

**Université Frères Mentouri Constantine 1**

**Faculté des sciences de la technologie**

**Département de Génie Civil**

**3<sup>ème</sup> licence Académique**

**en Génie Civil**

**Module : VOIRIE et RESEAUX DIVERS**

**V.R.D.**

**Réalisé par : M<sup>r</sup> Mansri Naim**

## SOMMAIRE

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>07</b>
1. Définition des V.R.D.....	07
2. V.R.D.et urbanisme.....	07
3. Terme de V.R.D.....	08
3.1. Espace Collectif.....	08
3.2. V.R.D.et Assainissement.....	08
3.3.V.R.D. et A.E.P.....	08
3.4. V.R.D.et Energie.....	08
3.5. V.R.D.et Télécommunication.....	09
3.6. V.R.D.et Antenne Communicative.....	09
<b>CHAPITRE I : LA VOIRIE.....</b>	<b>10</b>
I.1 Généralités.....	11
I.2.Définition .....	11
I.3.Classification administrative de la voirie urbaine.....	11
I.3.1.Critère Technique.....	11
I.3.2.Critère Administratif et Juridique.....	11
I.4.Classification fonctionnelles.....	11
I.5.Création d'une voie urbaine.....	12
I.6.Voie Pompiers.....	12
I.7.Le Tracé en Plan.....	12
I.8.Profil en Long.....	12
I.9.Profil en Travers.....	13
I.10.Trottoir.....	14
I.11.Les caniveaux.....	14
I.12.Piquetage.....	14
I.13.La Chaussée.....	14
I.13.1.Type de Chaussée.....	15
I.13.1.1.Chaussée Rigide.....	15

I.13.1.2.Chaussée Souple.....	15
I.13.2.Essai CBR.....	15
I.13.3.Action du poids des véhicules et effets des roues sur la chaussée.....	16
I.13.4.Composition de la structure de la chaussée.....	17
I.13.5.Dimensionnement.....	18
<b>CHAPITRE II : TERRASSEMENTS GÉNÉRAUX.....</b>	<b>21</b>
II.1.Généralité.....	22
II.2.Définition.....	22
II.3.Terminologie.....	22
II.4.Approche globale des travaux de terrassements.....	24
II.4.1.Différentes phases des travaux de terrassement.....	24
II.4.2.Position du problème.....	24
II.4.3.Etude des travaux de terrassement.....	25
II.5.Cubatures des terrasses.....	25
II.5.1.Décapage de la terre végétale.....	25
II.5.2.Cubature des plates formes.....	27
II.5.2.1.Introduction.....	27
II.5.2.2.Calcul de la cote plate forme.....	27
II.5.3.Calcul des cubatures des plates formes.....	28
II.5.3.1.Considérations générales.....	28
II.5.3.2.Méthodes de calcul des cubatures.....	29
1-Méthode de quadrillage.....	29
2-Méthode des triangles.....	30
II.6.Cubature de la voirie.....	31
II.6.1.Introduction au calcul des cubatures.....	31
II.6.2.Méthodes de calcul.....	32
II.6.2.1.Méthode des profils en long.....	32
II.6.2.2.Méthode des aires moyennes.....	32
II.6.2.3.Méthode des figures géométriques.....	32

II.6.2.4.Méthode des profiles en travers.....	32
II.6.2.5.Calcul électronique.....	33
II.7.Soutènement des terres.....	35
<b>CHAPITRE III : Alimentation en Eau Potable .A.E.P-</b> .....	<b>37</b>
III.1.Introduction.....	38
III.2.Captage des eaux.....	38
III.2.1.Eau souterraine.....	38
III.2.2.Eau de surface.....	38
III.3.Traitement des eaux.....	38
III.4.Considérations générales.....	39
III.4.1.Débit de pointe.....	39
III.4.2.Vitesse d'écoulement.....	39
III.4.3.Calcul des diamètres.....	39
III.4.4.Pertes de charges.....	40
III.4.5.Ligne piézométrique.....	41
III.4.6.Pression.....	41
III.5.Réseau de distribution d'eau potable.....	41
III.5.1.Définition.....	41
III.5.2.Différents type de réseau.....	41
III.5.2.1.Réseau ramifié.....	41
III.5.2.2.Réseau maillé.....	42
III.6.Débit fictif équivalent.....	42
III.6.2.Loi de KIRCHHOFF.....	42
III.6.3.Calcul du débit correctif.....	42
III.6.4.Ramification du réseau maille.....	44
III.6.5.Caractéristique hydraulique d'une conduite.....	44
III.7.Calcul et recommandations pratiques.....	44
III.7.1.Etablissement de la comparaison.....	44
III.7.2.Tracé en plan.....	44

III.8.	Protection du réseau.....	45
III.9.	Organes annexes.....	45
<b>CHAPITRE IV : ASSAINISSEMENTS.....</b>		<b>48</b>
IV.1.	Introduction.....	49
IV.2.	Aperçu générale sur les principes de l’assainissement urbain.....	49
IV.2.1.	Les eaux résiduaires.....	49
IV.2.2.	Différents systèmes d’assainissement.....	49
IV.3.	Dimensionnement de l’ouvrage d’évacuation.....	51
IV.3.1.	Débit de pointe des eaux usées.....	51
IV.3.2.	Débit de pointe des eaux pluviales.....	51
IV.3.3.	Calcul des diamètres des conduites.....	54
IV.4.	Tracé en Plan.....	59
IV.5.	Organes Annexes.....	59
<b>CHAPITRE V : RESEAUX DIVERS.....</b>		<b>65</b>
I.1.	Les réseaux divers.....	66
I.2.	Le Réseau Électrique.....	66
I.2.1.	Trois modes de pose de réseaux de distribution d’énergie électrique.....	66
I.2.2.	Les ouvrages sont classés en quatre dénominations.....	66
I.2.3.	Les différentes éléments d’un réseau de desserte électrique d’une opération d’habitation .....	66
I.2.4.	Conditions d’exploitation des ouvrages.....	67
I.2.5.	Définition des besoins en puissance d’une opération.....	67
I.2.6.	Le réseau MT d’une opération et les postes.....	67
I.2.7.	Le poste (transformateur) de distribution publique.....	68
I.2.8.	Le réseau BT.....	69
I.2.9.	Recommandations techniques pour la pose en pleine terre.....	69
I.2.10.	Branchement et comptage.....	70
I.3.	Le Réseau Gaz.....	70
I.3.1.	Les différentes pressions utilisées.....	70
I.3.2.	Eléments d’un réseau de distribution de gaz.....	71

I.3.3.Consommation annuelles moyenne par logement individuel.....	71
I.3.4.Conception du réseau MP.....	71
I.4.Réseau de Télécommunications.....	72
I.4.1.Architecture du réseau de télécommunications.....	72
I.4.2.Procédure pour la réalisation de l'équipement de télécommunication des zones pavillonnaires.....	73
I.4.3.Réseau de desserte d'une zone pavillonnaire.....	73
I.4.4.Le sous répartiteur.....	74
I.4.5.Les bornes pavillonnaires.....	74
I.4.6.Les câbles en canalisation multitubulaire.....	76
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>76</b>

# **INTRODUCTION GENERALE**

## **INTRODUCTION GENERALE :**

Jusqu'à une époque récente dans l'histoire, les modifications qui s'effectuaient sur les espaces collectifs étaient à partir des critères purement architecturaux et de confort ceci à fait la consommation de l'espace était très abusives et le coût de l'habitat très élevé, la croissance rapide de la démographie, et la révolution industrielle apparue à la fin de 19<sup>ème</sup> siècle, ont traduit le fait que les habitants se regroupent dans des espaces très limités.

De telles difficultés ont poussé les gens à rationaliser l'utilisation de l'espace, séparer les zones industrielles des zones agricoles et de celles à urbaniser, cette dernière qui fait l'objet de cette étude devra recevoir des opérations d'urbanisation qui permettent la satisfaction des quatre principaux objectifs :

Recherche la meilleure intégration possible de l'opération dans son environnement général (paysage naturel, milieu bâti, contexte socio- Économique) selon l'inspiration des habitants.

a- Limiter les coûts d'investissement sans pour autant négliger les problèmes techniques.

b- Créer un cadre de vie satisfaisant pour les usagers.

c- Assurer un développement équilibré et harmonieux des communes afin de satisfaire ces quatre (04) principes, c'est toute une étude de faisabilité et de conception technique des opérations pour cela on fait appel aux VRD qui à une influence directe et déterminante pour atteindre les objectifs cités ci-dessus.

### **1. Définition des V.R.D :**

Devant tous les points cités ci-dessus, l'ensemble des techniques de conception, et méthodes de calculs élaborés pour répondre aux quatre (04) principes précités sont l'objet des VRD. Ces techniques interviennent dans la modification du terrain naturel (conception de la voirie et bâtisse) et également l'implantation des différents réseaux destinés aux services publics (AEP, Eclairage, Assainissement, ... etc.).

### **2. V.R.D. et Urbanisme :**

Les concepteurs dans le champ d'application des VRD doivent intégrer dans leurs réflexions et dans leurs choix, les véritables contraintes techniques et économiques liées aux VRD ainsi à ne raisonner qu'en terme de sécurité et l'espace collectif en perdant de vue l'objectif final de ce type d'opération d'urbanisme réalisé pour les habitants, un cadre de vie dont toutes les conditions de sécurité et de confort sont réunies.

Inversement, les concepteurs de l'aménagement et de l'implantation doivent intégrer dans leurs réflexions et dans leurs choix l'introduction des grands ensembles dans le cadre de vie qui satisfait les inspirations des habitants, et conformément à la planification de l'urbanisme, ainsi à raisonner en terme du confort et d'un aménagement de qualité. Ceci induit des



difficultés techniques, et des investissements considérables pour la conception et la réalisation de l'opération.

Pour faire face à ce paradoxe, il est toujours possible de trouver des solutions moyennes qui permettent d'assurer pour les habitants la sécurité et un confort minimum dans un cadre de vie simple.

### **3. Terme de V.R.D :**

#### **3.1. Espace Collectif :**

D'une opération à l'autre, il occupe de 30% à 60% de l'emprise de l'opération, il constitue ainsi un élément essentiel d'un cadre de vie de traitement de l'aménagement de l'espace collectif (Voirie, Espace vert, Aire de jeu, Aire de stationnement) est déterminant pour la qualité de l'environnement d'un cadre de vie mais aussi en partie, au moins pour le développement de la fréquentation et la diversité des activités qui s'y déroulent.

#### **3.2. V.R.D et Assainissement :**

Les VRD interviennent dans l'assainissement pour l'étude des ouvrages ainsi que l'implantation du réseau d'assainissement afin de collecter et de transporter et éventuellement traiter puis la restituer en milieu naturel et dans un état satisfaisant, des eaux pluviales ou de ruissellement et les eaux usées ou domestiques (eaux ménagères, eaux vannes, eaux industrielles).

#### **3.3. V.R.D et A.E.P :**

L'eau est un bien public et indispensable à toute urbanisation et doit être disponible en quantité suffisante pour assurer les besoins des populations.

Les VRD interviennent dans son champ d'application afin de répondre à ce besoin, par la conception et implantation de l'ouvrage, devront répondre à ces exigences.

#### **3.4. V.R.D et Energie : (Gaz et Electricité) :**

L'énergie est un élément très utile, la vie moderne y très attachée l'absence de cet élément peut paralyser toute une agglomération même un territoire entre qui pourra avoir conséquence indésirable sur l'économie inestimable.

Aussi les VRD prennent en charge la conception et la réalisation de tels réseaux afin de répondre aux besoins de la population.

### **3.5. V.R.D et Télécommunication :**

De nos jours, la circulation rapide de l'information est très déterminante pour le développement économique social, les réseaux de télécommunication s'avèrent très indispensables.

C'est les VRD qui conçoivent et réalisent l'implantation de la télécommunication.

### **3.6. V.R.D Antenne Communicative:**

La réception des programmes de T.V ainsi que ceux de la radiodiffusion en modulation de fréquence s'effectue traditionnellement par une antenne individuelle située sur le toit de la maison.

Lorsque la densité de l'habitat augmente cela donne un aspect inesthétique des réalisations en outre elle est inefficace lorsqu'il se présente des difficultés de réception (obstacle naturel...)

La meilleure solution consiste à utiliser un réseau communicatif

De radio et télédiffusion appelé couramment réseaux d'antenne communicative, les VRD offrent le moyen technique et opératoire pour la réalisation d'un tel réseau.

Conclusion : Les VRD possèdent toute un arsenal de techniques qui permet d'urbaniser sur espace minime le maximum d'habitation avec des conditions de vie les normales possible.

**CHAP.I**  
**LA VOIRIE**

## **CHAPITRE I : VOIRIE**

### **I.1. Généralités:**

L'idée d'une voie est née dans les temps anciens depuis que les gens se sont mis d'accord spontanément pour emprunter les mêmes parcours pour accomplir leurs activités quotidiennes.

Cette idée n'a pas cessée d'évoluer à travers l'histoire compte tenu de l'évolution du mode de vie des usagers.

L'apparition des engins mécanique, a donné un grand pas pour la réalisation des voiries, qui, à présent fait l'objet de toute une étude technique avant d'entamer les travaux pour sa réalisation.

