons et prévoir les liaisons (au moins à deux échelles, celle du quartier et celle de liaisons plus importantes comme la ville).
2. Repérer les dysfonctionnements en termes d'insécurité, de coupures, de détours, de perte de temps et d'inconfort.
3. Définir les interventions nécessaires: types d'interventions, priorité de chacune d'entre elle. Une coordination doit être faite avec les autres actions sur l'espace public.
4. Programmer: lancer les études et projets dans un ordre selon la priorité.

Les aménagements à proposer pour les piétons

Avant de parler des aménagements, il est nécessaire de définir deux concept : l'aire piétonne et la voie verte.

- L'aire piétonne est une zone affectée à la circulation des piétons de façon temporaire ou permanente. Seuls les cycles et les véhicules nécessaires à la desserte interne de quartiers sont autorisés à circuler à vitesse très modérée (6km maximum), mais les piétons restent prioritaires.
- La voie verte est une voie réservée exclusivement à la circulation des véhicules non motorisés et les piétons.

Dans la conception des aménagements, le confort et la convivialité des installations sont deux critères recherchés pour faciliter et encourager les déplacements des piétons. Il s'agit de créer des itinéraires attractifs, rassurants et lisibles pour le piéton. Aussi la fluidité des aménagements (pas d'encombrement et d'obstacles) est nécessaire pour des déplacements piétons sécurisés et incitatifs.

L'étude peut être élargie à l'échelle d'un plan de ville car des incitations au déplacement piéton seront possibles si des liaisons piétonnes sont intégrées dans tout le tissu urbain. Relier l'habitat et les zones d'attractivité de la ville par des voies piétonnes aiderait à dissuader de l'usage de l'automobile, notamment en ville.

II- LA TRAME VERTE ET LA TRAME BLEUE

Face à l'extension rapide de l'urbanisation, les villes ont besoin de concilier entre développement urbain et la préservation de la biodiversité. Autrement dit, les milieux naturels ont besoin d'être protégés pour garder l'équilibre biologique et écologique des villes et territoires, car l'urbanisation, l'industrie et la pollution menacent les sites naturels et les espèces vivantes qu'ils peuvent abriter. La préservation de ces milieux qui peuvent être végétaux ou aquatiques ou autres (dunes, désert) est depuis l'augmentation des préoccupations du développement durable dans les années 90, instaurée à travers les trames vertes et bleues. Les enjeux sont écologiques, urbains et paysagers.

Concept et définition de la trame verte et bleue

Le concept de la trame verte est né en Europe dans les années 80 dans l'idée de relier les espaces verts entre eux par des voies piétonnes et pistes cyclables. La perspective est au début hygiéniste, puis devenue éco-paysagère. L'objectif est d'éviter le déclin de la biodiversité à travers la préservation des continuités écologiques.

La trame verte et la trame bleue sont liées aux écosystèmes. C'est l'ensemble des liaisons nécessaires au déplacement des espèces entre les différents espaces protégés (espaces de biodiversité). La trame verte est constituée de zones arborées et herbacées, la trame bleue de zones humides, de fleuves et des rivières. L'ensemble constitue un réseau à différentes échelles qui permet aux espèces de se déplacer, de se nourrir pour se reproduire.

Les trames vertes peuvent être classées en deux catégories :

1. un réseau plus ou moins physiquement connecté d'espaces verts, sans exigence écologiques fortes, souvent structurés autour de chemins de promenades ou randonnées ;
2. la deuxième catégorie concerne les grandes agglomérations et correspond à un maillage écologique local ou régional. Sa conception s'appuie sur une approche scientifique accompagnée d'une cartographie SIG.

La trame verte et la trame bleue sont un outil d'aménagement du territoire qui vise à constituer ou reconstituer un réseau écologique cohérent à l'échelle d'une ville, région ou territoire pour permettre aux espèces animales et végétales de circuler, de s'alimenter, de se reproduire, autrement dit assurer leur survie. La trame verte et la trame bleue sont constituées de réservoirs de biodiversité et des corridors écologiques qui les relient. L'ensemble assure les continuités écologiques dans un réseau terrestre (trame verte) et aquatique (trame bleue). La continuité est assurée à travers 3 approches : des zones tampons, des corridors écologiques, la restauration de

la nature en ville. Ces trames sont encore peu connues et non encore mises en place en Algérie, mais leur adoption devient nécessaire.

Dans le cadre de l'aménagement de territoire, les trames bleues et vertes doivent être intégrées dans une cartographie régionale ainsi que dans les différents documents d'urbanisme. Ce sont un outil d'aménagement élaboré dans une démarche de concertation entre Etat, collectivités locales et secteurs spécialisés.

Eléments de la trame verte

A l'échelle du territoire, la trame verte englobe :

- Les habitats naturels de la flore et la faune sauvage et spontanée,
- Les sites de reproduction ;
- Les sites de nourrissage ;
- Les sites de repos et d'abris ;
- Les couloirs de dispersion de la flore ;
- Les couloirs de déplacements et migration de la faune sauvage

Ces constituants peuvent être continus ou non (pointillés) ; permanents ou non ; ou encore immatériels (migration des oiseaux et poissons).

Les trames vertes et bleues ne sont pas forcément une infrastructure environnementale à créer de toute pièce, mais peut être une pièce déjà inscrite dans le paysage et qui besoin d'être préservée et valorisée. Ils peuvent résulter d'aménagements de création humaine comme :

- Les délaissés ou espaces interstitiels à l'intérieur d'échangeurs routiers ;
- Les accotements de routes et autoroutes qui sont parfois larges et plantés ;
- Les talus routiers et autoroutiers (végétaux ou semi-végétaux) ;
- Bords de cours d'eau comme les oueds ou canaux ;
- Les bords de chemins de fer.

Ces espaces sont généralement abandonnés et non entretenus. Aussi, leurs type de végétation ne sont pas bien choisis et entretenus pour être exploités pour la valorisation du paysage le long de ces infrastructures, mais peuvent être des réservoirs de la biodiversité.

III- LA TRAME ROUTIERE ET VIAIRE

La trame routière est le réseau de routes et de connexions entre elles.

La trame viaire est le réseau de voies et de connexions entre elles.

En termes de formes, les trames routières et viaires peuvent avoir plusieurs types.

La trame orthogonale : le tracé de voies est droit. Généralement les voies se coupent à un angle 90°. Les mailles qui se forment par le croisement des voies peuvent avoir les mêmes dimensions comme et dans ce cas on parle de trames en damier ou quadrillée (isotrope) ou être de dimensions différentes. Les mailles de cette trame ont des formes polygonales.

Plusieurs villes possèdent une trame viaire orthogonale en damier comme, parmi les plus célèbres : Rome, Barcelone et beaucoup de villes américaines (Chicago, New York, Los Angeles). En Algérie, plusieurs villes créées à la période coloniale possèdent un tracé orthogonal et d'autres sont parfaitement quadrillées un tracé comme : Sidi Belabès, Mila, Khenchela, Souk-Ahras,...etc. Le tracé orthogonal ou en damier est généralement un acte volontaire.

La trame orthogonale quadrillée facilite la circulation et le développement spatial de l'urbanisation, soit l'extension urbaine. Par contre la trame centrale et périphérique peuvent être mal reliées entre elles.

La trame radioconcentrique : le tracé des voies est formé par des radiales qui convergent le centre autour duquel se développe l'urbanisation. La trame radioconcentrique est généralement formée par des voies en rocades (voies en cercle ou arc de cercle) et des radiales à l'échelle du territoire, et par des boulevards et avenues à l'échelle de la ville. L'urbanisation s'organise en rayons concentriques et la forme des ilots suit le tracé des voies.

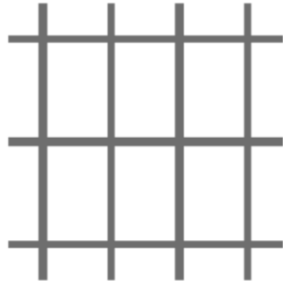
Parmi les villes dans le monde qui possède cette forme de tracé : Paris, Amsterdam, Londres, Moscou. Le tracé radioconcentrique peut naître d'un acte volontaire, ou se développer spontanément (extension de l'urbanisation autour d'un centre), ou bien encore résulter d'une configuration du site naturel.

La trame radioconcentrique peut générer une congestion de la circulation par le croisement des flux vers un seul point.

Trame irrégulière : le tracé ne possède pas de lignes droites dominantes. La trame irrégulière peut être imposée par des contraintes liées au site naturel, comme elle peut être le résultat d'un tracé spontané (villes médiévales, tissus vernaculaires, médinas).

Trame mixte : regroupe des tracés différents qui peuvent parfois exister ensemble dans la même ville, combinés ou juxtaposés.

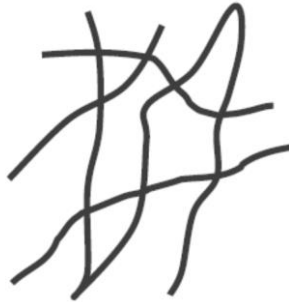
Trame orthogonale quadrillée



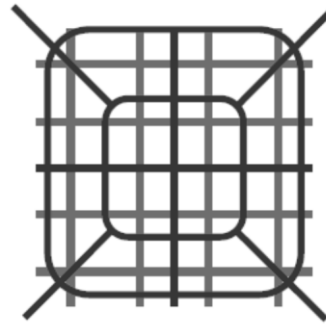
Trame radioconcentrique



Trame irrégulière



Trame mixte quadrillée et radioconcentrique



Cours III : Les carrefours urbains

I- LE CARREFOUR URBAIN : DEFINITION, TYPOLOGIE ET AMENAGEMENT

dans la ville. Le carrefour est utilisé pour la première fois par les français dans les **Le**

carrefour : concept et définition

Si le carrefour est aujourd'hui surtout connu comme étant un dispositif de circulation, son origine remonte à beaucoup plus loin dans l'histoire bien avant l'apparition de la circulation automobile jardins des châteaux comme le château de Versailles (Alonzo, 2005). Puis de façon plus apparente dans les villes à période de la renaissance. Le carrefour correspond à des places, squares et jardins qui marquent le croisement de rues. En plus d'être un espace public (lieux de vie et de rencontres), il est utilisé pour agrémenter les perspectives des voies principales en villes. Ils sont aménagés de statuts, monuments, sculptures, fontaines,...etc. Puis c'est en 1906 et précisément à Eugène Hénard -inspecteur des travaux à la ville de Paris- que revient l'idée du rond-point comme dispositif pour organiser la circulation. La multiplication des véhicules, à l'époque voitures tirées par des chevaux, avait transformé les places de Paris en des lieux d'accidents, dangereux pour les piétons. Eugène Hénard avait eu l'idée d'organiser les croisements de voies par des carrefours de manière à assurer l'écoulement des flux sans danger et sans encombrement.

Dans sa définition la plus simple, le carrefour est le point de rencontre de 2 voies ou plus. Plus généralement, il s'agit de la zone dans laquelle des véhicules se déplaçant sur des routes différentes peuvent se rencontrer. Ces voies se coupent à angle quelconque.

Le type de carrefour est désigné selon le nombre de voies qui se croisent. Les types les plus courants sont les carrefours en croix (+), en Y, en T ou en étoile.

Aménagement des carrefours

L'objectif d'aménagement des carrefours est de réduire le nombre de points de conflits entre les flux de circulation venant de deux ou plusieurs voies et dans des sens différents. Pour cela, les flux de circulation (véhicules et piétons) sont canalisés à travers la mise en place des îlots ou en utilisant des marquages au sol pour différencier les couloirs de circulation et les passages réservés aux piétons et pistes cyclables (si elles existent).

Lorsque les voies écoulent une circulation à vitesse modérée, les carrefours sont aménagés en plan. Cependant, lorsque les voies qui se croisent écoulent une forte circulation et à vitesse élevée comme les voies rapides, les carrefours sont aménagés en l'un des trois modes suivants:

- à niveau sans feux (carrefours libres)
- à niveau avec feux

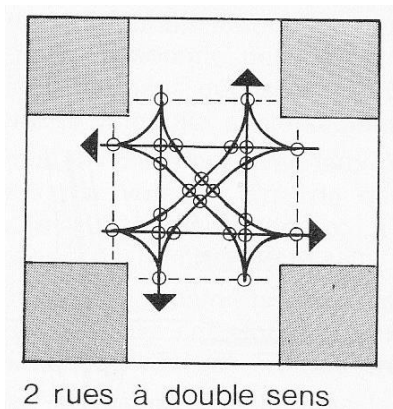
- dénivelés

Par ailleurs l'aménagement des carrefours à niveau doit prendre en considération les conditions suivantes :

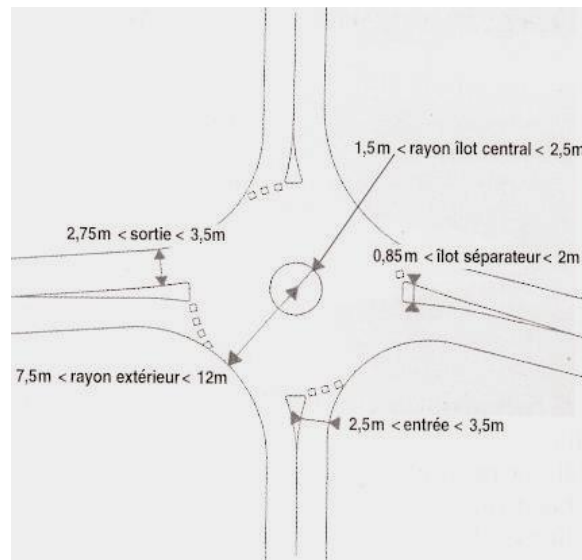
1)- la sécurité, le débit de circulation et la commodité pour l'utilisateur (visibilité, signalisation, rayon de courbure). Une signalisation doit être faite pour informer au préalable le conducteur de l'intersection et l'inviter à ralentir. La visibilité est assurée par le dégagement des angles entre les différentes voies (pas de constructions, pas de plantations hautes) et un éclairage suffisant.

2)- Réduire le nombre de points de conflits : un simple carrefour de 2 voies à double sens peut générer 24 points de conflits. Leur réduction peut être obtenue par :

- la mise en sens unique de certaines voies ;
- interdiction de tourner à gauche ;
- mise en place d'un sens giratoire par un rond-point au centre du croisement.



Source : Romann, Barael, 1983.



Dimensionnement mini giratoire en milieu urbain (vitesse \leq 50km/h)

Source : Certu, 2005

3)- Réduire la taille des aires de conflits et séparer les points de conflit. Les aires d'intersection trop grande engendrent l'hésitation et augmentent le temps d'intersection et donc d'insécurité. Si les points de conflit sont séparés, le conducteur n'aura qu'à prendre qu'une seule décision et dispose d'un temps suffisant. Ces objectifs peuvent être atteints par l'implantation d'îlots qui peuvent être réalisés par de simples marquages sur la chaussée ou réalisés avec une surélévation par rapport à cette dernière pour former un obstacle physique au franchissement.

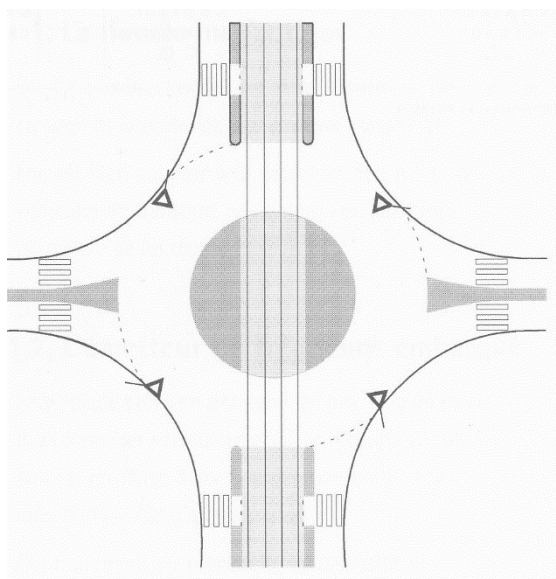


Types d'aménagement de carrefours

Les intersections les plus simples comprennent généralement une voie principale et une autre secondaire avec des caractéristiques différentes. Au-delà de quatre voies, un carrefour avec un système giratoire est recommandé. Il pose cependant deux inconvénients : le premier étant un écoulement de débit limité (selon la norme algérienne un carrefour giratoire a un débit entrant maximum de 3.000 UVP/h et le deuxième est sa forte emprise spatiale) (Radouane, 2013). Pour diminuer le temps de traversée, la priorité est donnée aux véhicules qui circulent déjà sur le giratoire.

Les carrefours à feux : lorsque le volume de circulation est important, des feux de régulation du trafic sont utilisés. Dans un carrefour sans feux, le total des débits horaires des deux flux qui se croisent ne peut dépasser 1.200 véhicules/heure et cela quelques soit le nombre de voies qui se croisent. Alors que dans un carrefour avec feux à deux phases, la somme des débits horaire par voie de 3m, de deux flux qui se croisent peut atteindre 1.200 véhicules /heure. La capacité du carrefour dans cette situation est en fonction du nombre de voies.

Le manque d'espace et de visibilité en ville, impose généralement le recours à des carrefours à feux même si le trafic ne le justifie pas selon les critères précédents. Parfois une signalisation horizontale est rajoutée sur la chaussée comme les flèches de présélection, car ceci réduit les points de conflit du fait d'aider les automobilistes à choisir rapidement la bonne voie. Par la réduction de conflits, même les aménagements nécessaires comme les îlots et les dégagements des abords, seront réduits par rapport aux carrefours sans feux.



Carrefour giratoire à 4 branches sans feux, avec un passage central de tramway

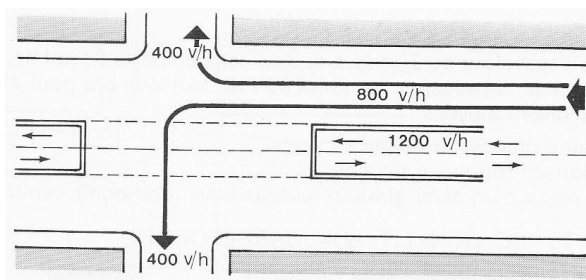
Source : Certu, 2000

Les carrefours dénivelés : si la circulation devient trop forte et surtout si l'importance de la voie suppose la suppression des arrêts comme sur les voies rapides et autoroutes urbaines, on est amené à construire des carrefours en dénivelés ou dits aussi à niveau. Par ordre d'emprise et de trafic croissant, on peut distinguer les types suivants (Radouane, 2013):

Les passages souterrains : ils permettent aux véhicules qui circulent sur la voie principale de traverser le carrefour sans croiser le flux de circulation sur l'autre voie. On peut prévoir dans le passage souterrain un débit de 1.200 véhicule/heure par voie de 3m.

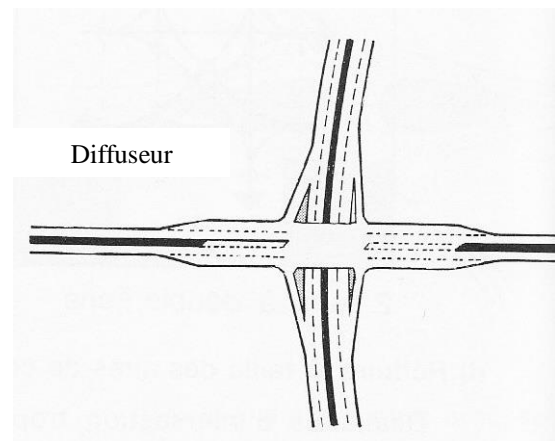
Les diffuseurs : ils permettent aux véhicules en provenance ou à destination de la voie urbaine ordinaire de rejoindre ou de quitter une voie rapide comme une autoroute à l'aide de bretelles de raccordement.

Les échangeurs : ils sont utilisés dans le cas de croisement de deux routes à fort trafic de circulation ou deux voies rapides. Les échangeurs nécessitent généralement une grande surface, pour cela ils doivent être distants d'au moins 2 km en zones urbaines. Les échangeurs peuvent prendre des formes différentes selon l'espace disponible et les flux de circulation (débits).



Passage souterrain (trémie)

Source : Romann, Barael, 1983



II- INSERTION DES CARREFOURS DANS LE TISSU URBAIN

Si le carrefour a des impacts plutôt positifs sur la sécurité routière, les urbanistes mettent en cause son impact sur l'urbanisation et notamment son insertion dans le tissu urbain. Il s'agit d'une question d'actualité qui pose des critiques sur la segmentation du territoire par les carrefours comme les ronds-points, carrefours à niveau : échangeurs, bretelles routières, ponts, les terre-pleins centraux,...etc. En effet, la problématique posée est que ces ouvrages forment des coupures spatiales et visuelles, sont généralement inaccessibles aux piétons, consomment beaucoup d'espace. Aussi leur qualité architecturale en tant qu'éléments dans l'espace et le paysage n'est pas toujours bien réfléchi (Radouane, 2013).

Pour ces raisons et en plus de son rôle technique l'organisation de la circulation, les urbanistes et les architectes recommandent les carrefours soient étudiés du point de vue de leur insertion dans le tissu urbain, leur rôle en tant qu'espaces publics et leur qualité paysagère. En réaction à cela dans beaucoup de pays développés, les carrefours et autres ouvrages de circulation sont aujourd'hui conçus par des équipes pluridisciplinaires et non seulement des ingénieurs de circulation. Leur conception prend en considération plus de critères comme:

- La revalorisation de l'espace public : des carrefours comme les ronds-points et échangeurs de grande surface peuvent être accessibles pour les piétons et être le support d'autres usages (détente, échange,...)
- L'agrément du paysage urbain et l'affirmer de l'identité des lieux en ville: par son architecture et son aménagement, le carrefour doit valoriser le paysage et donner une identité propre aux lieux traversés, et devenir même des repères visuels pour les automobilistes. En plus de son rôle de circulation, le carrefour devient un objet urbain et architectural, voire un outil d'aménagement de l'espace et du paysage.

Concevoir un carrefour, données à connaître

L'étude d'un carrefour nécessite une analyse des données de base qui sont (Certu, [source ?](#)):

- les différents usagers et véhicules présents ou attendus : (véhicules légers, piétons, vélos, motos, poids lourds, transports collectifs) et l'accidentologie associée ;
- les flux par mouvements et périodes ;
- les vitesses d'approche (vitesse en-dessous de laquelle circulent 85% des usagers) ;
- les pratiques locales quotidiennes : stationnement, commerces, activités, ...etc ;
- l'utilisation de la voirie et la nature des emprises ;
- l'exploitation et la configuration des carrefours amont et aval.

Règles à respecter pour la conception d'un carrefour

En plus de la base de données à constituer pour la conception d'un carrefour, certaines règles sont à respecter afin d'assurer notamment la sécurité de son usage qui est le critère prépondérant (Certu, 2000). Pour cela, le carrefour doit:

- être lisible pour les usagers.
- être le plus compact possible afin de limiter la dispersion des points de conflits.
- assurer une visibilité réciproque entre tous les usagers pouvant entrer en conflit.
- être simple et réduire les manœuvres de conduite. Aussi ne pas introduire d'hésitation dans le choix de la manœuvre.

- vérifier le critère de la sécurité, avant même celui de la fluidité.

Et plus de ces critères, d'autres mesures doivent être prises en compte comme :

- La signalisation directionnelle doit être présente chaque fois que l'utilisateur a besoin d'information pour aborder et quitter le point d'échange ;
- L'aménagement et le mobilier urbain ne doivent pas constituer des obstacles trop proches de la circulation comme : les poteaux, arbustes, végétation haute, ou tout autre mobilier urbain qui peut gêner la visibilité de l'automobiliste ;
- Éviter le stationnement dans les carrefours.

COURS IV : Aménagement des aires de stationnement et parkings

Introduction

Avec la forte utilisation de la voiture, le stationnement est devenu nécessaire à la vie urbaine. Toutefois avec sa consommation importante de l'espace et la gêne qu'il peut occasionner pour la circulation sur la voie, il est recommandé de créer des espaces réservés au stationnement annexés à la voirie ou non.