### **I.2.Définition :**

La voirie est un réseau constitué d'un espace collectif qui est appelé à couvrir la circulation des différents usagers (piétons, véhicules) avec une certaine fluidité.

### **I.3.Classification administrative de la voirie urbaine :**

Les voies urbaines peuvent être classées selon trois (03) critères :

#### **I.3.1.Critère technique:** on distingue :

Les autoroutes.                                      -voies express.                                      -voies de type classique.

#### **I.3.2.Critère administratif et juridique:** on distingue :

1- Autoroute.	4- Voirie départementale.
2- Voie rapide urbaine.	5- Voirie communale.
3- Route Nationale.	6- Voirie privé.

### **I.4.Classification fonctionnelles:**

- 1-Voirie de déserte.
- 2-Voirie Artérielle.
- 3-Voirie Rapide Urbaine.
- 4-Voirie de Distribution.

### **I.5.Création d'une voirie urbaine:**

La décision de création d'une voirie est d'abord politique puis juridique ensuite urbanistique, et enfin technique, cette dernière et qui nous concerne, porte l'objet de la faisabilité du réseau de voirie afin d'aboutir aux objectifs pour lequel ce réseau est conçu.

Pour une voirie tertiaire qui est conçue dans le but d'établir une liaison de circulation dans les habitations et groupe d'habitation doit se conformer aux critères suivants :

- Desservir chaque habitation et chaque groupe d'habitation par un tronçon de voirie.
- Assurer une fluidité de circulation suffisante afin d'éviter les problèmes de circulation.
- Aménagée telle façon à protéger les piétons et les véhicules en stationnement.

### **I.6.Voie Pompiers:**

Lorsqu'on procède à la conception d'une zone urbaine, on doit garder en vue que chaque bâtiment doit être desservi par un tronçon de voirie afin de permettre toute sorte de liaison entre l'intérieur de l'immeuble et l'environnement extérieur.

Cependant, lorsque des difficultés techniques s'imposent on est amené à implanter le bâtiment loin de la voirie, ainsi le bâtiment est isolé à ce moment une voie pompière s'avère nécessaire afin de permettre au moins aux véhicules de secours des sapeurs pompiers l'intervention facile et rapide en cas d'incendie.

On rappelle que ces voies ne doivent aucun cas être utilisées pour circulation courante d'ailleurs un obstacle facilement amovible est prévu à l'entrée de cette voie, cet obstacle est matérialisée par des barrières ou poteaux. Une voie pompière peut être utilisée comme une allée piétonne.

### **I.7.Le Trace en Plan:**

Le tracé en plan d'un réseau de voirie est la projection verticale de l'espace occupé par ce réseau sur un plan horizontal.

Ce tracé est composé d'un ensemble d'alignements droits qui se croisent en certains points d'intersection appelés sommets qui donnent lieu, dans la voirie, aux virages et carrefours. Un traitement spécial de ces lieux est à envisager car ces endroits peuvent porter préjudice ou confort et surtout la sécurité des usagers.

### **I.8.Profil en Long:**

Le profil en long d'un réseau de voirie est une coupe longitudinale du terrain naturel sur un plan vertical portant les altitudes des points se trouvant sur l'axe du futur réseau projeté et celles du T.N correspondant.

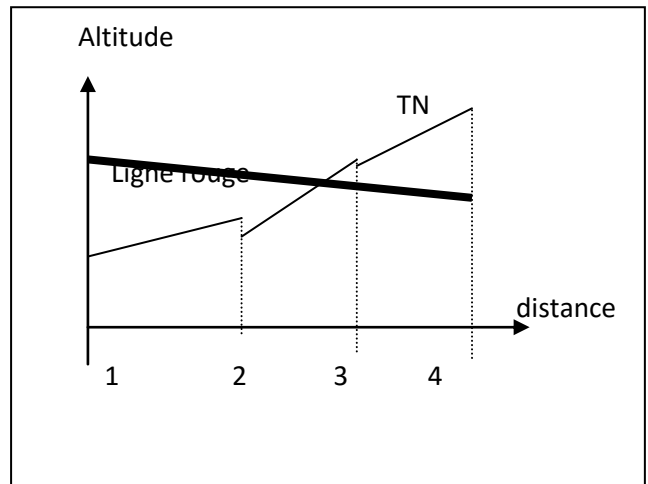
**NB :** le profil en long est relatif au tracé en plan du réseau de voirie.

Le profil en long comprend deux tracés superposés :

- **Ligne rouge** : L'ajustement de la ligne rouge permet de visualiser la position de la voirie par rapport au TN (figure : I-1).

- **Profil T.N** : Sélectionner des points sur le tracé en plan caractérisant le relief du terrain (changement brusque de pente) et la ligne rouge. A partir de l'origine du tronçon, reporter les points choisis sur les abscisses (distance cumulées à l'origine).sur les ordonnées on reporte les altitudes des points choisis par rapport à un plan de comparaison (figure : I-1).

Figure : I-1 : Profil en Long.



### I.9.Profil en Travers:

Le profil en travers d'une route est la coupe transversale de celle-ci suivant un plan vertical à l'axe de la route.

Sur le plan vertical, à la coupe transversale de la voirie sont représentées toutes les dispositions prévues pour la voirie (chaussée, trottoir, fosse ou caniveau, talus) et la limite de chaque élément ; on fixe leurs déclivités (figure : I-2).

En ces mêmes points, on doit représenter également les côtés du terrain naturel.

Ainsi, le T.N et le projet auront délimités des surfaces hachurées qui seront utilisées pour le calcul de cubature de la voirie (figure : I-2).

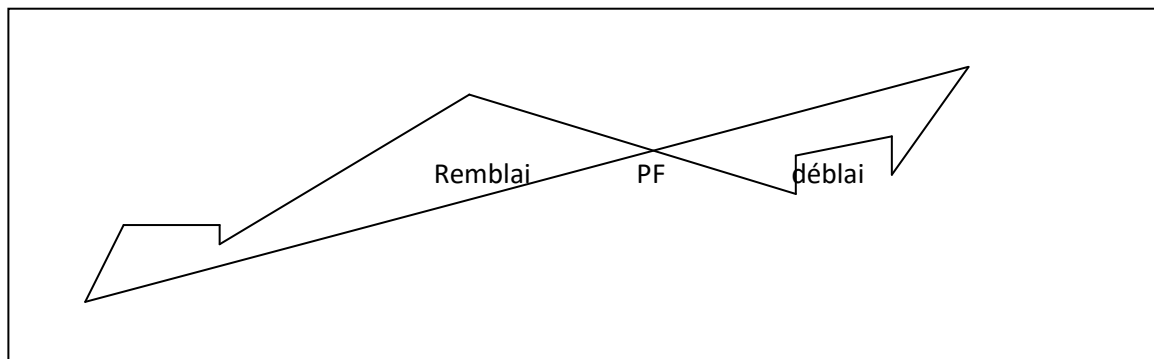


Figure : I-2 : Profil en Travers.

### **I.10.Trottoir:**

Les accotements dans une voie urbaines sans remplaces par les trottoirs dont la fonction n'a est pas seulement d'assurer une certaine fluidité rapide des piétons mais aussi, les promenades des gens ou admirer les expositions dans les vitrines.

Les normes exigent que la largeur minimale du trottoir déterminée par le fait qu'un piéton et une voiture d'enfant puisse se croiser sans gêne.

On obtient ainsi pour le trottoir d'une voirie tertiaire les dimensions suivantes :

- 1.50 m lorsque le trottoir ne comporte pas d'obstacle.
- 2.00 m lorsque le trottoir comporte des candélabres d'éclairages public.

Pensant l'aménagement du trottoir tel qu'implanter une ou plusieurs rangées d'arbre, peut augmenter la largeur de trottoir de 5 m jusqu'à 9 m.

### **I.11. Les Caniveaux:**

Les caniveaux sont aussi des éléments préfabriqués de dimension normalisée ils sont repérés par CC.CS mais sont destinées à recueillir les eaux pluviales et les évacuer vers les regards à grille ou à avaloir.

### **I.12.Piquetage:**

Le procède du piquetage est un principe relevant de la planimétrie (Topographie) qui a pour objet la détermination des caractéristiques d'un cheminement quelconque en particulier, celui qui représente un réseau de voirie.

### **I.13.La Chaussée:**

On appelle " chaussée ", la partie de la voirie réservée à la circulation de tous les types de véhicules, elle doit faire l'objet du confort lors du déplacement des automobilistes.

Afin de jouer son rôle de confort, la chaussée d'une route doit supporter les fortes actions mécaniques des véhicules et les transmettre au sol de fondation sans qu'il ne se produise de déformations permanentes dans le corps de la chaussée à savoir :

- 1) Le type de la chaussée ;
- 2) La nature du sol sur lequel la chaussée est fondée ;
- 3) L'action du poids des véhicules et l'effet des pneus sur la chaussée ;
- 4) La structure de la chaussée et le dimensionnement des couches.

### **I.13.1.Type de Chaussée:**

La chaussée est de deux types : rigides ou souples, selon la nature et la composition de la structure on distingue :

**I.13.1.1.Chaussée Rigide:** Ce type de chaussée est rarement utilisé malgré qu'il est beaucoup plus simple que la chaussée souple. Elle comprend :

- a) **Une couche surface rigide** : Constituée par une dalle de béton qui fléchit élastiquement : cette dalle a pour objet d'absorber les efforts tangentiels horizontaux et de transmettre par répartition les charges verticales à la couche de fondation.
- b) **Une couche fondation** : Elle repose sur le sol naturel ; elle joue le rôle de jonction entre le corps de la chaussée et le terrain naturel, afin de permettre la continuité de la transmission et la répartition des efforts au sol naturel.

**I.13.1.2.Chaussée Souple:** Contrairement à la chaussée rigide, la chaussée souple est souvent utilisée dans la construction de la voirie. Elle est composée de plusieurs couches, on distingue :

- a) **Une couche de surface** : Elle est protégée par un matériau préparé avec un liant hydrocarboné, elle assure en premier lieu l'absorption des efforts horizontaux tangentiels et de transmettre les charges verticales, sans oublier que par sa nature elle est la fermeture étanche de la chaussée.

Cette couche peut être simple ou multiple. Dans les deux cas, la couche qui est en contact avec les roues des véhicules est appelée " couche de roulement " et les autres couches qui sont de même nature situées en dessous, s'appellent " couches de liaison ".

Dans ce qui suit, nous allons exposer certains procédés effectués sur le sol en MDS, mais seulement ceux qui intéressent les travaux routiers.

### **I.13.2.Essai CBR :** (portant sur la portance du sol) :

La portance du sol est l'aptitude de celui-ci à faire face aux efforts verticaux qui provoquent un enfoncement de la surface et qui sont extrêmement faible, cet enfoncement est appelé " déflexion ".

L'essai CBR appelé " indice portant californien " vient pour évaluer la résistance du sol aux efforts verticaux. La valeur de l'indice est déterminée à partir d'essais sur échantillons bien préparés soumis à des efforts verticaux.

$$CBR = \frac{\max(P_{2,5} \div P_5)}{(0,7 \div 1,05)}$$

Avec :



P2,5 ; P5 : est la pression d'enfoncement de l'échantillon respectivement 2,5 mm et 5 mm.

### **I.13.3.Action du poids des véhicules et effet des roues sur la chaussée :**

#### **I.13.3.1.Les efforts principaux agissant sur la structure de la chaussée sont essentiellement :**

- a- Les efforts verticaux à la surface de roulement (dus au poids des véhicules).
- b- Les efforts horizontaux tangentiels (essentiellement aux forces de freinage)

#### **a. Efforts verticaux :**

En France, et aussi en Algérie, le code de la route autorise la circulation des véhicules dont le poids maximum par roue est de 6,5 T (essieu de 13 T), afin de limiter la déflexion de la chaussée, si l'on admet que la roue d'une voiture normale est en contact avec la chaussée par un carré de 20 cm de côté, soit une surface de 400 cm<sup>2</sup> (figure : I-3).

$$\text{Donc : } P1 = \frac{6500}{400} = 16,25 \text{ Kg/cm}^2$$

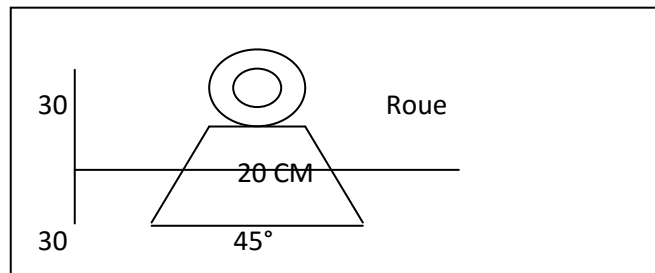


Figure : I-3 : Roue d'une voiture est en contact avec la chaussée.

Est la pression exercée sur la surface de roulement, la MDS suppose en général, que cette pression se transmet vers les couches inférieures en se répartissant suivant des surfaces coniques dont les génératrices sont inclinées à 45° sur la verticale. A 30 cm de profondeur, les 6500 kg s'exercent sur une surface circulaire d'un rayon de 40 cm<sup>2</sup>.

$$\text{D'où la pression : } P2 = \frac{6500}{3,14 \cdot 1600} = 1,3 \text{ Kg/cm}^2$$

À 60 cm de profondeur, la surface circulaire est d'un rayon de 70 cm,

$$\text{D'où la pression : } P3 = \frac{6500}{3,14 \cdot 4900} = 0,42 \text{ Kg/cm}^2$$

#### **En conclusion :**

Les efforts verticaux agissant sur la surface de roulement engendrent des pressions plus faibles sur T à mesure qu'on s'éloigne de la couche de roulement. C'est pourquoi l'épaisseur totale de la chaussée est divisée en couches successives dont la qualité mécanique (coefficient d'équivalence), la couche de base à la couche de surface TN.

#### **b. Efforts horizontaux : (tangentiels)**

En effet sont généralement provoqués par l'opération de freinage, ou encore les frottements de la roue avec la chaussée (accélération, décélération) sans oublier les efforts de

la force centrifuge agissant transversalement à la chaussée. Les efforts horizontaux sont généralement provoqués par :

- A. Les forces tangentielles longitudinales dues à l'accélération du véhicule (démarrage) ou décélération (freinage).
- B. Les forces tangentielles transversales dues à la force centrifuge (lors des changements, de direction).
- C. Les forces dynamiques dues aux vibrations des véhicules qui sont soit verticales, soit horizontales. Ces dernières se manifestent surtout par la création des tôles ondulées sur les pistes non revêtues.

#### **I.13.4.Composition de la structure de la chaussée :**

**1°/ La chaussée :** Est la partie où doit s'effectuer la circulation ; pour une voirie tertiaire, elle comporte 2.1 voie.

**2°/ Accotement :** C'est un espace qui borne la chaussée de part et d'autre, qui peut être au même niveau que la chaussée, ou bien surélevé par rapport à celle-ci.

Dans ce cas, il est appelé trottoir ; il est fréquent dans la voirie de desserte et sert à la circulation des piétons.

**3°/ Plate-forme :** Est la partie du terrain devant recevoir la chaussée et les accotements.

**4°/ Talus :** Est l'inclination qu'on doit donner au terrain de part et d'autre de la plate-forme pour éviter l'éboulement (glissement) du terrain sur la chaussée en période hivernale. Il est selon la configuration du T.N, soit déblai, soit remblai

**5°/ Assiette :** Est la partie du terrain réservée au domaine public et qu'on doit acquérir pour la réalisation du projet de voirie, celle-ci renferme en plus de l'assiette, une autre partie qui pourra servir le cas échéant à l'élargissement de la route ou à son exploitation emprise.

**6°/ L'emprise :** Est la partie du terrain réservée au domaine public et qu'on doit acquérir pour la réalisation du projet de voirie, celle-ci renferme en plus de l'assiette, une autre partie qui pourra servir le cas échéant à l'élargissement de la route ou à son exploitation emprise.

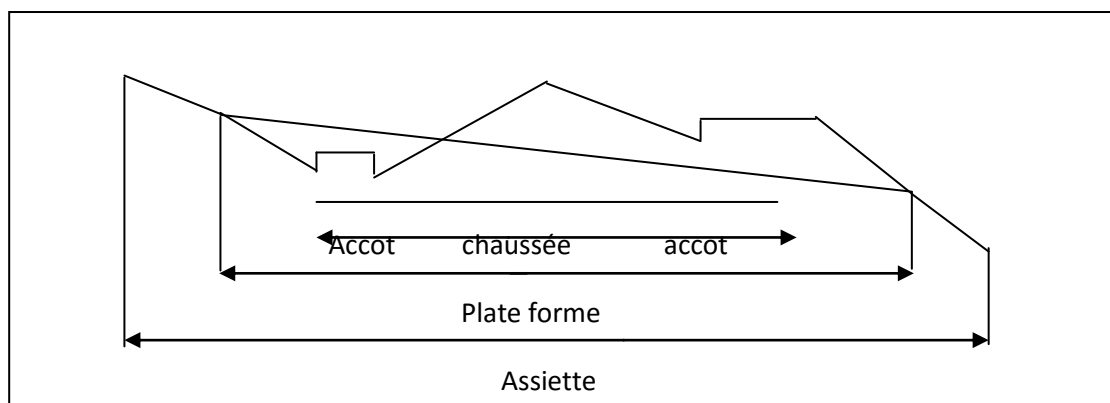


Figure : I-4 : Profil en travers de la chaussée et sa composition.

**I.13.5.Dimensionnement :**

L'économie est un principe très recherché dans la construction de la chaussée, afin de parvenir à ce que les matériaux qui composent cette chaussée à la limite de leur résistance mécanique sans qu'il y ait de déformation, sans faire intervenir le coefficient de sécurité.

Le choix des matériaux et le dimensionnement doivent être suffisamment maximisés pour la durabilité de la chaussée et c ,est la recherche de l'optimum.

Dimensionner une chaussée consiste à déterminer les épaisseurs des différentes couches constituant cette chaussée. On est loin de donner satisfaction au dimensionnement théorique de la chaussée.

Actuellement, on distingue trois méthodes de calcul :

- 1- La méthode découlant des essais AASHO.
- 2- La méthode des indices groupes.
- 3- La méthode CBR qui utilise les résultats de l'essai CBR.

- La méthode découlant des essais ' AASHO', consiste à déterminer :

**a- Détermination de la classe des sols :**

La résistance d'un sol à la charge à laquelle est soumis varie selon sa nature.

Ainsi, on a établi la classe des sols " S " selon leur résistance, ces classes sont portées sur le tableau suivant :

Classe	Nature du sol
S1	Sol argileux, limon, craie, sable argileux.
S2	Sable limoneux, grave argileuse.
S3	Sable propre, grave limoneuse.
S4	Grave limoneux bien gradué, Grave propre mal gradué, rocher.

**b- Détermination de l ,épaisseur équivalente selon S et T :**

On en déduit le tableau suivant paré des études expérimentales qui donneront les épaisseurs équivalentes en fonction du trafic et de la nature du sol.

Épaisseur	T1	T2	T3	T4
S1	1,1 – 0,9	0,95 – 0,75	0,7 – 0,6	0,6 – 0,5
S2	0,95 – 0,75	0,75 – 0,6	0,6 – 0,45	0,45 – 0,35
S3	0,75 – 0,65	0,65 – 0,5	0,5 – 0,4	0,40 – 0,30
S4	0,60 – 0,50	0,50 – 0,40	0,40 – 0,30	0,30 – 0,20

### **c- Détermination des épaisseurs des différentes couches :**

Connaissant l'épaisseur équivalente au moyen de la classe du trafic et la classe du sol, déterminer les épaisseurs des couches des matériaux.

Soit D l'épaisseur totale de la chaussée lue dans le tableau ci-dessus, on aura donc :

$$D = \sum a_i h_i$$

**Avec :**  $a_i$  : coefficient d'équivalence de la couche  $i$

$h_i$  : épaisseur de la couche  $i$

### **Application :**

- trafic journalier                      20000 veh/j    → T3

- nature du sol                              craie et marnes → S1

T3} =>                      D = 0,70 - 0,60 m

S1}

### **On prévoit :**

Une couche de béton bitumineux d'épaisseur :

$$H1 \quad a = 2$$

Une couche de grave ciment d'épaisseur :

$$H2 \quad a = 1,5$$

Une couche de grave naturel d'épaisseur :

$$H3 \quad a = 0,75$$

On prend  $D = 0,75$  m

$$D = \sum a_i h_i$$

$$D = a_1 h_1 + a_2 h_2 + a_3 h_3$$

$$0,7 = 2h_1 + 1,5h_2 + 0,75h_3$$

$$\text{Si } h_1 = 0,04 \text{ m} \Rightarrow h \approx 0,28$$

$$h_2 = 0,30 \text{ m}$$

Donc l'épaisseur réelle de la chaussée est :

$$D'' = 0,04 + 0,30 + 0,28 \Rightarrow D'' = 0,62 \text{ m}$$

**CHAP.II**  
**TERRASSEMENTS**  
**GENERAUX**

## **CHAPITRE II : TERRASSEMENT GÉNÉRAUX**

### **II.1.Généralités :**

Le terrain tel qu'il se trouve dans la nature n'est pas souvent apte à recevoir l'emprise d'une opération de construction notamment si celle-ci est d'une grande envergure ; car les ondulations du terrain naturel modelées spontanément par les phénomènes naturels (vent, pluie) ne correspondent pas à la géométrie conçue pour la construction en question, en outre le bon sol sur lequel la construction devrait se tenir stable est loin d'être rencontrée sur la surface du terrain naturel.

De ce fait, la modification du terrain naturel pour l'adopter à la construction s'avère nécessaire même inévitable, l'opération qui a pour souci cette modification, n s'appelle " terrassement généraux ".

### **II.2.Définition :**

Les terrassements généraux sont l'ensemble des travaux qui ont pour objet de mettre le terrain naturel en état de recevoir les bâtiments et les différents réseaux publics, compte tenu de leur importance dans une opération d'urbanisation.

### **II.3.Terminologie :**

**a°/ Déblaiement** : C'est l'opération qui consiste à abaisser le niveau altimétrique du terrain, en vue de réaliser une fouille, une tranchée,...etc.

Déblai : c'est le nom qui désigne les terres provenant de l'excavation.

**b°/ Remblaiement** : Est l'opération opposée à la première, elle consiste à apporter des terres en vue de combler un vide, ou former un massif de terre.

Remblai : est le nom qui désigne les terres à apporter pour l'opération de remblaiement.

**c°/ Cote plate forme (C.P.F)** : Est le niveau altimétrique à donner au terrain naturel sur une surface définie par l'une des opérations de déblaiement ou de remblaiement.

**d°/ Dépôt** : C'est l'endroit où on doit déposer les terres résultant d'une opération de déblaiement.

**e°/ Emprunt** : C'est l'endroit où on doit apporter les terres afin de réaliser un remblaiement.

**f°/ Foisonnement :** C'est une propriété que possède les sols d'augmenter le volume lorsqu'on les met en mouvement, il se produit par la suite de décompression des matériaux constituant le sol des vides partiels entre les particules plus ou moins grosses.

Lorsqu'on remet en place les sols remaniés, ils ne reprennent par leur volume initial qu'ils occupaient, ceci est caractérisé par la variation de l'indice des vides " e " qui est donnée par l'expression suivante :

$$e = \frac{V_v}{V_s} \quad \text{avec } V_v : \text{volume des vides}$$

$V_s$  : volume des solides

Par suite, la variation du volume total  $V_0$  (avant déblaiement) qui devient  $V_1$  (après déblaiement) est donnée par la relation suivante :

$$V_1 = V_0 (1 + 1/m) \quad \text{avec : } 1/m = \text{taux d'augmentation de volume}$$

Le foisonnement des sols est très variable suivant sa nature, il varie de 10 % à 40 % environ, on peut compter en moyenne 15 % à 25 % pour les argiles, en particulier le coefficient  $1/m$  varie de 20 % à 30 %.

**g°/ Tassement :** Est la propriété que possède le sol de diminuer de volume par l'action des phénomènes naturels dans le temps ou par compactage direct à l'aide des engins mécaniques appropriés.

Le tassement ultérieur des sols fraîchement remués et remis en place, fait diminuer leur volume de 15 % à 20 % environ et d'une manière générale, les remblais se tassent naturellement à long terme sous l'effet de leurs poids, des intempéries (eau, pluie) et des charges extérieures (circulation des véhicules).

Le taux des tassements varie de 15 à 20 %.

**Exemple :** Soient le coefficient de foisonnement  $k_f = 0,25$

Le coefficient de tassement  $k_e = 0,20$

Déblai en place : pour un volume géométrique de 1 m<sup>3</sup>, on obtient le volume par :

- 1) foisonnement :  $V_1 = 1(1+0,25) \Rightarrow V_1 = 1,25 \text{ m}^3$
- 2) tassement :  $V_2 = V_1 (1-0,2) \Rightarrow V_2 = 1 \text{ m}^3$



## **II.4.Approche globale des travaux de terrassement :**

Pour exécuter un projet de terrassement dans un site destiné à l'urbanisation, il est raisonnable de décomposer cette tâche en trois phases principales :

### **II.4.1.Différentes phases des travaux de terrassement :**

**Phase I :** Elaboration des documents nécessaires et indispensables tels que la représentation du relief du terrain en question sur un levé topographique sans négliger aucun détail qui pourra servir d'information.

Le plan de masse sur lequel se trouvent tous les détails concernant le futur projet (plan d'implantation des bâtiments et de la voirie) sans oublier l'étude géotechnique du sol présentée sur un rapport complet du sol.

Il est à signaler que la fidélité des informations fournies par ces documents est déterminante pour la qualité d'exécution de la deuxième phase.

**Phase II :** Le but de cette phase (qui fera en partie l'objet de chapitre) est de permettre la meilleure prévision possible des conditions de réalisations, les difficultés techniques, qualité des terres à emprunter pour les remblais, et à mettre en dépôt pour les déblais, le matériel approprié à engager et le coût qui revient à cette opération.

Une grande précision dans cette étude n'est pas exigée par ailleurs, les méthodes utilisées pour les calculs donnent généralement des résultats approximatifs mais ainsi il ne faut pas en abuser.