Toutefois il convient de préciser qu'en conséquence à l'augmentation du parc automobile et le manque de disponibilité de terrains en ville, la tendance aujourd'hui est de limiter les stationnements, notamment dans les centres-villes pour inciter à la réduction de l'usage de l'automobile et encourager les modes de déplacements doux.

Le stationnement: définition, dispositions, normes et recommandations

Une aire de stationnement est un emplacement aménagé pour des véhicules qui ne sont pas en circulation autrement dit immobiles temporairement en dehors de la voie publique.

Les parkings sont souvent délimités sur les côtés et devant par des bandes de couleurs blanches ou jaunes d'une largeur de 10 à 12 cm pour permettre une bonne lisibilité de l'aire de stationnement et les emplacements individuels par véhicule.

Dans un parking, les places de stationnement sont le plus couramment organisées en bande de rangement à 90°, 60° ou 45°. Le choix est fait selon :

- La forme et la capacité de l'espace réservé au parking ;
- La commodité (facilité de manœuvre : accès, stationnement, sortie)

Dans le cas où le stationnement est adjacent à la voie, il faut s'assurer que l'ouverture des portières et l'accès peuvent se faire sans difficultés lorsque les places de stationnement sont disposées le long des trottoirs et parallèle à la voie. Dans ce cas le stationnement est généralement prévu à droite de la circulation. Aussi que le cheminement des usagers de ce stationnement, devenus piétons, doit être organisé sur un espace suffisamment large et dégagé. Pour se déplacer sur la bande de rangement, les voitures ont besoin d'une bande de manœuvre qui dépend de :

- l'angle de rangement ;
- la largeur des emplacements ;
- des caractéristiques des véhicules
- de l'habilité du conducteur.

Par ailleurs, il faut préciser que pour :

Les personnes à fauteuil roulant : la place de parking possède une bande de manœuvre un peu plus large. Elle varie de 0.80 à 1 m pour permettre à personne à mobilité réduite l'accès et la sortie facile du véhicule (fig. 2).

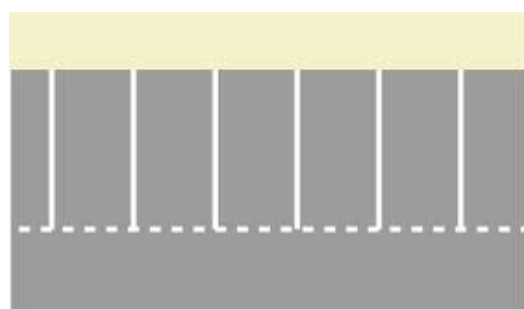
Les véhicules de livraison (camions) ont des places qui leur sont réservées doivent comporter un espace de plus de manœuvre à l'arrière du véhicule pour décharger la marchandise. Aussi la largeur de la place de stationnement dépasse celle du véhicule individuel (fig.3).

Caractéristiques dimensionnelles selon les dispositions de stationnement courantes

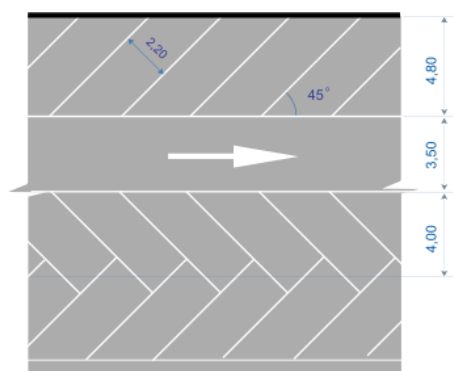
Disposition	Largeur de la bande de rangement (m)	Largeur de la bande de manœuvre (m)	Nombre d'emplacement sur 100m de long
Rangement à 90°	5	7	40 (2,5m/voiture)
Rangement longitudinal	2,50	2,50	17 (6m/voiture)
Rangement à 45°	5,30	3	27 (6m/voiture)
Rangement à 60°	5,60	5,50	33
Rangement à 30°	4,70	3	19

Source : Neufert, 2010

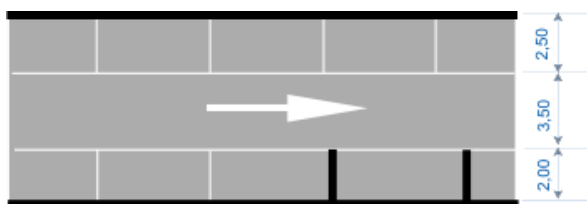
Remarque : Lorsque l'accès à un parking se fait par une rampe ou une voie en pente, la pente ne doit pas dépasser 15% maximum, mais il est favorable qu'elle y soit inférieure lorsque la surface disponible le permet.



Stationnement en bataille ou droit



Stationnement en épi (à 45°)



Stationnement en créneau

Figure1 : disposition des aires de stationnement

Dimensionnement des places de stationnement :

Selon les normes universelles, les dimensions réservées pour l'espace de stationnement unitaire d'un véhicule léger sont de 5 m de longueur pour 2,5m de largeur. Ces dimensions prennent en compte les dimensions du véhicule et l'ouverture des portières.

Pour les personnes à fauteuil roulant la largeur de la place de stationnement est calculée de manière à permettre la manœuvre nécessaire du fauteuil roulant à l'accès et la descente. Pour cela, la largeur devient de 3,30 à 3,50 m selon l'espace disponible. La longueur est de 5m (Neufert, 2010). L'aire de stationnement doit porter un marquage au sol qui indique que la place est réservée aux personnes à mobilité réduite.

Pour un camion de livraison, les dimensions d'une aire de stationnement unitaire sont de 12 à 15 m de longueur pour 2,60 à 3 m (max.) de largeur (Certu, 2008).

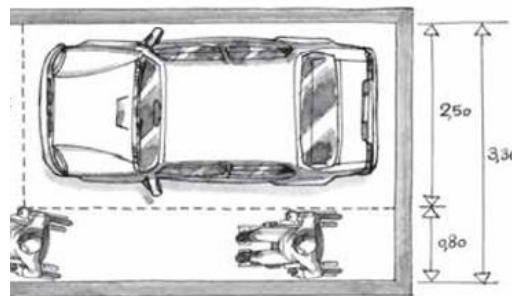
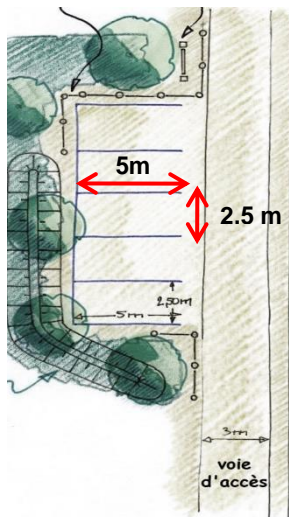
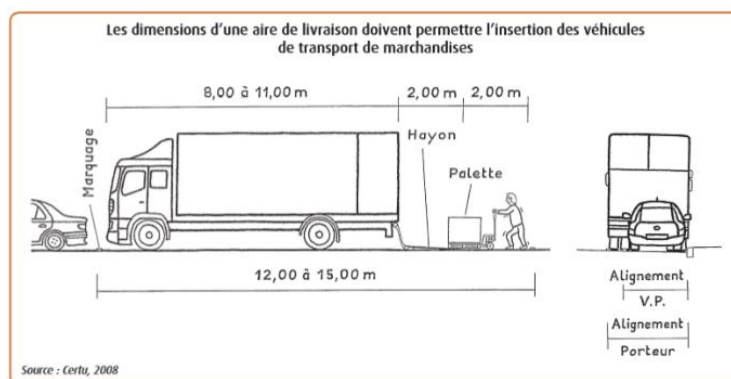


Figure2 : dimensionnement aires de stationnement



Source : Certu, 2008



Capacités de parkings

La capacité du parking à créer (nombre de place) dépend du besoin exprimé (demande), de la disponibilité de terrain et sa capacité (surface). Aussi et par la consommation importante de terrains actuellement par la circulation automobile, le stationnement est devenue une grande préoccupation pour les villes. Pour cette raison et dans le cadre du développement durable, il est recommandé de ne pas encourager le stationnement en ville car il encourage l'usage de la voiture. La tendance est aujourd'hui pour les transports en commun et non polluants. Pour cela, la création d'aires de stationnement doit être rationnelle et bien justifiée par rapport à la demande.

Pour les parkings privés comme pour les équipements privés ou publics et les résidences, la capacité de stationnement à créer dépend de la nature de l'activité, la capacité d'accueil de l'équipement (personnel et usagers) ou le nombre de logements dans le cas de l'activité résidentielle, mais aussi du terrain disponible.

Pour les commerces et certains équipements qui le nécessitent, il faut prévoir des places de stationnement pour les véhicules de livraison (dimensions citées précédemment).

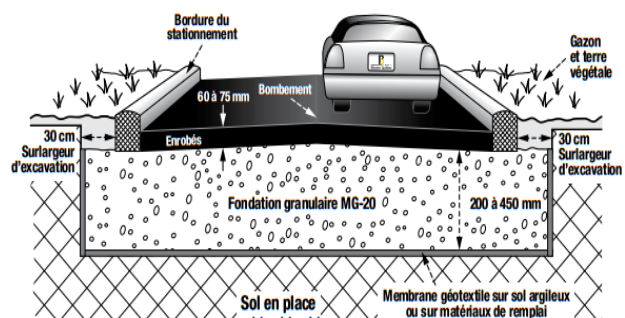
Construction et revêtement des sols de parkings

Le sol des parkings et aire de stationnement peuvent être de la même composition de celle de la voirie, soit avec une couche d'enrobage, gravier et couche de fondation, toutefois et notamment avec les préoccupations environnementales, il n'est pas recommandé d'avoir recours dans toutes les situations au revêtement au bitume par ses faiblesses d'imperméabilité et de réfraction de la chaleur ce qui contribue au réchauffement climatique. Pour remédier à cela ont été développés une large gamme de revêtements de sols de parkings qui permettent plus de perméabilité et minimiser ainsi l'assainissement des eaux pluviales et les surfaces bitumées, en plus écologiques. Aussi, la diversité des textures et couleurs des matériaux utilisés pour le revêtement leur confèrent un aspect beaucoup plus esthétique.

Parmi les matériaux utilisés :

- Les dalles béton et gazon ;
- Les pavés béton et gazon ;
- Parking gazonné ;
- Polyéthylène haute densité avec gazon et gravier.

Figure3: Coupe sur un stationnement résidentiel



Source : Certu, 2008

COURS V : Les réseaux d'infrastructures techniques

Introduction

Toute concentration humaine fait naître des exigences besoins pour la vie quotidienne comme les besoins en eau, énergie (électricité, gaz), circulation (voirie, transport), communication (téléphone, internet), collecte et traitement des déchets. Ces besoins sont acheminés à l'utilisateur à travers des réseaux d'infrastructures qui accompagnent toute urbanisation et sont même nécessaires pour le fonctionnement de toute ville. Le degré d'équipement en infrastructures urbaines et leur qualité sont l'un des indicateurs de mesure de développement d'une ville.

Le réseau de voirie a été abordé dans un cours précédent et par conséquent dans ce cours les réseaux d'eau : alimentation en eau potable et assainissement, énergie et communication.

Les réseaux d'eau : eau potable et assainissement

Les réseaux d'eau (potable ou d'assainissement) sont essentiels pour toute urbanisation et bâtiment car leur influence sur la santé publique est déterminante. L'eau est nécessaire pour l'habitat, les activités et les services et même dans l'espace public. Une défaillance dans ces réseaux peut être à l'origine de maladies connues sous l'appellation des MTH (maladies à transmission hydrique). Les réseaux d'eau sont enterrés, pour une meilleure protection des installations des agressions et dommages extérieurs (humaines ou naturelles comme la variation importante de la température).

Parfois on puise l'eau et on la rejette dans le même bassin, mais une coordination entre ces deux réseaux est nécessaire.