**Phase III :** Le but essentiel de cette phase consiste à réaliser des emprises devant recevoir les ouvrages pour les opérations d'urbanisation ou les travaux des terrassements généraux sont réduits aux tâches suivantes :

- Etablissement des plates formes au droit des bâtiments et chaussée
- Creusement des tranchées pour l'implantation des réseaux publics (assainissement, AEP...etc.)
- Soutènement des terres par des talus ou par des ouvrages spéciaux qui doivent être évité
- Il est à signaler que toutes les tâches de troisième phase doivent être réalisées selon les indications fournies par les plans d'exécution élaborés dans la deuxième phase.

**II.4.2.Position du problème :** Chaque chantier possède des problèmes et des difficultés techniques spécifiques, ainsi toutes les solutions techniques apportées aux différents problèmes ne peuvent être généralisées.

Les objectifs des terrassements étant fixes dans la troisième phase du paragraphe (II-1), il faut les atteindre de la manière la plus simple possible, mais des exceptions à cette règle ne sont pas à écarter:

- a) Le bâtiment peut comporter un sous-sol sur toute ou une partie de sa surface qui nécessite une fouille en pleine masse importante.
- b) Pour les projets linéaires, même si le terrain présente une légère pente peu appréciable à l'œil nu, la dénivellation peut être très importante sur une longue distance.
- c) Lorsque la qualité du sol est très mauvaise et qui ne peut pas être réutilisé, ou difficile à compacter, qui engendre des mouvements de terre très importants.
- d) Dans les terrains qui présentent une morphologie très accidentée, afin de limiter les mouvements des terres, les décrochements de niveau sont parfois inévitables, ceci fait appel au soutènement des terres par les talus lorsque ces décrochements sont minimes, dans le cas contraire, on a recours à des ouvrages spéciaux (murs de soutènement) qui sont onéreux, surtout s'ils s'étendent sur une longue distance.
- e) Si le sol est utilisable, il faut penser à l'équilibre du déblai – remblai pour ne pas avoir recours à l'emprunt ou à mettre en dépôt des terres, car ceci nécessite des dépenses non négligeables.

#### **II.4.3. Etudes des travaux de terrassement : (mouvement des terres)**

Comme nous l'avons signalé précédemment, l'objet de ce chapitre fait partie de la deuxième phase (voir II-1), c'est la cubature des terrasses, c'est à dire déterminer les quantités en volume des terres à extraire et à emprunter séparément pour mettre le terrain en état de recevoir la construction moyennant les différentes méthodes de calculs.

Dans ce qui suit, nous allons exposer les méthodes de choix des cotes plates formes (CFP), ainsi que du calcul du volume des terres (déblais – remblais) revenant séparément au bâtiment et à la voirie compte tenu de leur importance dans un chantier des travaux de terrassement.

#### **II.5. Cubature des terrasses :**

##### **II.5.1. Décapage de la terre végétale : (nettoyage)**

Il est évident, avant d'entamer les travaux de terrassement, de procéder au nettoyage du sol naturel, cette tâche consiste à débarrasser le terrain de toute la terre végétale, des débris, des matières organiques, des arbres et arbustes qui pourraient s'y trouver, le terrain est mis à nu jusqu'à la couche saine.

**N.B :** La mise en réserve de la terre végétale est recommandée car elle peut servir ultérieurement pour la conception des espaces verts, aires de jeu.....etc.

La couche de terre végétale est à décaper selon la nature du sol constituant le site, son épaisseur varie entre 20 et 40 cm, elle est quantifiée de la manière suivante:

a- Pour les bâtiments, la terre végétale à décaper pour préparer les plates formes des bâtiments quantifie au m<sup>3</sup>.

Le volume approximatif de la (TV) (figure : II-1) est égal à la surface en plan du bâtiment débordé de 1,5 à 2 m de part et d'autre, multipliée par l'épaisseur de la couche qui varie de 20 à 40 cm

$$V_{tv} = a.b.e$$

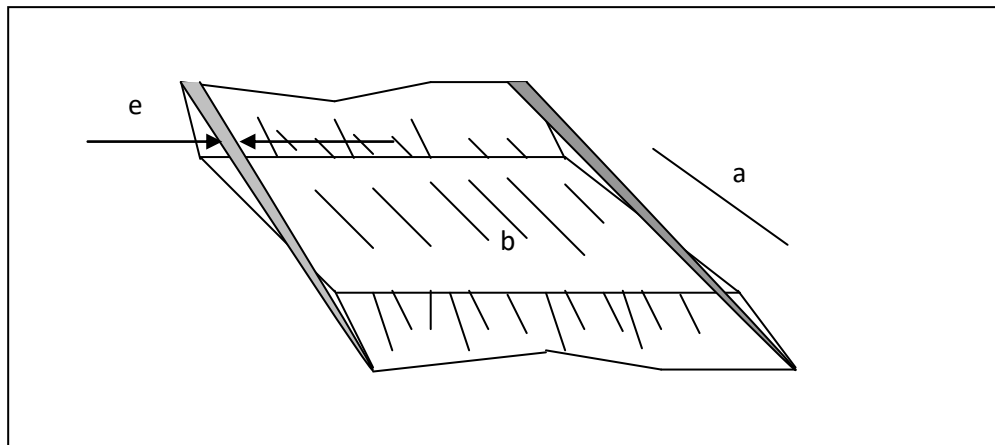


Figure: II-1: Plan du plate forme de batiment.

b- Pour la voirie qui est un projet linéaire, la terre végétale est quantifiée également en (m<sup>3</sup>), elle est calculée sur les profils en travers.

Soit à déterminer le volume de la terre végétale revenant au profil en travers de la (figureII-2), sachant que “ X ” est la distance partielle et P1, P2, P3, P4, P5,et P6 sont les pentes du terrain naturel correspondant aux distances partielles respectivement (X1, X2, X3, X4, X5, etX6).

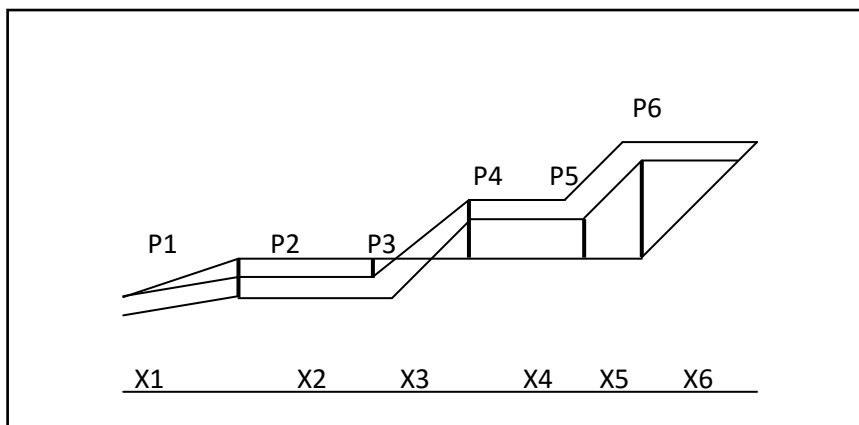


Figure II-2 : Profil en travers de la voirie.

Le volume total “ V<sub>tv</sub> ” de la terre végétale revenant à ce profil est donne par l'expression suivante :

$$V_{tv} = e. (X1.P1 + X2.P2 + X3.P3 + X4.P4 + X5.P5 + X6.P6)$$

Avec, e : épaisseur de la terre végétale considérée.

## II.5.2.Cubature des plates formes :

**II.5.2.1.Introduction :** Après le nettoyage du terrain naturel, la cote plate forme étant fixée par le plan d'exécution à l'aide d'un matériel approprié, on doit réaliser cette plate forme par :

- L'opération de déblaiement si elle est prévue au-dessous de TN
- L'opération de remblaiement si elle est prévue au-dessus de TN dans les terrains accidentés, en général la plate forme est réalisée par une opération mixte, déblai et remblai afin :
  - De ne pas créer des décrochements de niveau important
  - De ne pas dépasser la hauteur du remblai autorise (qui est fixe suivant l'infrastructure des constructions et la nature du sol)
  - De s'arranger de telle manière à limiter au minimum les décrochements entre la chaussée et la plate forme

**II.5.2.2.Calcul de la cote plate forme :** Pour déterminer la cote plate forme selon les critères précités, deux cas se présentent :

- **Cas où la surface est carrée ou rectangulaire :** Le cote plate forme  
 $C.P.P. = H_{min} + H/2$  où  $CPF = H_{max} - H/2$

Sachant que  $H = H_{max} - H_{min}$ .

$H_{max}$  : l'altitude du sommet le plus haut de la plate forme considérée.

$H_{min}$  : l'altitude du sommet le plus bas de la plate forme considérée.

**Application numérique :** (figure :II-3/ci-contre)

$H_{max} = 650$ ,  $H_{min} = 648$ ,  $H = 650 - 648 = 2$  m

$$D'où CPF = \left. \begin{array}{l} 648 + 2/2 \\ 650 - 2/2 \end{array} \right\} = 649 \text{ m}$$

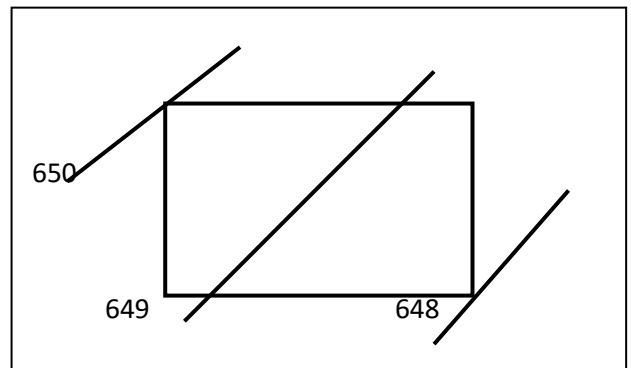


Figure: II-3:Surface rectangulaire .

**Cas où le terrain est accidenté :**

Si le terrain est accidenté, les courbes de niveau sont trop serrées, on peut avoir plusieurs courbes de niveau traversant la plate forme, dans ce cas la CPF est fixée de la manière suivante :

$$CPF = \frac{H_{max} + H_{min}}{2}$$

avec  $H_{max}$  : la plus grande cote traversant la PF

Hmin : la plus basse cote traversant la PF

Où :  $CPF = \frac{\sum Hi}{N}$

avec H : courbe traversant la plate forme

n : nombre de courbe traversant la PF

**Application numérique :**

650 + 651 + 652 + 653 + 654 + 655 + 656 + 657 + 658

CPF = -----

9

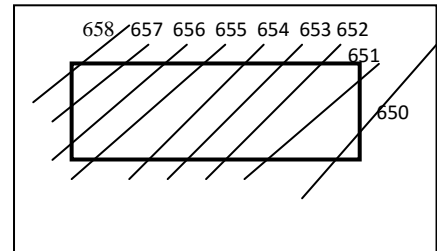


Figure: II-4: Concernant l'application

D'où CPF = 654

**Cas des surfaces quelconques :**

CPF = Hmin + 2/5 (Hmax – Hmin)

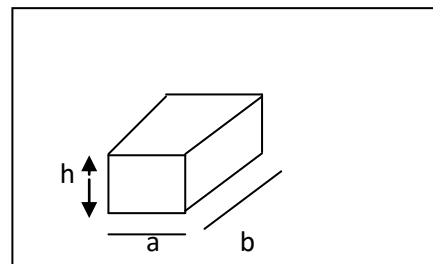
**NB :** les CPF calculées par les méthodes citées ci-dessus sont purement théorique, elles sont prises sous réserve, car ces méthodes de calcul ne prennent en considération que l'équilibre déblai – remblai, donc, il est recommande de vérifier les cotes formées si elles conviennent à la réalité du projet, surtout si le terrain naturel présente une morphologie très accidentée.

**II.5.3.Calcul des cubatures des plates formes :**

**II.5.3.1.Considérations générales :**

- Volume d'un cube  
=>  $V = a.b.h$

Figure : II-5-a : Cube.



- Volume d'un prisme  
=>  $V = \frac{1}{2} B.H.h$

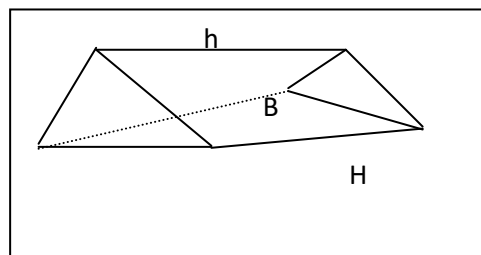


Figure : II-5-b : Prisme.