Gestion des réseaux d'eau en Algérie

La gestion des réseaux d'eau potable et d'assainissement est rattachée à des organismes différents mais une coordination existe entre eux. En effet, plusieurs organismes sont chargés de la gestion du secteur de l'eau : à l'échelle nationale existe le ministère de l'hydraulique et des ressources en eau et une échelle plus décentralisée (locale : wilaya) la gestion est répartie sur des plusieurs organismes selon l'objet et le besoin. On retrouve généralement par wilaya :

- Agence Nationale des Ressources Hydrauliques
- Agence Nationale des Barrages et Transfert
- Algérienne Des Eaux
- Office National de l'Assainissement
- Office National de l'Irrigation et de Drainage

- Les Agences des Bassins Hydrographiques

D'autres organismes peuvent exister à une échelle régionale ou locale comme : SEATA (société de l'eau et de l'assainissement pour El Tarf et de Annaba).

I- 1 L'alimentation en eau potable (AEP)

L'eau potable est indispensable et précieuse, pour cette raison il est recommandé de :

- Protéger les ressources existantes car l'eau est une ressource épuisable (non durable) ;
- Planifier son emploi suivant la qualité et la diversité des besoins ;
- Rationnaliser la consommation et recycler.
- L'entretien des réseaux pour limiter les pertes (les pertes dans un réseau vieux et mal entretenu peuvent atteindre 25%)
- Il est conseillé d'utiliser les eaux souterraines généralement plus pures et mieux protégées
- pour l'usage domestique (habitation) que les eaux de surfaces qui conviennent mieux à l'industrie.

Les éléments d'un système d'hydraulique urbaine

Pour que l'eau arrive à l'utilisateur dans le robinet depuis le milieu naturel, puis rejetée après son usage (souvent dans le milieu naturel), elle passe par un ensemble d'opérations qui forment le système d'hydraulique urbaine. Ces opérations sont les suivantes :

- le captage : consiste à recueillir des eaux souterraines (nappes, sources) ou des eaux de surface (rivières, lacs) ;
- le traitement des eaux: lorsque les eaux captées ne présentent pas forcément les qualités requises, elles doivent faire l'objet de traitement qui peut se faire par le transport ;
- l'adduction: c'est le transport de l'eau depuis la zone de captage jusqu'à proximité de l'utilisation ou la distribution. Cette adduction peut s'effectuer par écoulement à surface libre, c'est à dire sans pression (alimentation gravitaire) ou par un écoulement en charge (conduites sous pression).
- l'accumulation: on a souvent besoin de mettre en réserve une partie de l'eau pour régulariser le débit dans les ouvrages ou pour assurer une sécurité en cas de panne (accumulée dans des réservoirs spéciaux)
- la distribution: consiste à faire arriver l'eau potable aux utilisateurs sous une pression convenable (réseau de conduites sous pression) pour permettre le passage en chaque point, le débit maximale prévu.



Les types de réseaux d'AEP

Il existe deux types de configuration du réseau d'alimentation en eau potable : une maillée et l'autre ramifiée.

Le réseau maillé : dans ce réseau, les conduites sont disposées en mailles bouclées de manière à avoir une communication entre elles. Comparé au réseau ramifié, il est plus souple et plus sécurisant en cas de rupture de conduite, parce qu'il permet une alimentation en retour pour les tronçons. Par contre il coûte plus cher, mais il est préféré pour ses avantages qui sont :

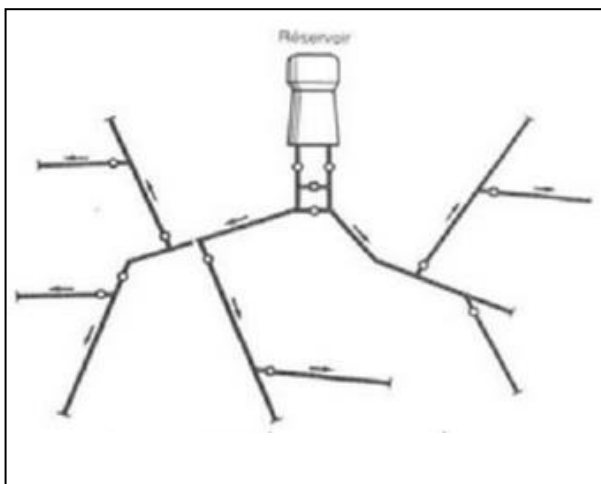
- une meilleure répartition des débits, pression et plus de sécurité dans la distribution
- la possibilité d'isoler un tronçon en cas de risque ou problème.

Le réseau ramifié : les caractéristiques du schéma de ce type de réseau sont :

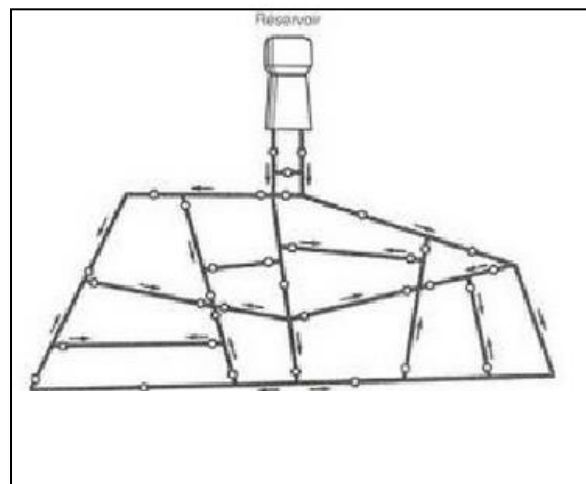
- des conduites reliées en série et avec une forme arborescente
- chaque branche se termine par une conduite en impasse
- l'écoulement ne se fait que dans un seul sens possible, il n'est utilisé que pour une urbanisation éparpillée.
- Il est économique, mais il manque de sécurité en cas de rupture sur la conduite principal qui prive toutes les branches de l'alimentation.

Observation : en zones denses les réseaux maillés sont plus conseillés que les réseaux ramifiés où chaque coupure peut entraîner l'arrêt de l'alimentation pour tout le réseau.

Réseau ramifié



Réseau maillé



I- 2 L'assainissement

C'est l'ensemble des techniques qui permettent l'évacuation par voie hydraulique des eaux usées d'une urbanisation. Les ouvrages d'assainissement ont pour objet la collecte, le transfert,

le traitement puis la restitution, dans un état compatible avec le milieu naturel et d'une utilisation future des:

- eaux pluviales ou de ruissellement ;
- des déchets urbains qui peuvent être transportés par les eaux domestiques (eaux ménagères et eaux vannes) et industrielles.

On distingue différentes catégories d'eau:

- les eaux de pluie recueillies par les toitures et les chaussées. Elles peuvent être d'un débit important mais intermittentes;
- les eaux vannes (polluées) issues des WC;
- les eaux ménagères provenant des cuisines, salles de bain et buanderie;
- les eaux provenant des industries qui sont polluées, voire toxiques et nécessitent d'être traitées préalablement avant leur déversement dans le réseau.

Toutes ces eaux qui véhiculent des matières organiques et minérales en suspension dissoutes, nécessitent un traitement préalable avant rejet dans la nature. Les eaux sont recueillies par un réseau de canalisation puis évacuées de manière gravitaire vers un égout collecteur qui en assure le rejet dans un exutoire pour ne pas nuire à l'hygiène publique.

Le milieu naturel qui sert d'exutoire aux ouvrages d'assainissement peut être :

- le réseau hydrographique de surface (ruisseau, rivière, fleuve, étang, lac, mer,...). Dans ce cas il faut s'assurer que la dilution et le traitement naturel par les eaux de surface seront suffisants pour ne pas rendre ces eaux contaminées ou leur utilisation dangereuse.
- le sol et les nappes souterraines (épandage souterrain, bassin et puis d'infiltration). Dans ce cas, il faut étudier la vulnérabilité des nappes et leur capacité à recevoir les déchets urbains, sans pollution des zones de puisage et de forage.

Le rôle d'un réseau d'assainissement est triple:

- assurer la protection des biens matériels et humains contre les inondations;
- permettre la protection de la santé publique et la préserver;
- préserver l'environnement et particulièrement le milieu naturel contre les rejets des eaux usées polluées.

Lors de la création des réseaux d'assainissement deux contraintes peuvent se présenter :

- l'une est liée de façon étroite à la topographie. les écoulements sont majoritairement gravitaires dans un réseau et les postes de relèvement ne permettant de s'affranchir raisonnablement de la topographie que pour des débits assez faibles mais au prix de fonctionnement assez importants ;

- l'autre est que dans la quasi-totalité des cas, les réseaux sont « arborescents » ou « ramifiés », à l'inverse des réseaux d'alimentation en eau potable qui sont généralement maillés.

Pour ces deux raisons principales, les réseaux d'assainissement manquent de souplesse. On ne peut se libérer du relief qu'à un prix assez élevé, et si un ouvrage est insuffisant, il ne peut que très rarement être « relayé » par un autre. Il faut en tenir compte dans les prévisions.

Types de réseaux d'assainissement

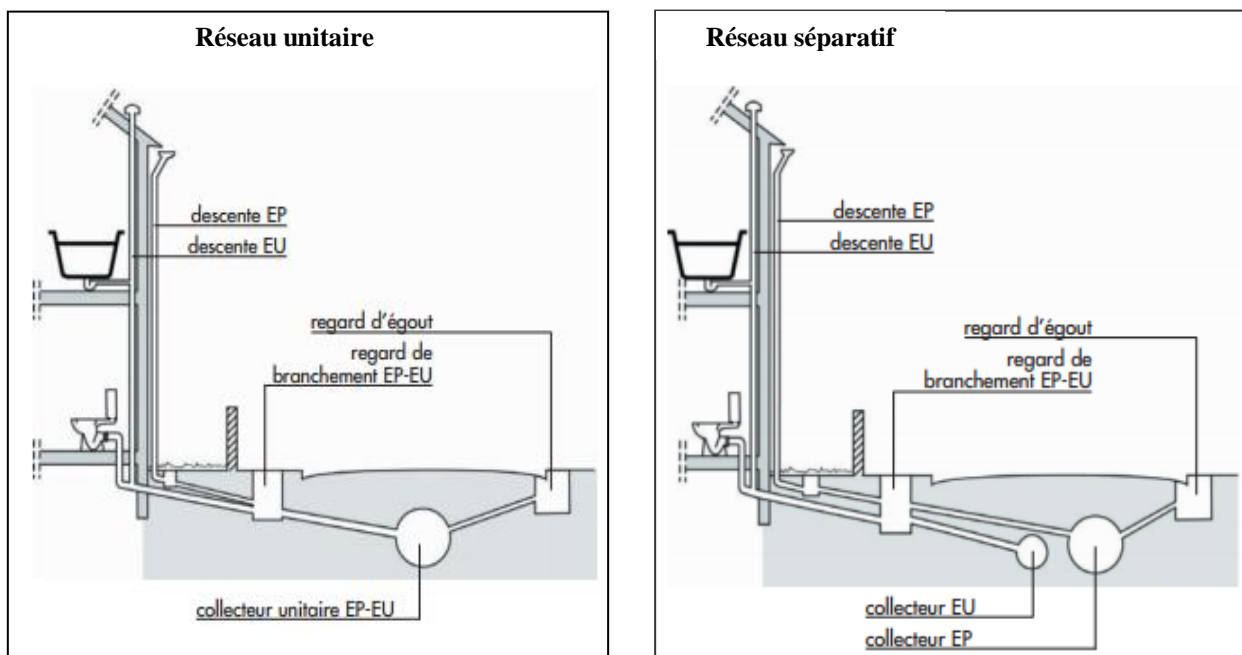
Il en existe 3 types de réseaux selon le mode de collecte des eaux :

- Le système séparatif qui consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau (canalisation, fossés, caniveaux, écoulement superficiel,...). Dans cette situation, les eaux pluviales sont directement rejetées vers un exutoire naturel alors que les eaux usées sont canalisées vers une station de traitement avec leur évacuation dans le milieu naturel.
- Le système unitaire consiste à évacuer l'ensemble des eaux usées et pluviales par un seul réseau généralement doté de déversoirs qui permettent en cas d'orage, le rejet direct d'une partie des eaux dans le milieu naturel. Le réseau unitaire présente cependant quelques inconvénients comme :
 - la nature des eaux collectées ensemble n'est pas la même. Les eaux pluviales ne sont pas aussi contaminées que les eaux usées et ne nécessitent pas autant de traitement dans la station d'épuration.
 - aussi les capacités de réseau que nécessitent les deux eaux est très différentes. Les eaux pluviales sont très variables, elles peuvent être faibles, comme elles peuvent atteindre un débit très important (période de crue) et peuvent dépasser dans cette situation la capacité du réseau ce qui génère des inondations.
- Le système pseudo-séparatif : dans ce système, le réseau des eaux usées peut recevoir certaines eaux pluviales provenant des constructions riveraines, tandis que les eaux de ruissellement des espaces publics sont collectées dans un réseau à part. ce réseau est plus proche du système unitaire.