**II.5.3.2.Méthodes de calcul des cubatures :**

Deux méthodes de calcul des cubatures des plates formes peuvent être utilisées :

- Méthode de quadrillage,
- Méthode des triangles

1) **Méthode de quadrillage** : Cette méthode consiste à :

a) **Décomposer la plate forme en surfaces élémentaires de forme géométriques régulières et identiques (carres ou rectangles)**

b) **Tracer la courbe représentant la cote plate forme :**

- Les surfaces élémentaires au-dessous de CPF sont comptées en remblais
- Les surfaces élémentaires au-dessus de CPF sont comptées en déblais

c) **Déterminer les quatre cotes (H1 H2 H3 H4) des sommets de chaque surface élémentaire par interpolation des courbes**

$$dH_i = H_i - CPF > 0 \Rightarrow \text{déblai}$$

$$dH_i = H_i - CPF < 0 \Rightarrow \text{remblai}$$

d) **Calculer la hauteur moyenne (Hm) qui est donnée par la relation :**

$$H_m = \frac{\sum H_i}{4} \quad \text{et déterminer la dénivelée dH telle que :}$$

$$dH = H_m - CPF \left. \begin{array}{l} > 0 \Rightarrow \text{déblai} \\ > 0 \Rightarrow \text{remblai} \end{array} \right\}$$

e) **Calculer la surface élémentaire  $S_i = a_i \cdot b_i$**

f) **Calculer le volume élémentaire donne par le produit de la hauteur moyenne par la surface élémentaire.**

$$V_i = dH_{mi} \cdot S_i \quad \text{avec } S_i : \text{ surface élémentaire}$$

$$dH_{mi} : \text{ hauteur moyenne revenant à la surface } S_i$$

$$V_i : \text{ volume élémentaire}$$

NB :  $dH_{mi}$  : pris en valeur algébrique.

**g) Déterminer le volume total séparément du déblai et du remblai revenant**

$$VT < 0 \rightarrow \text{remblai}$$

à la plate forme :  $VT = \sum Vi$

$$VT < 0 \rightarrow \text{déblai}$$

**Application numérique** : Soit la figure : II-6.

$$CPF = 652 ; ai = 54\text{m} ; bi = 4\text{m}$$

$$\text{Surface SI} : HI = 652, 36, H2 = 652,15$$

$$H3 = 652 ; H4 = 653$$

$$\text{D'où } Hm = \frac{\sum Hi}{4} = 652,377 = 652,38 \text{ m.}$$

- $dH = Hm - CPF = 652,38 - 652 = 0,38 \text{ m}$
- $S = ai \cdot bi = 4 \cdot 4 = 16 \text{ m}^2$
- $Vi = 0,38 \cdot 16 = 6,08 \text{ m}^3 \Rightarrow V$  est un volume en déblai.

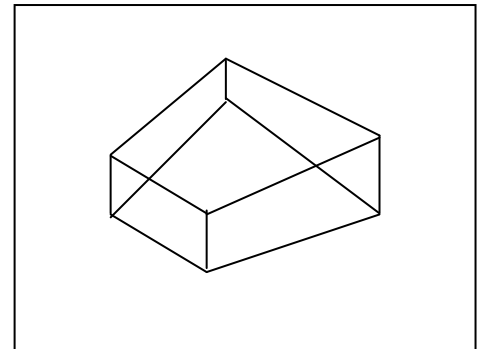


Figure : II-6 : Cube 2.

**2°/ Méthode des triangles** : Cette méthode ne diffère de la première que par la décomposition en surface élémentaire, donc la surface à considérer dans ce cas est celle d'un triangle auquel on détermine la hauteur moyenne de ces trois sommets :

$$Hm = \frac{\sum Hi}{3}$$

$$dHi = Hmi - CPF \begin{cases} > 0 \Rightarrow \text{déblai} \\ < 0 \Rightarrow \text{remblais} \end{cases}$$

**La surface revenant à chaque triangle :**

$$Si = \frac{1}{2} Bi \cdot Hi$$

Bi : base du triangle

dHi : hauteur

Le volume élémentaire génère par chaque triangle : déblai – remblai séparé

$$V_i = \frac{1}{2} B_i \cdot H_i \cdot dH_i = S_i \cdot dH_{mi}$$

$$\left. \begin{array}{l} V_i < 0 \Rightarrow \text{remblai} \\ V_i > 0 \Rightarrow \text{déblais} \end{array} \right\}$$

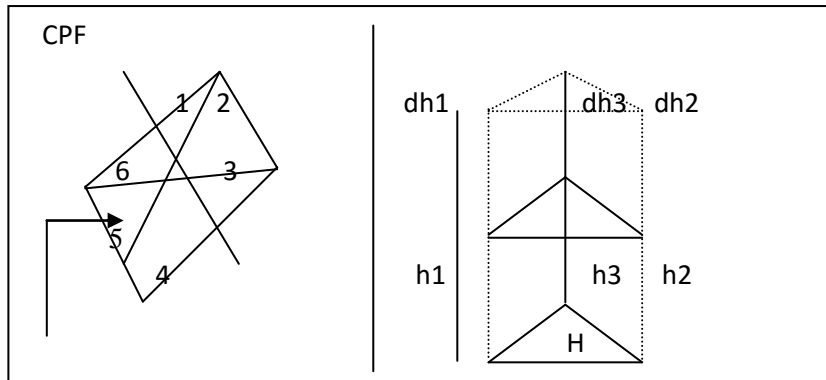


Figure : II-7 : Prisme 2.

**NB :**  $H_{mi}$  : prise en valeur algébrique

$$VT(\text{deb}) = \sum V_i \text{ avec } V_i > 0$$

$$VT(\text{remb}) = \sum V_i \text{ avec } V_i < 0$$

**Remarque :**

Les deux méthodes exposées ci-dessus présentent des résultats approximatifs, cependant la méthode des triangles a trouvé son champ d'application dans les terrains accidentés car elle présente des résultats plus précis que la méthode des quadrillages.

Il est à signaler que pour les deux méthodes, plus le nombre de surface élémentaires est important plus la précision est meilleur.

**NB :**

Dans le but d'obtenir une cubature aussi précise que possible, et vu la morphologie du terrain naturel qui est considéré par un relief moyennement accidenté, nous avons choisit la méthode des triangles.

**II.6.Cubature de la voirie :**

**II.6.1.Introduction au calcul des cubatures :**

Les profils en long et les profils en travers constituent les supports fondamentaux pour la cubature de la voirie, de ce fait la fidélité des informations qu'ils fournissent contribue efficacement à la crédibilité des résultats obtenus (volume des terres) et surtout du point de vue précision.



Le choix de la méthode de calcul doit se faire sur celle qui donne des résultats approximatifs de préférence par excès car l'exactitude coûte plus chère par la perte du temps et les défauts de précision risquent de sous-estimer un projet de terrassement.

### **II.6.2.Méthode de calcul :**

Pour calculer des cubatures de la voirie plusieurs méthodes peuvent être adoptées dont la précision varie d'une méthode à une autre.

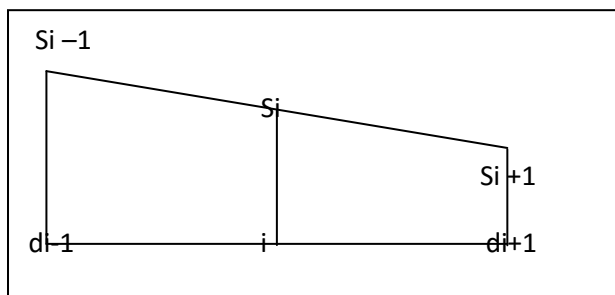
#### **II.6.2.1.Méthode des profils en long :**

C'est un procédé plus rapide mais moins précis, il consiste à utiliser pour un profil en travers une surface équivalente délimitée par une droite compensatrice tracée à la distance verticale de hauteur  $h$  de la ligne de projet, la valeur de  $h$  est prise directement sur le profil en long.

Cette méthode est utilisée pour les terrains peu accidentés.

#### **II.6.2.2.Méthode des aires moyennes :**

Cette méthode consiste à déterminer l'aire moyenne entre deux profils en travers qui suivent  $i$  et  $i+1$ , puis on déduit le volume du tronçon  $[i - i+1]$  en multipliant l'aire moyenne par la distance  $d_i$  séparant les deux profils.



Cas général

$$VT = \sum V_i$$

Figure : II-8 : Méthode des aires moyennes.

$$V_{i-1} = \frac{(d_{i-1})[(S_{i-1}) + (S_i)]}{2}$$

$$V_i = \frac{d_i[(S_i) + (S_{i+1})]}{2}$$

#### **II.6.2.3.Méthode des figures géométriques :**

Pour cette méthode, les terrassements sont délimités par des plans qui déterminent des figures géométriques connues, tels que prismes, pyramides, troncs de prisme dont le volume est facilement calculable. Cette méthode est plus difficile mais ses résultats sont plus précis.

#### **II.6.2.4.Méthode des profils en travers :**

Cette méthode consiste à faire pour chaque voie plusieurs profils en travers, les lignes du projet et du terrain naturel permettent de calculer les surfaces du terrassement déblai ou

remblai et on déduit par la suite le volume en multipliant la surface par la longueur d'applications qui est la moyenne de la somme des distances aux profils adjacents.

**Volume du déblai :**

$$ViD = SiD \frac{di+(di-1)}{2}$$

**Volume du remblai :**

$$ViR = SiR \cdot \frac{di+(di-1)}{2}$$

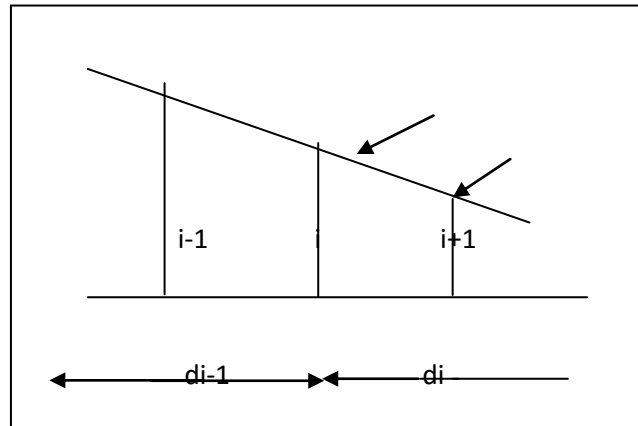


Figure : II-9 : Méthode des profils en travers

#### **II.6.2.5.Calcul électronique :**

Cette méthode est la plus récente et la plus rapide, elle évite les calculs longs, elle consiste à l'introduction des profils en travers, pente.....etc.

Ces calculs par ordinateur donnent :

- La “ ligne rouge ” en profil en long suivant des limites et des normes définies pour les pentes, rampes et raccordements.
- Détermination des surfaces des profils en travers ainsi que les cubatures correspondantes.
- Recherche de la position altimétrique du trace la plus favorable.

#### **Choix de la méthode :**

On a opte pour la méthode des profils en travers, car elle donne des résultats plus précis par rapport aux autres méthodes ; elle est facile à appliquer et aussi la plus utilisée.

**Application :** Les détails de calcul sont donnés par cet exemple en prenant le profil en travers suivant :

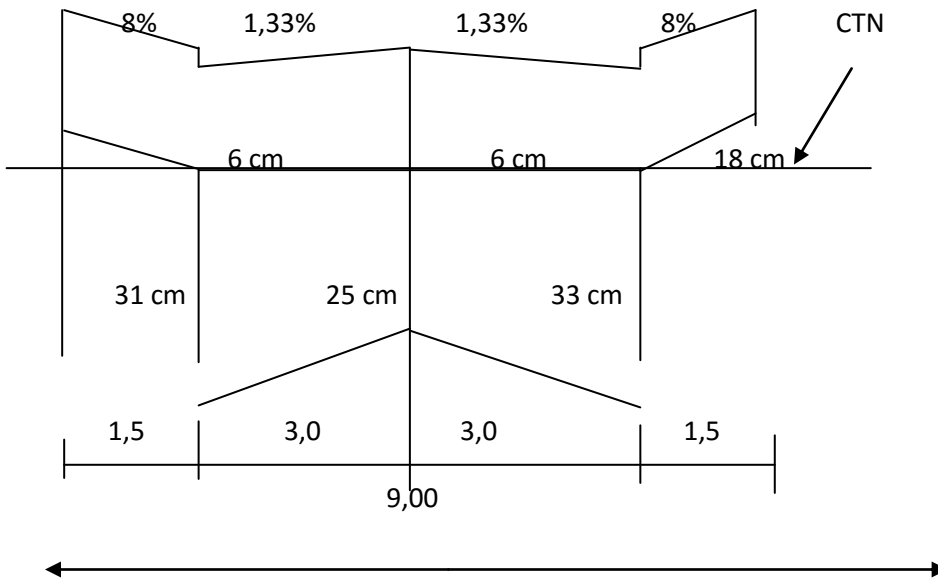


Figure : II-10 : Application.

**Solution :**

**Longueur d'application :**

$$\frac{31,11 + 20,11}{2} = 25,80 \text{ m}$$

**Terre végétale :**  $STV = 0,25 \cdot 10 = 2,5 \text{ m}^2 \Rightarrow VT_v = 2,5 \cdot 25,80 = 70,96 \text{ m}^3$

**Déblai :**  $SD = \left( \frac{0,31 + 0,25}{2} \right) 3 + \left( \frac{0,25 + 0,33}{2} \right) 3 = 1,71 \text{ m}^2$

$VD = 1,71 \cdot 25,80 = 44,11 \text{ m}^3$

**Remblai :**  $SR = \frac{(0,06 + 0,1)^2}{2} + \frac{(0,04 + 0,09)^2}{2} = 0,29$

$VR = 0,29 \cdot 25,80 = 7,48 \text{ m}^3$

**NOTA :** Les résultats des autres profils sont donnés par le tableau suivant :

$VT_v = 70,96 \text{ m}^3$
$VD = 44,11 \text{ m}^3$
$VR = 7,48 \text{ m}^3$

**II.7.Soutènement des terres :**

Tous les sols rencontrés dans la nature lorsqu'ils se trouvent en pente assurent leur auto stabilité suivant leurs caractéristiques intrinsèques.