Le système séparatif est préférable, mais il est le plus coûteux. Dans la pratique et par le manque d'information et de surveillance, les erreurs de branchement peuvent être fréquentes, ce qui diminue des avantages de ce système.



Si l'alimentation en eau potable passe généralement par un réseau collectif, le recours au réseau est moins systématique pour l'évacuation des eaux usées, comme dans le cas de l'urbanisation éparées (exemple : l'habitat rural non groupé). Dans cette situation, la solution du réseau n'est pas rentable car le coût du réseau d'assainissement est très élevé, alors que le recouvrement des taxes pour l'entretenir est insuffisant. De plus, les eaux usées ne sont pas suffisantes en volume pour que le réseau puisse fonctionner. Dans cette situation le recours se fait à des solutions individuelles comme les fosses septiques.



Evacuation des eaux pluviales

Outre les nécessités liées à l'hygiène, l'évacuation et le contrôle de la circulation des eaux de ruissellement, doivent permettre de :

- supprimer la stagnation non contrôlée des eaux (inondations) qui peuvent gêner la vie courante, perturber la circulation, etc.
- assurer la stabilité des terrains (éviter l'érosion des terres).

Toutefois et pour limiter les débits à évacuer, différentes techniques peuvent être utilisées:

- réduction des surfaces imperméabilisées ;
- mise en place de tranchées drainantes, bassins de retenue sur les exutoires, zones plantées pour faciliter l'infiltration, ou faire écouler le flot sur une plus longue période.

Le réseau peut être :

Superficiel : C'est une solution économique, mais les fossés et tranchées drainantes prennent une surface non négligeable, ce qui est contraignant en zones urbaines et leur entretien est difficile à assurer.

Mais aujourd'hui existent de nouvelles perspectives car la plus grande partie du ruissellement est due à l'imperméabilisation des voiries et aires de stationnement, et des toitures. Il est donc nécessaire de réduire cette imperméabilisation à travers des solutions comme:

Le choix des matériaux composants les différentes surfaces : revêtement drainant, chaussée poreuse.

Enterré : Il est constitué par un ensemble ramifié de canalisations le plus souvent à écoulement gravitaire et en général de section circulaire. Par rapport au réseau superficiel, il présente certains avantages comme:

- évacuation de débits importants sous faible emprise ;
- pas d'emprise supplémentaire lorsque le réseau est sous chaussée ;
- maintenance plus facile.

Mais possède aussi quelques inconvénients comme :

- coût élevé ;
- conditions d'auto-curage plus difficiles à satisfaire en terrains très plats ;
- encombrement du sous-sol pouvant gêner le passage des autres réseaux.

Le dessin du réseau doit en général suivre le réseau hydrographique naturel, en particulier dans les zones ayant des bassins versants bien marqués.

Les zones plates peuvent offrir de grandes difficultés de drainage. La pente doit en général être supérieure à 0,005 dans les canalisations d'eaux pluviales et à 0,001 dans les réseaux unitaires, notamment pour le cas des grands collecteurs.

Accessoires du réseau d'assainissement

Regards: ce sont des compartiments préfabriqués ou en maçonnerie munis de couvercles amovibles. Ils permettent l'accès aux canalisations par d'éventuels branchements, mais aussi pour leur curage. Il existe plusieurs types de regards:

Regards de visite : les réseaux gravitaires d'eaux usées doivent comporter des regards de visite à tous les changements de direction en plan, au point de rencontre de plusieurs canalisations. Les regards de visite permettent la surveillance et le curage des égouts ainsi que leur aération qui est assurée grâce à une fonte sur le couvercle du regard. Ce type de regard est prévu dans les cas suivants:

- Niveau de chaque branchement avec un autre collecteur;
- À chaque changement de direction (horizontal ou vertical);
- Entre 40 et 50 m d'alignement droit.

Un regard de visite se compose de bas en haut par :

- une cunette pour assurer la continuité de l'écoulement (parfois constituée par la canalisation elle-même munie d'un joint hermétique).
- une cheminée d'accès permettant le passage d'un homme. Cette cheminée de section ronde ou carrée (dimension minimale 0,8 m) avec échelle amovible ou non, ou échelons de descente avec crosse.
- un couronnement comprenant cadre et tampon amovible de fermeture.

Regards de branchement: ils servent au branchement du réseau sanitaire d'un immeuble ou d'une construction au réseau d'assainissement.

Bouches d'égout: destinées à recueillir les eaux usées de la chaussée, elles doivent être sélectives pour permettre la retenue du maximum de déchets. Elles sont généralement posées sous le trottoir.

Regard avaloir: ils sont généralement placés aux points bas des caniveaux destinés à la collecte des eaux de ruissellement depuis le caniveau jusqu'à l'égout.

Regards à grille: ce sont des regards de petites dimensions, couverts par une grille en fonte. Ils servent à évacuer les eaux de ruissellement des espaces publics extérieurs comme les jardins, pelouses et les allées piétonnes.

Les canalisations : elles servent à acheminer l'eau. Elles peuvent être en béton armé ou non, en amiante de ciment, en polychlorure de vinyle non plastifié ou en fonte, lorsque leurs diamètres varient entre 15 cm et 60 cm. Les canalisations ou buses dont les diamètres dépassent les 60 cm de diamètres sont généralement en béton ou ciment.

II- LE RESEAU D'ELECTRICITE

On distingue trois modes de pose de réseaux de distribution d'énergie électrique :

1. le réseau aérien sur poteaux ou sur façades
2. le réseau souterrain en pleine terre
3. le réseau placé en ouvrage technique de surface (bordure de trottoir ou de caniveau).

Une certaine terminologie mérite d'être précisée lorsqu'on parle du réseau électrique :

Les ouvrages sont classés en trois catégories :

- 1^{re} catégorie : tension < 1 000 V en alternatif ou 1 500 V en continu ;
- 2^e catégorie : tension < 50 000 V ;
- 3^e catégorie : > 50 000 V.

On utilise quatre dénominations :

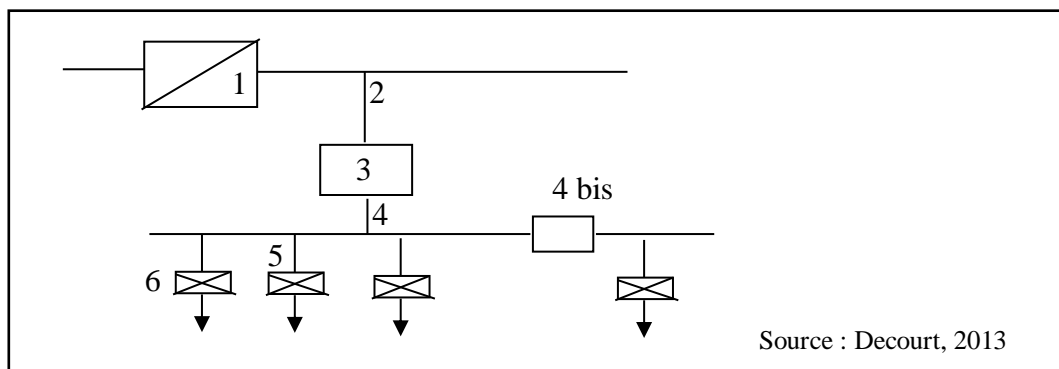
- Basse tension (BT) : 220 ou 380 V ;
- Moyenne tension (MT) : 3 à 66 kV ;

- Haute tension (HT) : 45 à 90 kV ;
- Très haute tension (THT) : 150 à 400 kV.

Les différents éléments d'un réseau de desserte électrique comme par exemple pour un quartier d'habitation sont (schéma 1):

- 1 : la source d'énergie moyenne tension (MT) peut être :
 - un poste-source HT/MT
 - ou un poste de répartition
 - une ligne MT extérieure ou intérieure à la zone à équiper.
- 2 : structure de desserte MT 15 ou 20 kV, intérieure à la zone.
- 3 : poste de transformation MT/BT dont l'accès est réservé au concessionnaire.
- 4 : réseau de desserte BT 220/380 V alimentant les abonnés.
- 4 bis : armoire de coupure éventuelle.
- 5 : branchement basse tension des abonnés
- 6 : coffret de comptage abonné.

Schéma 2: réseau moyenne tension



L'alimentation électrique d'opérations urbaines de petite taille, comme 10 à 20 logements, situées près d'un poste de transformation MT/BT de distribution publique, s'effectue directement à partir de ce poste en BT et ne nécessite pas la réalisation d'un réseau MT.

Exploitation des ouvrages du réseau d'électricité

Tous les ouvrages situés en amont du disjoncteur (réseau MT, poste de distribution publique, réseau et branchement BT) font partie de la concession de distribution d'énergie électrique de la commune et sont entretenus et renouvelés par le distributeur.

L'abonné est responsable de son installation intérieure et du disjoncteur de branchement lorsqu'il est sa propriété.

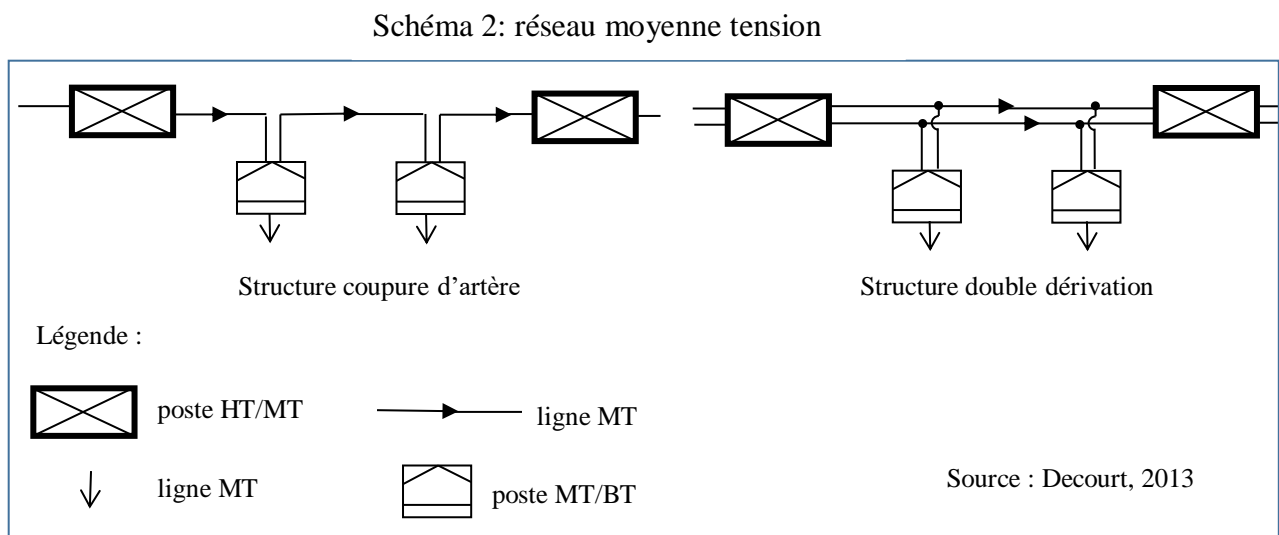
L'entretien, le contrôle, le réglage et le plombage du disjoncteur de branchement sont de la responsabilité du fournisseur de service, Sonelgaz pour le cas algérien.