En effet, selon les considérations de la MDS, si la pente d'un sol quelconque est inférieure à celle de son angle de frottement " $\phi$ ", le sol assure lui même la stabilité dans le cas contraire, il y a risque d'éboulement des terres.

Si  $a = \phi \Rightarrow$  la stabilité du sol ..... (1)

**Les talus :**

**A/ Définition :** Un talus est un sol quelconque qui se trouve à une inclinaison quelconque.

**B/ Utilité :** Lors d'une opération de remblaiement et/ou de déblaiement en vue de réaliser une plate forme, il y a lieu de créer des décrochements de niveau. Ceci fait que la stabilité du sol est comprise sin on ne prévoit pas un talus d'angle " $a$ " suffisamment petit pour que la relation (1) soit vérifiée.

**C/ Caractéristiques géométriques d'un talus :**

H : hauteur du talus.

B : base du talus.

A : angle d'inclinaison par rapport au plan horizontal.

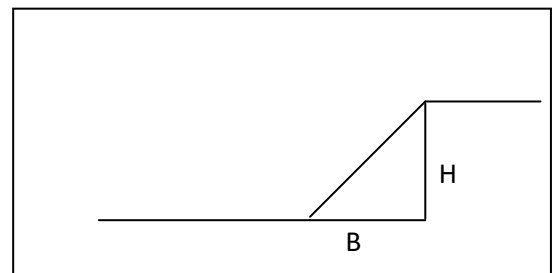


Figure : II-11 : Talus.

Les talus sont définis par la cotangente de l'angle " $a$ ".

(b ; h) , prononce : " talus de b pour h ".

Exp.: (3 :1), prononce " talus 3 pour 1 ".

Le tableau ci-après donne l'inclinaison maximale des talus selon la nature et l'état du sol.

**d/ Cubature des talus :** La réalisation d'un talus fait partie des travaux de terrassements généraux, en d'autres termes, c'est mettre le terrain naturel en pente prévue par le plan d'exécution à l'aide d'un matériel approprié, dans le but de soutenir les plates formes (des voiries – des bâtiments.....etc.).

Cette opération nécessite un emprunt des terres et/ou l'extraction des terres, ceci donne lieu à deux types de talus :

- Talus en déblai
- Talus en remblai

Puisqu'il s'agit de déblaiement et de remblaiement, donc il faudra quantifier les terres à enlever et/ou à ramener, ceci constitue la cubature des talus et qui est très simple, elle consiste à calculer les volumes concernant des formes géométriques usuelles telles que (prisme, tétraèdre.....etc.).

**Chap. III**  
**ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

## **Chap III: ALIMENTATION EN EAU POTABLE**

### **III.1.Introduction:**

L'eau est un bien public, chacun a le droit de l'acquérir en quantité suffisante et en quantité satisfaisante.

Dans les temps anciens, le transport de l'eau se faisait par des moyens rudimentaires, de nos jours, l'évolution a permis de canaliser l'eau depuis la source jusqu'aux points d'utilisation, la conception et l'étude d'une telle canalisation nécessitent la considération de tous les facteurs agissant sur ce genre d'opération pour assurer un fonctionnement rentable et durable de l'ouvrage.

Il est bien de rappeler les procédés à effectuer avant l'introduction de l'eau dans les canalisations de distribution dont voici certains :

### **III.2.Captage des eaux :**

C'est une opération qui consiste à capter l'eau douce pour la mettre en réserve, puis la distribuer après traitement; l'eau peut provenir soit des eaux souterraines soit des eaux de surface.

#### **III.2.1.Eau souterraine :** (captage par puits)

La perméabilité de certains sols permet à l'eau de pluie de pénétrer dans des profondeurs variables de la terre. Arrivant à une certaine profondeur, l'eau se stagne pour former des nappes ; cette nappe constitue la source de prise d'eau pour l'adduction en eau potable.

#### **III.2.2.Eau de surface :**

L'origine de cette eau est également la pluie sur les bassins versants du milieu récepteur, elle finit par se déverser dans les cours d'eau, les lacs,...etc, et qui constitue la source de captage des eaux de surface.

### **III.3.Traitement des eaux :**

C'est l'ensemble des opérations qui consiste à traiter les eaux dans le but de les rendre potables ; l'élimination des éléments en suspension par décantation ou par filtration.

La stérilisation essentiellement par l'action soit du chlore ou de dérivés chlorés ou l'ozone.

L'amélioration qui consiste à corriger les propriétés chimiques de l'eau captée, soit par addition de corps chimiques consommables, soit par absorption de corps supprimés.

### **III.4.Considérations générales :**

Avant de passer aux dimensions du réseau de distribution d'eau potable, il faut établir le bilan général des différents points de consommation qui est déterminé sur la base des consommations spécifiques.

Ecole → 20l/j/élève

Logement → 150l/j/hab.

Mosquée → 5l/j/m<sup>2</sup>

Locaux administratifs → 2l/j/m<sup>2</sup>

#### **III.4.1.Débit de pointe :**

La plus grande consommation est enregistrée durant la journée, d'autre part, il faut tenir compte des pertes admissibles liées au rendement du réseau qui sont généralement estimées à 15 %.

L'expression qui donne le débit de pointe  $\phi_p$  pour alimenter les points à usage d'habitation est

$$\phi_p = \frac{1,15 C_j \cdot N \cdot P}{86400} \quad (l/s)$$

$C_j$  : dotation journalière (l/j/hab.)

$N$  : nombre d'habitant

$P$  : coefficient de pointe.

#### **III.4.2.Vitesse d'écoulement :**

On doit une vitesse  $0,5 \text{ m/s} < V < 1,5 \text{ m/s}$

$V < 1,5 \text{ m/s}$  pour éviter le bruit et les dégradations des conduites.

$V < 0,5 \text{ m/s}$  pour éviter les dépôts.

#### **III.4.3.Calcul des diamètres :**

L'expression qui permet de calculer le diamètre est :



$$Q_p = V.S \quad V : \text{vitesse [m/s]}$$

S : section de la conduite (m<sup>2</sup>)

Q<sub>p</sub> : débit de pointe (m<sup>3</sup>/s)

Sachant que  $S = \pi D^2 / 4$

$$D = \sqrt{4Q_p / \pi V} \quad D \text{ (m) : diamètre de la conduite}$$

**N.B :**

Le diamètre D calculé doit être normalisé par diamètre  $\phi$ , par conséquent la vitesse réelle d'écoulement V<sub>r</sub> est :

$$V_r = \frac{4Q_p}{\pi \phi^2} \quad (\text{m/s})$$

**III.4.4.Pertes de charges :**

Elles sont dues aux frottements entre particules du liquide et la paroi de la canalisation.

Elles sont données par la formule de COLEBROOKE :

$$\Delta j = \lambda . V^2 / 2g.D$$

$\Delta j$  : perte de charge de m de hauteur du fluide circulant dans la conduite par m de celui-ci

V : vitesse moyenne de l'écoulement (m/s)

g: accélération de la pesanteur (m/s<sup>2</sup>)

$\lambda$  : En fonction du nombre de REYNOLDS

Re :  $VD / \mu$  et  $K/D$

K : coefficient de rugosité en m

V : coefficient de viscosité cinématique du liquide en mouvement.

La formule de COLEBROOKE donne le coefficient de perte de charge

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2 \log \left( \frac{k}{2,7D} + \frac{2,51}{Re\sqrt{\lambda}} \right)$$

Pour une conduite neuve  $k = 0,1 \text{ mm}$

Pour une conduite ancienne  $k = 0,03 \text{ mm}$

En pratique, on utilise les tables de COLEBROOKE qui donnent les pertes de charges en fonction du débit, la vitesse et le coefficient  $k$ .

#### **III.4.5.Ligne piézométrique H :**

C'est la limite d'ascension de l'eau qui est entraînée par une pression quelconque, cette limite est atteinte avec énergie cinétique nulle.

La cote piézométrique est donnée par l'expression suivante.

$$H = Z + P$$

Z : cote altimétrique de l'eau

P : pression entraînée en m c E

H : cote piézométrique

#### **III.4.6.Pression :**

C'est une grandeur physique qui s'exerce sur un liquide dans une conduite pour lui apporter l'énergie nécessaire qui permet de vaincre les différentes pertes de charges rencontrées dans cette conduite.

### **III.5.Réseau de distribution d'eau potable :**

#### **III.5.1.Définition :**

C'est un assemblage de plusieurs conduites en série ou en parallèle accompagnée d'un ensemble d'accessoires (coude robinets bouche d'incendie), qui sont appelées à remplir des fonctions bien spécifiques.

#### **III.5.2.Différents types de réseaux :**

On distingue deux types de réseaux :

##### **III.5.2.1.Réseau ramifié :**

C'est le système le plus ancien, l'écoulement des eaux s'effectue dans le même sens, c'est à dire pas d'alimentation en retour des canalisations ; c'est un système économique mais il présente un grand inconvénient en matière de sécurité et ne s'adapte pas lorsqu'un arrêt se produit en un point ; il nous oblige d'isoler toute ou une partie d'un réseau située en aval, il a comme avantage, la facilité de réalisation et de calcul.

### III.5.2.2. Réseau maille :

Il présente l'avantage de simplifier considérablement l'exploitation car les coupures peuvent se faire en isolant une seule maille le reste étant toujours alimenté, aux heures de pointe les surcharges en point sont absorbées par les possibilités multiples d'alimentation.

Avantage : la sécurité est garantie en cas de panne

Inconvénient : coûteux et calcul complexe

**N.B : calcul :**

### III.6.1. Débit fictif équivalent (débit de calcul $Q_c$ ) :

C'est le débit rencontré sur un réseau des tronçons de conduite présentant des prises d'eau, ceci fait que le débit de ces tronçons varie autant de fois qu'il ait des prises d'eau on distingue trois débits sur ce tronçon :

$Q_6$  : débit d'entrée.

$P$  : débit de sortie (en aval).

$Q_r$  : débit en route (consomme).

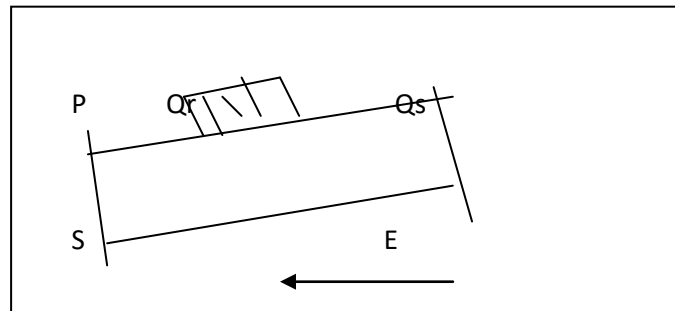


Figure III-1 : Tronçon de conduite.

Le dimensionnement de la conduite par ces débits peut être surdimensionné ou sous dimensionné, donc il faut déterminer le débit fictif équivalent dit " débit de calcul  $Q_c$  " qui est considéré uniforme le long de la conduite, tel que :  $P + Q_r \leq Q_c \leq P$

Pour le calcul on adopte pour la valeur de  $Q_c$  tel que :  $Q_c = P + 0,55 \phi_r$

### III.6.2. Loi de KIRCHHOFF : (équation de continuité)

$\sum Q_1 = 0$ , les débits entrants égaux aux débits sortants en chaque nœud.

- **équation des pertes de charge :**

$\sum j_1 = 0$  ;  $j_1$  : perte de charge en chaque tronçon compte en valeur algébrique selon le sens positif choisi.

### III.6.3. Calcul du débit correctif :

Par l'application des deux lois de KIRCHHOFF, on obtient :

$$\sum j$$

$$\Delta Q = - \frac{\sum j}{2 \sum (j/Q)} \dots \dots \dots \text{Formule de FAIR}$$

$$2 \sum (j/Q)$$

Les valeurs de  $j/Q$  sont prises en valeur absolue

Les valeurs de  $j$  sont prises en valeur algébrique

**a- Détermination des diamètres :**

- méthode d'HARDY CROSS : (méthode d'égalisation des charges)

Avec les itérations, on peut déterminer les débits exacts qui circulent avec leur sens.

**b- Marche à suivre :**

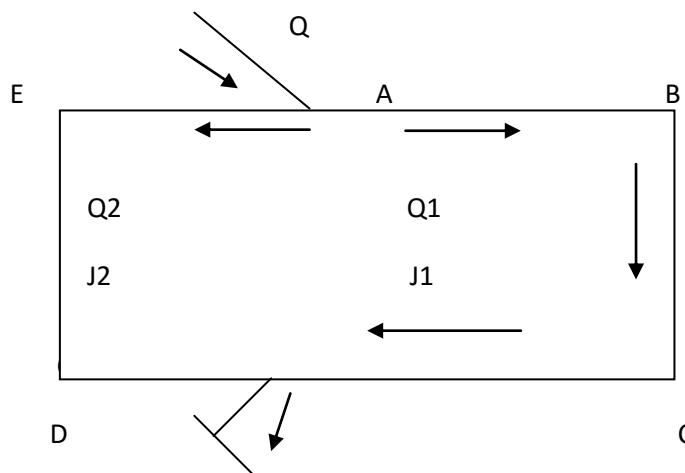


Figure : III-2 : Méthode Hardy Cross

- Etablir la répartition forfaitaire du débit en respectant les lois de KIRCHHOFF

- Calcul des diamètres provisoires.

Calcul des pertes de charges (COLEBROOKE)

$$\sum j$$

- Calcul des débits correctifs

$$\Delta Q = - \frac{\sum j}{2 \sum (j/Q)}$$

- Correction des débits provisoires
- Continuer les itérations jusqu'à  $\Delta Q \leq 0,001$ .

**C/ Vérification de la maille :**

$$\sum J_{ABCF} - \sum J_{AEDF} \text{ est acceptable (cas de fig.2)}$$

$$0,5 \text{ bar} \leq p \leq 4 \text{ bars}$$

$$0,5 \text{ bars} \leq V \leq 1,5 \text{ m/s}$$

### **III.6.4.Ramification du réseau maille :**

Le transport de l'eau depuis les canalisations principales (maille) jusqu'aux points d'utilisation (pieds des bâtiments) se fait par des ramifications.

### **III.6.5.Caractéristique hydraulique d'une conduite :**

D'après les lois de l'hydraulique

$$H_i = Z_i + P_i$$

$$H_j = Z_j + P_j$$

$$H_j = H_i + H_y$$

$H_i, H_j$  : cotes piézométriques

$P_i, P_j$  : pressions exercées sur l'eau sur les extrémités  $i, j$

$Z_i, Z_j$  : cotes altimétriques

$H_{ij}$  : pertes de charge totales dans la conduite  $i j$

### **III.7.Calcul et recommandations pratiques :**

La pression demandée à partir du point de piquage est fournie par les services publics.

Connaissant les caractéristiques du point de piquage :  $P - Z - H$  en se faisant un calcul par récurrence moyennant les formules, on peut déterminer la pression qui sera disponible au sol de chaque immeuble.

#### **III.7.1.Etablissement de la comparaison :**

$P_a > P_{max} \rightarrow$  réducteur de pression

$P_{min} \leq P_o \leq P_{max} \rightarrow$  fonctionnement normal

$P_o < P_{min} \rightarrow$  surpresseur au sol du bâtiment

#### **III.7.2.Trace en plan (recommandations générales) :**

- Toutes les canalisations sont posées en tranchée sous trottoir
- Limiter le nombre de traversée de la chaussée
- Occupation de la voirie qui ne contient pas le réseau d'assainissement
- Prévoir une protection en béton en cas de traversée de la chaussée et en cas où la profondeur est inférieure à 80 cm.

### **III.8. Protection du réseau :**

#### **Problèmes fréquents :**

- 1- Formation des poches d'air dues à l'augmentation de la température  $T^\circ$  et la diminution de la pression  $P_r$
- 2- Coup de bélier du à la propagation d'une onde de pression (ou dépression)
- 3- Détérioration des coudes dus aux grandes vitesses d'écoulement.

#### **Solution :**

- 1- Prévoir une ventouse (purgeur) aux points hauts du réseau
- 2- Prévoir des robinets vannes à ouverture et fermeture progressive (à vis)
- 3- Prévoir en face des coudes, des butées pour absorber les effets de vitesse

### **III.9. Organes annexes :**

**1/ Les canalisations :** Sont en acier galvanise, ont pour objet le transport de l'eau du point de piquage jusqu'aux points d'utilisation.

**2/ Joints :** L'assemblage de deux conduites successives.

**3/ Bouche d'incendie :** Utilisées pour satisfaire les besoins de lutte contre l'es incendies, rayon de balayage de 150 à 200 m et le débit est de 17 l / s.

**4/ Bouche d'arrosage :** Besoins en eau pour les espaces verts, lavages des trottoirs,.....etc. le débit d'alimentation est de 0,4 l /s.

**5/ Ventouse :** Placée aux points hauts du réseau, permet l'évacuation de l'air entraîné à l'intérieur des conduites.

**6/ Vidange :** Existe aux points le plus bas du réseau, permet de vider la maille pour l'entretien ou la réparation, elle est reliée au réseau d'assainissement.

#### **7/ Robinets :**

- a) Robinet vanne : L'isolation des conduites.
- b) Robinet de branchement : Commande le branchement des immeubles

**8/ Sur presseur :** L'augmentation de la pression

**9/ Dépresseur :** Les réductions de la pression

**NB :** Voir planche détail A.E.P.

### **Application au réseau d'AEP :**

Le réseau maille est l'option adoptée pour notre projet vu ces avantages dans la distribution, il est composé d'une seule maille, en débouchant des ramifications secondaires et tertiaires.

Le point de piquage : (cote sol = 661,19 m), pression disponible (35,11 m).

Cote piézométrique = 696,30 m

La cote débouchant au point de piquage débit 26,601 l/s, elle est de diamètre de 200 mm.

### **Estimation des besoins :**

Logement : 150 l/j/ha

commerce : 5 l/m<sup>2</sup>

Le coefficient de pointe P=3, les pertes admissibles sont de 15 %.

### **Exemple de calcul du débit de pointe :**

On admet que la densité est prise pour 7 hab. /logt.

Bâtiment ; R+4 → 10 logts, S = 165 m<sup>2</sup>

### **Débit de pointe :**

$$Q_p = 1,15 (c.j.n.P)/86400$$

$$D'où Q_p = 1,15 (150.10.7.3)/86400 = 0,419 \text{ l/s}$$

$$\text{Pour les commerces : } Q_p = 1,15(5.165..3)/86400 = 0,0329 \text{ l/s}$$

Le débit de pointe nécessaire pour le bâtiment y compris le commerce :

$$Q_p = 1,15 (150.8.7.3)/86400 + 1,15 (5.165.3)/86400 = 0,368 \text{ l/s}$$

### **Choix des canalisations :**

- les canalisations du réseau seront en acier, ainsi que les pièces de raccordement (TES, coudes, joints), les raccords seront à emboîtement.
- Une bouche d'incendie sur vanne de 100 mm de diamètre par bouche de débit de 17 l/s sous pression minimale de 1 bar.
- Les vidanges seront prévues aux points bas du réseau
- Les ventouses seront prévues aux points hauts du réseau, elles seront raccordées au réseau par diamètre de 60 mm.

**Dimensions des ramifications :**

Pour le calcul des ramifications, on n'a pas tenu compte des débits en route, c'est à dire que pour un tronçon ayant pour débit en route  $q$  et pour débit consommé le long du tronçon  $Q$  sera dimensionné pour un débit  $Q_c = Q + q$ , car les ramifications sont petites et les débits sont faibles.



## **CHAP. IV**

# **ASSAINISSEMENT**

## **CHAP IV : ASSANISSEMENT**

### **IV.1.Introduction :**

Il est évident que l'eau potable apportées aux habitations, mis à part la quantité déversée pour l'arrosage, par exemple et qui est très faible, sera rejetée vers l'extérieur par besoin de lavage, de propreté et d'hygiène.

D'une façon générale, dans tous les endroits où l'homme réside et notamment dans les agglomérations, les eaux de toutes natures ne doivent pas être laissées ruisseler naturellement, elles doivent être guidées, canalisées pour être dirigées vers des émissaires naturels ou artificiels et parfois être épurées et traitées avant leur rejet définitif.

### **IV.2.Aperçu général sur les principes de l'assainissement urbain :**

L'assainissement à pour but de collecter toutes les eaux polluées à savoir :

- Les rejets des habitations à travers les appareils sanitaires
- Les eaux usées industrielles
- Les eaux météoriques

Notons qu'un traitement particulier dans les stations d'épuration de certaines eaux usées, notamment celles provenant des industries est à considérer avant de les introduire définitivement dans la nature.

#### **IV.2.1.Les eaux résiduaires :**

On peut distinguer quatre catégories :

- Les eaux ménagères ;
- Les eaux de ruissellement ;
- Les eaux vannes ;
- Les eaux résiduaires industrielles.

#### **IV.2.2.Différents systèmes d'assainissement :**

##### **IV.2.2.1.Systèmes fondamentaux :**

a) **Système unitaire** : L'évacuation des eaux (EU et EP) est assurée par un réseau unique

**Avantage :**

- Economique (coût plus bas)
- Facilite de branchement et de mise en œuvre.

**Inconvénients :**

- Pollution relative du milieu récepteur
- Perturbation du fonctionnement de la station d'épuration

**b) Système séparatif :**

Il est composé de deux conduites distinctes, l'une collecte les eaux pluviales et l'autre les eaux usées.

**Avantage :**

- La station d'épuration est simplement dimensionnée (faible)
- Fonctionnement efficace de la station d'épuration.

**Inconvénients :**

- Mise en œuvre du système séparatif (coût élevé)
- Problème de raccordement
- Pollution des eaux des premières pluies subsistent dans le milieu d'habitation récepteur

**c) Système mixte :**

C'est un réseau constitué selon les zones d'habitation, en partie système unitaire et en partie système séparatif.

**IV.2.2.2.Système pseudo-membrane :**

Les eaux météoriques sont divisées en deux parties :

- L'une provenant uniquement des surfaces de voiries, et l'évacuation se fait directement dans la nature.
- L'autre provenant des toitures, cours et jardins qui déversent dans le réseau à l'aide des mêmes branchements que ceux des eaux usées.

• **Avantages et inconvénients :**

Ce système est comparable avec le système séparatif mais sans problème de raccordement, en contre partie perturbation du fonctionnement de la station d'épuration.

**1) Choix du système d'assainissement :**

Le choix est basé sur les considérations suivantes :

- Raccordement des immeubles (faisabilité, facilité)
- Épuration (bon fonctionnement, coût bas)
- Hygiène et protection des milieux récepteurs
- Condition de fonctionnement et d'entretien et le coût.

**NB** : On a choisit le système unitaire pour notre projet.

**IV.3.Dimensionnement de l'ouvrage d'évacuation** : (système unitaire)

**IV.3.1.Débit de pointe des eaux usées :**

**IV.3.1.1.Débit moyen journalier :**

n.c.

$$qm = \frac{\dots\dots\dots(n/s) \dots\dots\dots(1)}{86400} \dots\dots\dots(1)$$

n : nombre d'habitant

c : consommation journalier estimée à 150 l/j/hab.

a : coefficient d'abattement estime entre 20 et 30 % donc, a= 0,2 à 0,3

**IV.3.1.2.Coefficient de pointe :**

$$P = a + b / \sqrt{qm} \dots\dots\dots(2)$$

a : Paramètre qui exprime le seuil à ne pas dépasser

qn → +∞, il est fixe tel que a = 1,5

b : Paramètre qui tient compte de la croissance

qm → 0, il est fixe tel que b = 2,5

d'où  $P + 1,5 + 2,5 / \sqrt{qm} \dots\dots\dots(3)$

**IV.3.1.3.Débit de pointe :**

$$Qp = p.qm \Rightarrow P = 4 \dots\dots\dots(4)$$

**IV.3.2.Débit de pointe des eaux pluviales :**

**IV.3.2.1.Introduction :**

L'estimation des débits à évacuer est basse sur les connaissances hydrologiques de la région considérée et les statistiques relevées sur sa pluviométrie pendant une période donnée.

**IV.3.2.2.considérations générales :**

**a) Coefficient de ruissellement C :**

- Surface imperméable .....0,9
- Pavage à large joint .....0,6
- Voie en macadam non goudronne.....0,35
- Allée en gravier.....0,2
- Surface boisée.....0,05

$$CP = \frac{\sum Si.Ci}{\sum Si} \dots\dots\dots(5)$$

**b) Temps de concentration “ tc ” :**

$$tc = t1 + t2 \dots\dots\dots(6)$$

t1 = 2 minutes pour les pentes de 10 % des voies et des toits ou branchements.

t1 = 15 minutes pour une pente de 0,1 %

t2 : Délai d’écoulement en canalisation à une vitesse de 1 m/s sur parcours limite à 1500 m.

On prend t1 = 5 min pour t2 = D/60 avec D = 1500 m

on aura tc = 5 min + D/60 .....(7).

**c) Intensité de précipitation :**

Elle dépend du temps de concentration (tc) et de la fréquence (N) tel que N = 1/T

T : La période de retour

L’expression de l’intensité

$$I = (280 - 250 \log N) T \quad (\text{mm/h})$$

$$I = (805 - 694 \log N) T \quad (\text{l/s/hab.}) \dots\dots\dots (8)$$

b : Coefficient caractérisant la pluviométrie de la région pour l’algérois, b = - 0,65

**IV.3.2.3.Différentes méthodes de calcul :**

**a) Méthode rationnelle :**

$$Qp = C.I.S \quad (\text{l/s}) \dots\dots\dots(9)$$

S : Surface du bassin (ha)

I : Intensité de précipitation (l/s/hab.)