Le réseau de moyenne tension (MT) :

Avant de construire le réseau de moyenne tension il est nécessaire de connaître les disponibilités à proximité de la nouvelle opération d'urbanisation ou de construction :

- un poste transformateur HT/MT,
- un poste de répartition,
- une ligne MT extérieure ou intérieure à la zone à équiper

Le réseau MT s'appuie sur deux alimentations moyennes tension distinctes (schéma 2).



Le poste transformateur de distribution publique : sa puissance est de :

- 160 kVa pour un poste sur poteau,
- 100, 160 ou 250 kVa pour un poste en cabine ou préfabriqué en zone rurale,
- 250, 400, 630 ou 1000 kVa en zone urbaine.

Leur rayon d'action est de 150 à 300 mètres mais le nombre de postes et leur position dépendent du calcul des chutes de tension en ligne sur le réseau basse tension.

Dans une nouvelle opération d'urbanisation il doit être mis à disposition du distributeur (Sonelgaz) un terrain pour installer le poste de transformation. Il doit en outre être tel que :

- le concessionnaire puisse y accéder à toute heure ;
- des voies d'accès directes et permettent l'arrivée de matériel par camion;
- les abords de la porte d'accès doivent toujours rester libres
- le poste doit être ventilé naturellement à l'abri des inondations

- le plan du poste à réaliser est fourni par le distributeur (Sonelgaz) qui approuve aussi le tracé des canalisations basse et moyenne tensions.

Le réseau basse tension BT

Pour déterminer la section des conducteurs à mettre en place, il faut connaître :

- la puissance à transiter
- la longueur des tronçons entre le tableau BT du poste de distribution publique et l'abonné
- la nature du câble à utiliser
- La chute de tension $\Delta U / U$ ne doit pas excéder 5 % de la tension du réseau pour le tronçon allant du tableau BT du poste de distribution à la boîte de dérivation, et 1,5% de la boîte de dérivation au disjoncteur d'abonné.

Schéma 3: branchement basse tension

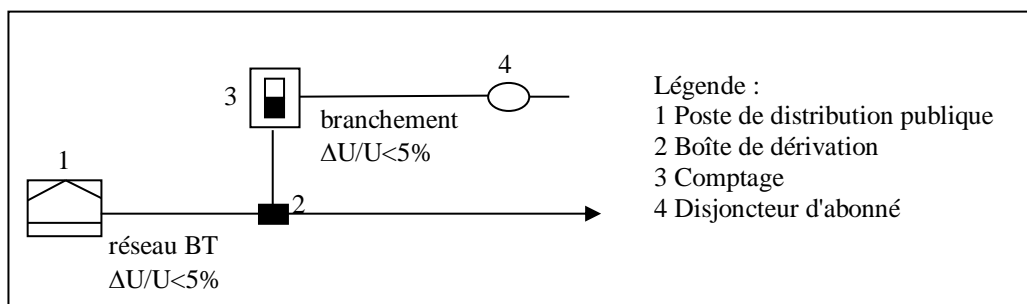
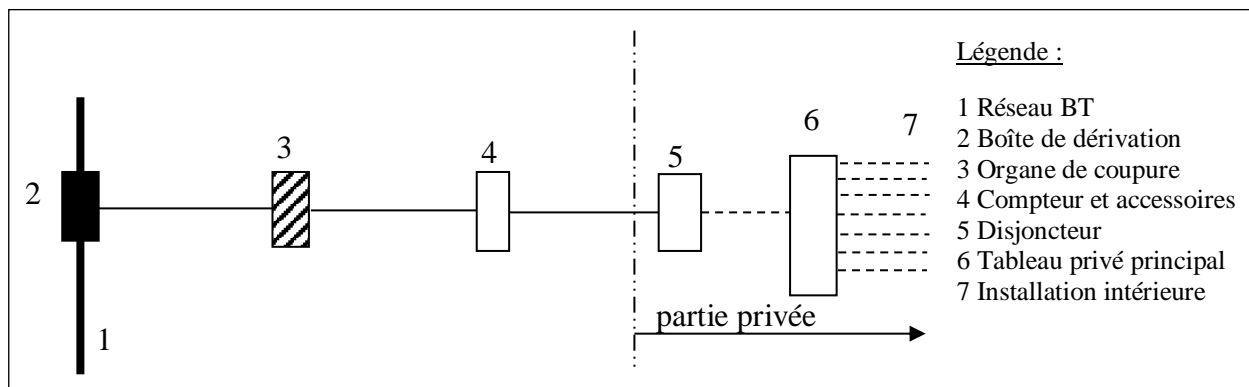


Schéma 4: branchement abonné et comptage



Source : Decourt, 2013

III- LE RESEAU DE GAZ

Il existe trois types de pression :

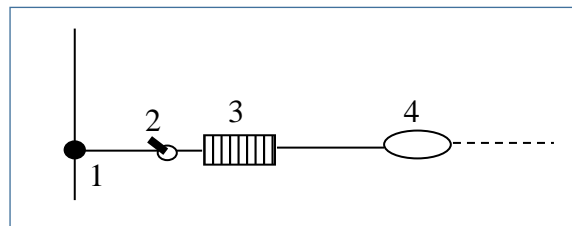
- basse pression (BP), entre 9 et 37 mb (hPa) qui permet l'alimentation directe des appareils domestiques ;

- moyenne pression (MP), entre 0,4 et 4 b (de 400 à 4000 hPa ou de 40 à 400 kPa) nécessite l'emploi de détendeur régulateur ;
- haute pression (HP) atteint jusqu'à 67 b ; utilisée pour les réseaux de transport mais pas par les réseaux de distribution étant dangereuse.

Eléments d'un réseau de distribution de gaz

- 1 : Prise de branchement: dispositif de raccordement entre une conduite et un branchement.
- 2 : Dispositif de coupure ou d'obturation, interrompt le flux gazeux dans une tuyauterie, on utilise un robinet 1/4 de tour ou un robinet poussoir; ce dispositif doit être muni d'une plaque d'identification et accessible en permanence ;
- 3 : Détendeur-régulateur : détend le gaz d'une pression amont à une pression aval.
- 4 : Compteur de volume de gaz en m³, mais un coefficient de conversion, permet de transformer ce volume en KWH (schéma 5).

Schéma 3: branchement gaz pour l'abonné



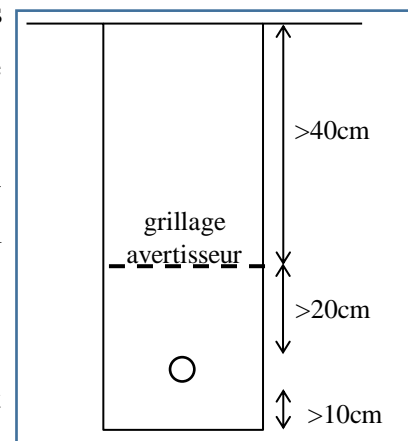
Conception du réseau de gaz moyenne pression (MP)

Avant de réaliser le réseau de moyenne pression pour une nouvelle opération d'urbanisation ou de construction, les possibilités du réseau existant doivent être connues au préalable : situation, pression, débit possible...etc. pour cela, les éléments suivants doivent être précisés un contact au fournisseur (Sonelgaz) : le lieu de l'opération, sa taille, l'usage prévu, le débit horaire.

Consignes : Le tracé du réseau à créer doit emprunter des espaces accessibles pour permettre d'intervenir en cas de besoin.

Les canalisations sont enterrées en tranchées individuelle ou commune et peuvent être posées sous n'importe quel revêtement. Elles sont, en général, placées sous trottoirs, accotements ou espace libre.

Les conduites seront dimensionnées en fonction du débit instantané ;



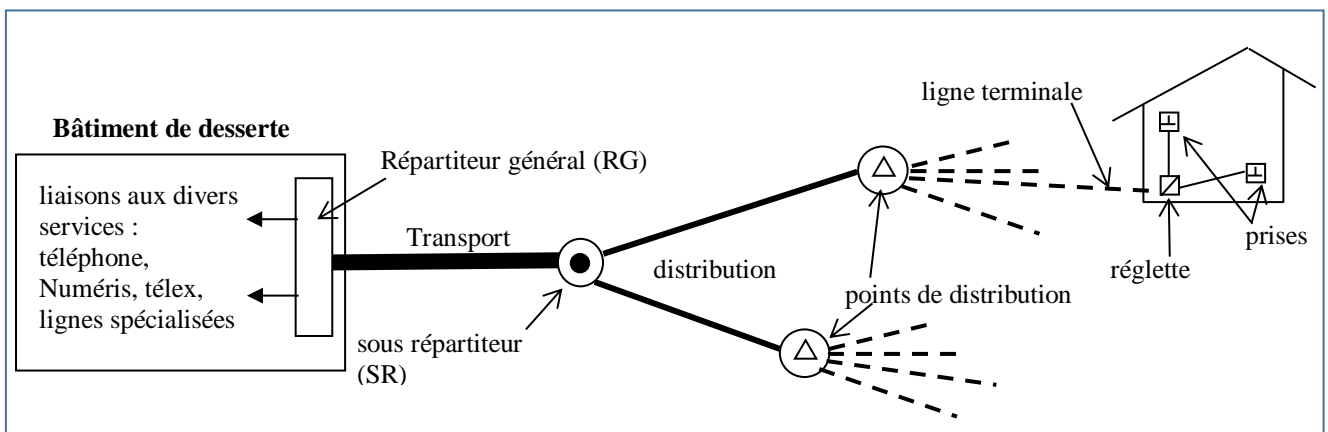
Les canalisations sont généralement en polyéthylène.

IV- RESEAU DE TELECOMMUNICATIONS

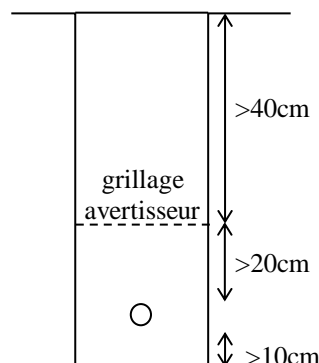
la schéma du réseau de télécommunication se présente comme suit (*schéma 6*) :

- Le réseau de transport est l'ensemble des câbles multi-paires qui relient le commutateur d'abonnés situé dans un bâtiment de desserte, au premier point d'éclatement des câbles, appelé sous-répartiteur.
- Le répartiteur général sert d'interface entre les câbles de transport et les équipements actifs du local de desserte.
- Le sous-répartiteur ou SR regroupe les lignes d'une même zone (5 à 500 abonnés) ; il est installé soit dans une armoire située sur la voie publique, soit dans une chambre souterraine, soit en immeuble, soit sur poteau.
- Le réseau de distribution est l'ensemble des câbles multi-paires qui relient le sous-répartiteur à des points d'éclatement appelés points de distribution.
- Le point de distribution fait la jonction entre le réseau de distribution et les lignes terminales.
- La ligne terminale comprend le câble individuel de branchement et l'installation intérieure sur laquelle se raccordent les terminaux.

Schéma 6 : architecture du réseau de télécommunications



Source : Decourt, 2013



Cours 6 : Spécifications de programmation des réseaux d'infrastructures (normes, ratios et servitudes)

Introduction

Les besoins en réseau d'infrastructures urbaines (eau, voirie, énergie,...) ont beaucoup évolués dans le temps et se sont diversifiés. Aussi ils varient d'un pays à un autre selon le degré de développement et du niveau de vie de sa population. Pour cela, leur évaluation peut être faite par rapport à l'époque, le milieu et le mode de vie, sauf pour besoins physiologiques en eau qui peuvent être évalués de manière assez précise. Les niveaux de services permettent d'évaluer les besoins de manière plus adaptée que les normes qui définissent, par des méthodes mathématiques, plutôt des solutions universelles et donc parfois inadaptées. Une grille de normes ne peut pas être généralisée, mais doit être étudiée en fonction de chaque cas.

I- Normes Alimentation en eau potable

I- 1 Besoins domestiques :

Comme déjà mentionné, les besoins en eau potable varient selon le temps (époque), le lieu et le mode de vie. En plus les divers équipements domestiques entraînent des consommations très variables qui dépendent des conditions locales. Toutefois, l'organisation mondiale de la santé (OMS) fixe quelques normes minimales jugées nécessaires pour préserver un niveau de vie correcte et la santé publique. Ces normes qui datent de 1993 (réunion de Genève) sont considérées comme références. Cette norme est de 55 litres /habitant/jour (OMS, 1993).

À titre indicatif nous pouvons citer les normes suivantes données par habitant. Elles varient selon la taille de la ville:

- Pour une grande ville (plus de 100000 habitants) : de 120 à 200 l/jour/hab.
- Pour une ville de 20 000 à 100000 habitants: de 100 à 140 litres/jour/hab.
- Pour une ville moyenne (de 5 000 à 20000 habitants) : de 80 à 120 litres/jour/hab.
- Pour une zone rurale (moins que 5 000 habitants) : de 60 à 80 litres/jour/hab.

La consommation domestique spécifique de 100 *litres/jour/habitant* est répartie comme suit:

- Toilettes : 25 litres
- Bains et Hygiène : 30 litres
- Lessive : 15 litres
- Vaisselle : 10 litres
- Boisson et Cuisson : 5 litres
- Arrosage, Lavage de la voiture, autres : 15 litres

I- 2 Besoins publics :

Les besoins publics englobent la consommation des administrations, des établissements d'enseignement, des hôpitaux et autres équipements publics.

Quelques exemples de besoins publics :

- Hôpitaux : 300 à 600 litres/jour/lit.
- Pour les administrations : 100 à 200 litres/jour.
- Pour les Ecoles Primaires : 10 à 20 litres/jour/élève.
- Pour les Lycées: 20 à 30 litres/jour/élève.
- Pour les résidences universitaires : 100 à 200 litres/jour/étudiant.
- Pour le nettoyage des rues et l'arrosage des jardins: 3 à 5 litres/jour/m²

I- 3 Besoins d'industrie

Ces besoins sont variables selon le type de l'industrie, sa taille (qui se mesure par le nombre de postes de travail), la technologie industrielle utilisée et le recyclage de l'eau. Cependant, il est important de préciser que généralement on ne tient compte que des besoins des petites industries qui sont alimentées du réseau de la ville. Les grandes industries situées dans des zones industrielles doivent être alimentées par des réseaux indépendants car elles consomment beaucoup d'eau et doivent même avoir leur propre source d'alimentation : puits, forage, barrage, mer,...etc.

Exemples des ratios d'alimentation en eau pour quelques industries :

. Pour les petites industries:

- Boulangerie : 1 litre / Kg de pain.
- Industrie laitière : de 5 à 10 litres / litre de lait.
- Conserve de fruits ou de légumes : de 6 à 15 litres / Kg de conserves.

Pour les grandes industries :

- Cimenterie (voie humide) 2 m³ 1t de ciment.
- Tannerie: de 20 à 140 m³ 1t de produit fabriqué.
- Papeterie : de 50 à 300 m³ 1t de produit fabriqué.
- Raffinerie de pétrole de 1 à 20 m³ 1t de pétrole.
- Sidérurgie: de 6 à 300 m³ 1t d'acier.
- Centrale électrique de 3 à 400 m³ 1MWh.

Parce qu'il est difficile d'estimer avec précision tous les besoins publics et industriels (les petites industries), les planificateurs optent parfois pour une augmentation légère des besoins domestiques pour en avoir une marge de sécurité et éviter la rupture de service.

Autres besoins :

Parmi les autres besoins d'eau potable, nous rappelons:

- Les besoins touristiques (des hôtels) : de 400 à 700 litres/jour/lit (et pouvant atteindre 1200 litres /jour/lit pour les hôtels de luxe).
- Les besoins d'irrigation: vu que le prix de l'eau potable est très élevé, son utilisation en irrigation se limite éventuellement à quelques pépinières. L'agriculture doit avoir sa propre source d'alimentation.

Incendie : en plus des besoins précédents, il faut prévoir dans le réseau d'alimentation en eau potable une partie pour la protection contre l'incendie. Une alimentation suffisante doit être prévue pour les lances et poteaux d'incendie en fonction du risque possible.

II- Méthode de calcul pour un projet d'urbanisation

Coefficients de pointe

La consommation totale moyenne

La consommation totale moyenne en eau prend en compte des besoins de la consommation domestique, publique et de la petite industrie, calculée selon le nombre d'habitants et les valeurs indiquées ci-dessus. Les valeurs de la consommation domestique sont quelquefois fois majorées pour tenir compte d'une éventuelle augmentation des besoins ou des habitants supérieure à celle prévue.

Le nombre d'habitants futur dans une agglomération urbaine désigné par « N_0 » est déterminé par la formule suivante: $N_0 = N(1+a)^n$

N : nombre d'habitants en une année quelconque.

a : le taux d'accroissement annuel de la population (selon les statistiques).

n : le nombre d'années séparant l'année de N à celle de N_0 .

Dans le cas où le plan d'aménagement de l'agglomération est disponible et des prévisions sur l'accroissement de la population sont calculées, N_0 sera basé sur ces prévisions.

La consommation moyenne future par habitant désignée par « C_0 » est donnée par la formule:

$$C_0 = C (1 + b)^n$$

C : la consommation moyenne par habitant à une année donnée.

b : le taux d'évolution annuelle de la consommation.

n : le nombre d'années séparant l'année de C à celle de C_0 .

(le taux d'évolution moyen de la consommation et lié à l'évolution du niveau de vie).

La *consommation journalière moyenne totale* de toute l'agglomération est désignée par

(Q_j) et calculée par la formule : $Q_j = N_0 \times C_0$

La consommation domestique dans la ville varie d'un quartier à un autre, selon le type d'habitation, la densité et le niveau de vie. Pour cela, il faut en tenir compte et prendre des consommations variables par quartier. Chaque quartier est désigné par un numéro " i ".

Noi et **Co_i** sont, successivement, le nombre d'habitants et la consommation journalière moyenne par habitant dans le quartier numéro " i ".

La pointe journalière:

La consommation d'eau est variable en fonction du mois (sachant que la consommation est maximale en Juillet et Août), du jour de la semaine et de l'heure de la journée. Le coefficient de pointe journalière correspond au rapport des besoins en eau de la journée de pointe sur les besoins en eau de la journée moyenne.

Les ouvrages de prise, de traitement et d'adduction d'eau (stations de pompage, conduites) doivent être dimensionnés pour pouvoir fournir la demande journalière maximale de l'année du projet (la journée de pointe ou la pointe journalière). un Coefficient de pointe journalière K1 est défini comme suit :

$$K1 = \frac{\text{Consommation journalière maximale}}{\text{Consommation journalière moyenne}} = \frac{Q_{j \max}}{Q_{jm}}$$

La valeur de ce coefficient K1 est souvent déterminée à partir des statistiques sur la variation journalière de la consommation sur les 365 jours de l'année. Généralement la valeur de K1 varie de 1,3 à 1,6 selon le climat et les activités estivales de l'agglomération. Par exemple K1 est proche de 1,6 pour une zone touristique.

La pointe horaire :

Les ouvrages de distribution d'eau (château d'eau, réservoir) doivent être dimensionnés pour fournir la demande horaire maximale (ou la pointe horaire), et la pointe journalière de l'année du projet. Pour cela est défini un coefficient de pointe horaire K2:

Le coefficient de pointe horaire représente le rapport entre le débit horaire maximum et le débit horaire moyen.

$$K2 = \frac{\text{Consommation horaire maximale}}{\text{Consommation horaire moyenne}} = \frac{Q_{h \max}}{Q_{hm}}$$

Par ailleurs, la valeur du coefficient K2 est aussi déterminée à partir des statistiques sur la variation horaire de la consommation. Sa valeur varie entre 1,5 et 3,5 selon l'importance de l'agglomération:

- Pour une Grande Ville $K2 = 1,5$ à 2
- Pour une Ville Moyenne $K2 = 2$ à $2,5$
- Pour une Zone Rurale $K2 = 3$ à $3,5$

Les pertes d'eau:

Les pertes d'eau dans un réseau d'alimentation en eau potable peuvent survenir à différents niveaux: la prise d'eau, station de traitement, stations de pompage, réservoirs, les réseaux d'adduction et de distribution, les vannes, les joints, les compteurs,... etc.

Ces pertes peuvent aussi être de différents types: les fuites dans tous les ouvrages et en particulier dans les réseaux d'adduction et de distribution, les pertes accidentelles en cas de ruptures des conduites, vidange de conduites en cas de travaux, remplacement de conduites ou de vannes, branchements,... etc.

Le volume de ces pertes d'eau dépend de :

- l'âge et l'état du réseau.
- l'efficacité du service de maintenance du réseau (rapidité de détection des fuites, efficacité d'exécution des travaux, moyens humains, équipement en matériels, organisation,...etc.

En général, la valeur de K3 varie de 1,2 à 1,5:

- $K3 = 1,2$ pour un réseau neuf ou bien entretenu.
- $K3 = 1,25$ à $1,35$; pour un réseau moyennement entretenu.
- $K3 = 1,5$; pour un réseau vétuste ou mal entretenu.

Le débit de calcul des différents ouvrages du réseau

Le débit de calcul dépend alors du type et de l'emplacement de l'ouvrage à calculer ou à dimensionner.

Le volume d'eau annuel à prévoir au niveau de la source d'eau (ou volume capté), est désigné par V_{tot} et calculé par la formule suivante :

$$V_{tot} \text{ (en m}^3\text{/an)} = K3 \times 365 \times Q_{jm}$$

- Le débit journalier maximum : $Q_{jmax} = k3 \times k1 \times Q_{jm}$ (en m^3/j)
- Le débit horaire maximum : $Q_h \text{ max} = k3 \times k2 \times k1 \times Q_{jm}/24$ (en m^3/h)

Les besoins en assainissement des eaux:

Une fois utilisée, l'eau potable devient polluée et sera déversée donc dans le réseau d'assainissement. Le volume des eaux usées dépend essentiellement du volume d'eau potable distribuée. A ce volume s'ajoute celui des eaux pluviales qui dépendent de la pluviométrie de la région, autrement dit du climat.

Le calcul se fait aussi au niveau pour définir le diamètre des canalisations et la taille des ouvrages de collecte des eaux usées (regards).

Dans les normes algériennes, de débit des eaux usées est évalué comme suit:

- Eaux usées: (max) 200 litres/habitants/jour
- Débit eaux usées = débit eaux domestiques + débits eaux industrielles

Servitudes liées aux réseaux d'infrastructures

Une servitude est une restriction à l'urbanisation. Les réseaux d'infrastructures imposent des servitudes d'une part pour la protection de ces réseaux de tout dommage ou pour ne pas gêner l'évolution future de l'urbanisation. Et d'autre part pour la protection des habitants à proximité de certains réseaux qui peuvent porter atteinte à leur santé.

Exemples de servitudes :

- Ligne électrique 35m de part et d'autre de la ligne pour la haute tension et 15 m pour la moyenne tension.
- Conduite de gaz (conduite principale): 75 m de part et d'autre de la conduite
- Les routes de grande circulation imposent un recul des constructions pour permettre un éventuel aménagement
- Canalisation eau et assainissement : les réseaux d'eau sont généralement intégrés dans le sous-sol de la chaussée de voirie. Dans le cas où elles sont implantées hors chaussées, il est interdit de construire dessus.

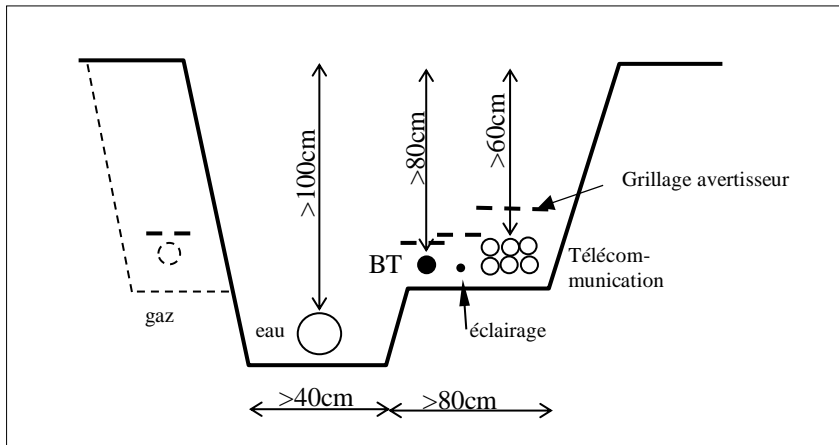
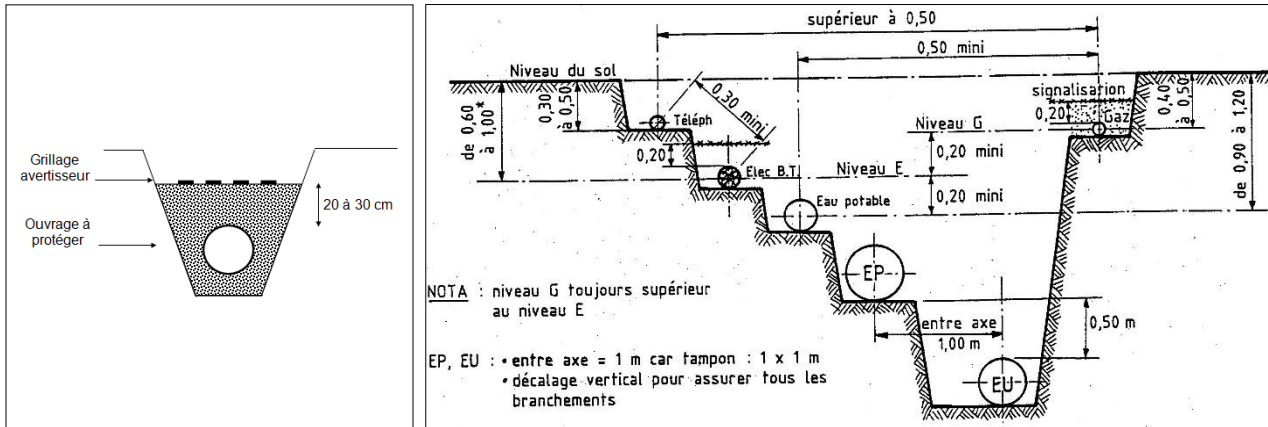
Emplacement et protection des réseaux sous terrains

Les réseaux d'infrastructures urbaines sont généralement enterrés dans le sous-sol de la voirie, essentiellement pour deux raisons :

- Leur protection de tout dommage ou agression humaine ou climatique ;
- Prendre moins d'espace en surface et donc être moins encombrants.

Seulement pour le bon fonctionnement des réseaux, leur pose doit être faite de manière à occuper rationnellement l'espace et éviter tout danger de contact entre ces derniers (figure 1).

Figure1: les modes de pose des réseaux enterrés dans une tranchée commune



Grillage avertisseur

Pour leur protection, entretien et intervention en cas de panne, l'emplacement des canalisations inhérentes à chaque réseau est indiqué par des grillages avertisseurs portant chacun une couleur conventionnelle pour faciliter leur reconnaissance (*tableau ci-après*).

Rouge	bleu	Vert	Jaune	Marron	Blanc
Electricité	Eau potable	Télécommunications	Gaz	Assainissement	Fibre optique

COURS 7 : Les coupures spatiales (traitement et aménagement)

Introduction

En milieu urbain, beaucoup d'éléments artificiels ou naturels créent une barrière à la continuité de l'urbanisation. Ce phénomène est désigné par « les coupures spatiales ». La notion de coupure est apparue dans les années 70 notamment à une période de contestation de la croissance de l'automobile et des infrastructures routières qui ont fractionné le tissu urbain. « L'effet de coupure » est une expression française, les anglo-saxons parlent « d'effet de séparation » (*separation effect*) et en Belgique et au Canada on parle « d'effet de barrière » (Héran, 2011). Les effets de coupure sont nombreux tant pour l'espace urbanisé, le milieu naturel et la biodiversité ainsi que la population et notamment les piétons. La multiplication des coupures dans les tissus urbains due notamment aux infrastructures de transport et les contraintes qui en découlent, nécessitent la prise en compte de ce phénomène tant au stade de la conception de nouveaux projets d'urbanisme ou d'infrastructures qu'au niveau des coupures existantes par leur traitement.

Définition de quelques concepts

Avant de parler des types de coupures et les méthodes de traitement possibles, quelques définitions de concepts proches ou fréquents lorsqu'on aborde ce sujet s'imposent.

Coupure :

- Élément qui établit une séparation dans ce qui a une continuité dans l'espace, ou dans ce qui constitue concrètement ou idéalement un ensemble cohérent.
- Une coupure urbaine est une emprise dont la taille ou ce qu'elle accueille perturbent les relations entre les populations alentour. L'emprise peut être surfacique ou linéaire (Héran, 2011).

On parle d'effet de coupure lorsque « *le lien fonctionnel ou structurel entre l'urbanisation alentour se trouve nié sur le terrain* » (Enel, 1984). L'effet de coupure est souvent lié aux infrastructures de transport. Il est qualifié comme une nuisance provoquée par les infrastructures de transports qui découpent le territoire et limitent les déplacements de proximité (Héran, 2011).

Limite :

Ligne qui détermine une étendue, un périmètre ayant un développement spatial; ligne qui sépare deux étendues (dictionnaire Le Robert, 2003).

Frontière :

Toute espèce de barrage, défense, obstacle que l'on peut ou doit franchir ; limite, point de séparation entre deux choses différentes ou opposées (dictionnaire Le Robert, 2003).

Types de coupures

Comme mentionné dans l'introduction, les coupures spatiales peuvent être de deux types : créées par l'Homme, dites artificielles ou imposées par la nature, donc naturelles.

Les coupures artificielles :

Elles sont généralement créées par les infrastructures routières (autoroute, boulevard à forte circulation automobile), échangeurs, voies ferrées, ainsi que par certaines zones de servitudes. Car plus la vitesse de circulation est élevée, comme sur les autoroutes et voies rapides, plus les points d'échanges et les traversées piétonnes sont distants. Par conséquent, l'infrastructure devient infranchissable et même isolée de son milieu environnant du fait qu'elle ne dessert pas le voisinage, empêche les liaisons entre les quartiers riverains et soit inaccessible pour les piétons. Ce sont les éléments qui caractérisent la coupure. Parfois des barrières de protection, des murs antibruit et des talus sont disposés et marquent plus la coupure spatiale qui devient aussi visuelle (Gourdon, 1996). Elles coupent les villes sans desservir le voisinage, alors elles ne font que mutiler l'espace.

Les coupures naturelles :

Elles sont liées à la configuration du site. La continuité de l'urbanisation se trouve interrompue par un élément naturel : une dénivelée de terrain (falaise, montagne, ravin, talus,...), un cours d'eau (fleuve, oued, rivière) ou un plan d'eau (étang, lac). Les coupures naturelles ne sont pas toujours prises en compte puisqu'elles font partie du site et préexistent à la ville, mais peuvent être parfois plus facilement franchies par les piétons et automobiles que les coupures artificielles (Héran, 2011).

Traitement des coupures :

Pour atténuer les effets de coupure sur la continuité spatiale et fonctionnelle des tissus urbains, on peut procéder à certaines méthodes comme : le franchissement, la couverture ou même en banalisant la coupure (Mialet, Fouque, 2003).

- Franchir: il s'agit de créer un élément artificiel pour permettre de traverser la coupure comme : un pont, une passerelle, un passage protégé,...etc.
- Couvrir: la coupure est couverte par un élément qui permet de cacher la coupure et d'utiliser l'espace en surface. Ceci se fait par l'enterrement de l'élément qui provoque la coupure comme une infrastructure de transport (autoroute, rails) par le billet de

tunnels ou par un recouvrement avec dalles (couverture de routes, chemin de fer ou même un élément naturel comme un cours d'eau s'il n'est très affluent).

- Banaliser : dans cette option, il s'agit de traiter la coupure naturelle ou artificielle par des aménagements qui permettent de rendre la coupure moins visible et moins contraignante. exemple : par aménagement des espaces interstitiels et des bordures associés à la coupure par des espaces verts ou des espaces publics libres.

Par ailleurs les coupures provoquées par les infrastructures routières peuvent être diminuées dès la phase de conception par un maillage fin du réseau viaire, c'est-à-dire assez de connectivité (Mangin, 2004). Autres propositions de traitements :

- La modération de la vitesse de circulation, car plus la vitesse est modérée, plus la connectivité peut s'établir ;
- Une autre conception de la voirie à forte circulation automobile, notamment à travers la multimodalité ou la cohabitation des différents modes de déplacements : voiture, bus, piétons, tramway, vélo.
- Associer l'espace public à la circulation.

BIBLIOGRAPHIE

- Alonzo E, 2005, « Du rond-point au giratoire », éditions Parenthèses, Marseille, France.
- Architecture d'Aujourd'hui, Revue bimestrielle, n°355 « voirie », Nov.-Déc., 2004, France.
- Barles S., 2015, « L'urbanisme et le génie urbain et l'environnement : une lecture par la technique in Riurba 2015/Numéro <http://www.riurba.review/Revue/lurbanisme-legenie-urbain-et-lenvironnement-une-lecture-par-la-technique/>
- Certu (Centre d'études sur les réseaux, les transports et l'urbanisme), 2004, « Guide d'aménagement de voirie pour les transports collectifs », éditions du Certu, Lyon, France.
- Certu (Centre d'études sur les réseaux, les transports et l'urbanisme), 2008, « Guide des aménagements de voirie », Lyon, France.
- Certu (Centre d'études sur les réseaux, les transports et l'urbanisme), 2008, « L'assainissement pluvial intégré dans l'aménagement. Eléments clés pour le recours aux techniques alternatives » éditions du Certu, Lyon, France.
- Decourt G, 2003, « Cours Réseaux divers », www.cours-genie-civil.com/wpcontent/uploads/elec_gaz_tel_etc.doc.
- Enel F. 1998, « Les coupures routières en milieu urbain », rapport de synthèse, Secrétariat permanent du plan urbain, Ministère de l'Équipement, des transports et du logement, France.
- HERAN Frédéric (2011), « La ville morcelée, effets de coupure en milieu urbain », collection « Méthodes et approches » dirigée par Gérard Brun, Editions Economica, France.
- MANGIN David (2004), « La ville franchisée, formes et structures de la ville contemporaine », éditions de la Villette, Paris.
- Martinand C., 1986, « Le génie urbain », La documentation française, collection Rapports officiels, Paris.
- Infrastructures et formes urbaines, (tome II): architecture des réseaux, 1999, collection Espaces et sociétés n° 96, Ed. l'Harmattan, Paris.
- Mialet F., Fouque V., (2003), « Voirie rapide urbaine et espace public, quelle liaison ? Enquête en France et dans quelques pays voisins », Collections du Certu, Lyon, France.
- Neufert E., 2010, « Les éléments des projets de construction architecturale » éditions Dunod Le Moniteur, 10ème édition, France.
- Romann D., Baehrel C., 1983, « Manuel d'urbanisme pour les pays en développement à l'Étranger », France.
- Ministère de l'urbanisme et de la construction, 2005, « L'aménagement des lotissements, éditions OPU, Alger.

- Merlin P., 1995, « Les techniques de l'urbanisme », Presses Universitaires de France (PUF), Paris, France.
- Radouane M., 2013, (sous-dir.) Boukhemis K, Grillet-Aubert A., « Infrastructures viaires et fabrique de la ville, insertion des voies rapides en milieux urbains, la rocade-ouest à Annaba », thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba, Département Aménagement, Algérie.
- Thibault S., 2000, « Le génie urbain » in Paquot T., Lussault M, Body-Gendrot S (dir.),« La ville et l'urbain, l'état des savoirs », éditions La découverte, France.