C : Coefficient de ruissellement

b) **Méthode superficielle** : (modèle de A.CAQUOT)

Elle est destinée pour les agglomérations de grandes surfaces jusqu'à 200 ha

$$Q_p = K.I.C.S \dots\dots\dots(10)$$

Avec  $k = [0,5(f) / 6,6]$

$$0,41.b (f) \qquad 1 \qquad 1,05 + 0,507 b (f)$$

$$U = \text{-----} ; V = \text{-----} ; W = \text{-----}$$

$$1+0,29 b (f) \qquad 1+0,29b (f) \qquad 1+0,29 b (f)$$

a (f), b (f) : Les valeurs paramétriques de la pluie considérées

I : Pente moyenne du bassin d'apport

C : Coefficient volumétrique de ruissellement

S : Surface totale des bassins d'apport

Il convient d'utiliser pour les calculs l'expression suivante :

$$Q_p = 550.I.C.S \dots\dots\dots(11)$$

1) **Pente moyenne** :

$$I_{\text{moy}} = \frac{\sum L_j}{L_i} \qquad L_j : \text{le parcours hydraulique le plus long } j$$

$$\sum \frac{I_j}{L_j} \qquad I_j : \text{pente du bassin } j$$

2) **Allongement des bassins versants** : soit en série ou en parallèle  
 $M = L/S$  L : hectomètre de plus long cheminement  
S : surface du bassin (hectare)

**c) Méthode linéaire :**

Elle permet de suivre la progression des débits le long d'une voie, elle est basée sur l'expression du coefficient de ruissellement tel que :

$$C = 0,56 (L/2S) \cdot \mu \dots\dots\dots(12)$$

C : Coefficient de ruissellement

S : Surface du bassin d'apport

L : Longueur (hectomètre) des rus qui sillonnent le bassin

$\mu$  : Facteur d'imperméabilité qui est donnée par :

$$\mu = 0,02 \text{ h/r} \cdot 1/R ; \text{ où h/r : nombre d'habitant par hectomètre}$$

R : Longueur totale des rues de l'agglomération

Le débit de pointe est donnée par :  $Q_p = 550 \cdot I \cdot 0,56 (L/2S) \cdot \mu \cdot S \dots\dots\dots (13)$

**IV.3.3.Calcul des diamètres des conduites :**

**IV.3.3.1.Considérations générales :**

**a) Calcul du rayon hydraulique :**

Soit une conduite de section " S " par laquelle transite un débit quelconque, on appelle rayon hydraulique note " Rh ", le rapport de la section mouillée " Sm " au périmètre mouillée " Pm ", (figure : IV-1).

$$Rh = Sm / Pm \dots\dots\dots(m)\dots\dots\dots(14)$$

Avec  $Sm = R^2 (a - \sin a)/2$  ;  $Pm = R \cdot a$

D'où :  $Rh = R (a - \sin a)/2a \dots\dots\dots(15)$

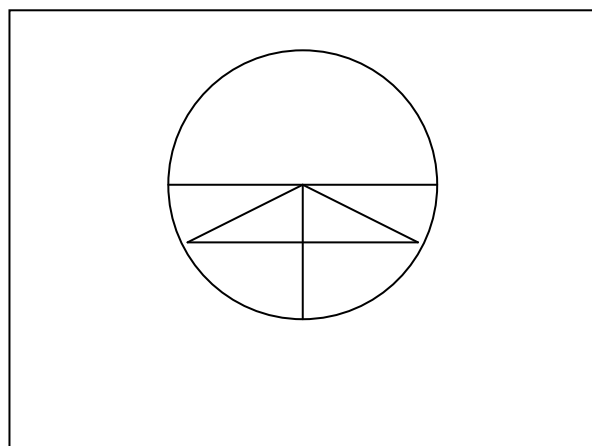


Figure: IV-1: Conduite circulaire.

Cas particulier : si on considère que toute la section est mouillée

$$\left. \begin{array}{l} S_m = S = \pi \Phi^2 / 4 \\ P_m = \pi \Phi \end{array} \right\} \Rightarrow R_h = \Phi / 4 \dots\dots\dots(16)$$

**b) Calcul de la vitesse d'écoulement :**

Compte tenu des caractéristiques hydrauliques des effluents urbains, de la nature et la disposition des conduites dans lesquelles s'effectuent l'écoulement, CHEZY a établi l'expression de la vitesse d'écoulement comme suit :

$$V = C \sqrt{R_h \cdot I} \quad (\text{m/s}) \quad (17)$$

Avec  $R_h$  : Rayon hydraulique (m)

$I$  : Pente de la conduite [m/m]

$C$  : Coefficient de vitesse caractérisent la nature de la conduite ainsi que les conditions de pose.

Le coefficient de CHEZY “ C ” a pour expression selon les formules ci-après :

**Formule de MANNING STRICKLER :**

$$C = 1/n R_h \dots\dots\dots(18)$$

**Avec :**

$R_h$  : Rayon hydraulique

$n$  : Coefficient de MANNING STRICKLER, il prend des valeurs selon la nature de la paroi (tableau ci-dessous)

Tuyau en béton lisse ou en métal .....n = 0,012

Tuyau en béton.....n = 0,013

Canaux en béton .....n = 0,250

Tôle ondulée .....n = 0,450



Formule BAZIN

$$C = \frac{87 \cdot \sqrt{Rh}}{\wp + \sqrt{Rh}} \dots\dots\dots(19)$$

Rh : Rayon hydraulique (m)

ϕ : Coefficient de BAZIN tient compte de la nature et des conditions de pose des conduites ainsi que de la nature des effluents.

**Système séparatif :**

- Réseau imperfectionné et paroi rugueuse ..... ϕ = 0,25
- Réseau soigné et paroi plutôt lisse ..... ϕ = 0,16
- Réseau bien soigné et paroi lisse ..... ϕ = 0,10

**Système unitaire ou séparatif :**

- Ouvrages établis avec soin moyen, présence de sable dans les eaux, parois plus ou moins lisses..... ϕ = 0,46
- Ouvrages bien exécutés, paroi lisses..... ϕ = 0,30

**IV.3.3.2.Méthode de calcul des diamètres :**

**a) Objectif :**

Il faut que les diamètres remplissent les conditions suivantes :

- Permettre l'évacuation du débit de pointe
- Assurer une vitesse d'écoulement normale

**b) Principe de calcul :**

La section est donnée par la formule suivante :

$$Q = V.S \dots\dots\dots(20)$$

Q : Débit traversant une section quelconque (l/s)

S : Section du collecteur

V : Vitesse d'écoulement dans la conduite (Formule de MANNING STRICKLER)

**c) Calcul de diamètre : (selon MANNING STRICKLER)**

Si on considère que le débit transitant est à plein section (note Qps),

Le rayon hydraulique Rh devient :  $R_h = D/4$  (voir relation (17))

$$\text{Soit : } K = \frac{\pi}{4.4} = 0,3117$$

D'après les expressions (17), (19), (21), le débit Qp est donne par :

$$Q_p = \frac{0,03117}{n} \cdot D \cdot \sqrt{I} \quad (\text{l/s}) \dots\dots\dots (21)$$

$$D = \left[ \frac{n \cdot Q_p}{0,03117 \sqrt{I}} \right] \quad (\text{m}) \dots\dots\dots (22)$$

**N.B :** La pente I est prise en %

Il faut chercher le diamètre normalise  $\phi > D$ , le débit transite par  $\phi$  est également supérieur au débit réel donne par l'expression (22) d'où le nouveau débit est :

$$Q_{ps} = 0,03117 \cdot \phi \cdot \sqrt{I} / n \quad (\text{l/s}) \dots\dots\dots (23)$$

Connaissant  $\phi$ ,  $Q_{ps}$ , l'expression (21) donne la vitesse à pleine section comme suit :

$$V_{ps} = \frac{4Q_{ps}}{\pi \phi^2} \quad (\text{m/s}) \dots\dots\dots (24)$$

**Conditions pratiques :**

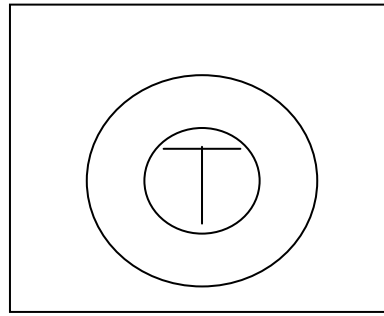
La section de la conduite ne peut être remplie car  $Q_{ps} > Q_p$  (réel)

$$Q_p = r_Q \cdot Q_{ps}$$

$$V_{eff} = r_v \cdot V_{ps} \dots\dots\dots (25)$$

$$H = r_H \cdot \phi$$

Figure :IV-2 : Conduite



H : hauteur de remplissage

Avec  $r_Q$ ,  $r_v$ ,  $r_H$  qui représentent les taux des grandeurs réelles par rapport aux grandeurs prévues, ils sont exprimés en terme de coefficient.

Connaissant l'un de ces trois coefficients ( $r_Q$ ,  $r_v$  ou  $r_H$ ), il sera possible d'en déduire les deux autres sur le monogramme ci-dessous (rapport des débits, rapport des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage dans la conduite).

**Recommandations** : Dans un système unitaire :

- Le diamètre minimum est de 300 mm
- La vitesse effective dans une conduite est :  $0,5 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$   
 $V \geq 0,5 \text{ m/s}$  condition d'auto curage.

$V \leq 4 \text{ m/s}$  et au delà, risque détérioration du réseau

- La hauteur de remplissage est limitée telle que :  $r_H \leq 0,8$

**d) Calcul des diamètres (selon BAZIN) :**

**1/ par calcul :**

Les relations (18) et (21) donnent :  $Q_p = C \cdot \sqrt{R_h} \cdot I \cdot S$ .

Selon BAZIN/  $87 \cdot \sqrt{R_h}$

$$C = \frac{87 \cdot \sqrt{R_h}}{\phi + \sqrt{R_h}}$$

Pour un système unitaire établi avec un soin moyen, on prend :  $\phi = 0,46$

$$87 \cdot \sqrt{R_h}$$

Sachant que  $C = \frac{87 \cdot \sqrt{R_h}}{\phi + \sqrt{R_h}}$  et  $Q_p = C \cdot \sqrt{R_h} \cdot I \cdot S$

$$\phi + \sqrt{R_h}$$

On préviendrait à l'expression du débit de pointe suivante :

$$Q_p = 60 \cdot R_h \cdot \sqrt{I} \cdot S \dots\dots\dots (27)$$

$$\text{Or, } S = \frac{\pi D^2}{4} \rightarrow D = \sqrt[1/2]{\frac{Q_p}{15 \pi R_h \cdot \sqrt{I}}} \dots\dots\dots (28)$$

Le diamètre calculé " D " doit être normalisé par un diamètre commercial, tel que  $\phi \geq D$ .

**IV.4.Trace en plan (recommandations générales)**

- Eviter les chevauchements et l'encombrement des conduites
- Assainir le plus rapidement possible en empruntant les plus courts cheminements
- Prévoir des pentes pour les collecteurs qui justifient :
  - La garantie d'auto curage (vitesse minimum)
  - La sécurité de l'ouvrage pendant les périodes d'orage (vitesse maximum)
- Eviter les ouvrages spéciaux (regard de chute, poste relèvement, poste de refoulement)
- Assurer l'enterrement des conduites à une profondeur minimum :
  - 0,90 sur les voies publiques
  - 0,50 sur les allées piétonnes, aux pieds des bâtiments

**Poses des conduites :**

Les conduites des eaux usées doivent être enterrées par rapport à la génératrice supérieure au minimum :

- Sur une voie non carrossable.....0,5
- Sur une voie carrossable .....0,9
- Le fond e la tranchée doit être réglé et débarrassé de toutes pierrailles
- Un mortier de sable d'une épaisseur de 5 à 10 cm utilise en béton de propreté pour protéger le bas de la conduite et établir la pente prévue.

**IV.5.Organes annexes :**

- 1) **Regards :** Ce sont des compartiments en maçonnerie ou préfabriqué munis d'un couvercle amovible ; ils permettent l'accès aux canalisations pour d'éventuels branchements, et notamment pour le curage de ces derniers.

## 2) Différents types de regards :

- a) **Regard de visite** : Ils 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 :
- Au niveau de chaque branchement avec un autre collecteur
  - A chaque changement de direction (horizontale ou verticale)
  - Entre 40 et 50 m d'alignement droit
- b) **Regard chute** : Ce sont des regards analogues aux regards de visite, seulement la chute est plus importante, ce type de regard est prévu lorsque les canalisations sont disposées en forte pente, ce qui entraîne des vitesses très importantes, la chute des effluents dans ces regards permet de briser la vitesse d'écoulement.
- c) **Bouche 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 disposées sous le trottoir
- d) **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.
- e) **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 parcs, allées piétonnes et des pelouses.
- f) **Regards de façade** : Ils sont utilisés pour les branchements particuliers, disposés plus près de la façade de la propriété à raccorder.
- g) **Regards de branchement** : Servent au branchement du réseau sanitaire d'un immeuble au réseau d'assainissement, les regards siphoniques sont conseillés pour éviter les relents des mauvaises odeurs.
- h) **Déversoirs d'orage** : C'est un ouvrage en béton armé de section rectangulaire, sa fonction est d'évacuer les pointes exceptionnelles de débit d'orage vers un milieu récepteur, en d'autres termes, il est prévu pour soulager le réseau sanitaire en période d'orage.

## Le réseau d'assainissement du projet :

**Présentation** : On a opté pour notre projet le système unitaire, ce choix est justifié par le fait que le réseau existant est unitaire, en outre, on ne signale aucun rejet toxique dans la région, le collecteur principal transitera les débits confondus des eaux usées et des eaux pluviales, le raccordement au réseau existant s'effectuera au niveau de la route existante, qui présente le

point le plus bas du site, les réseaux et les ouvrages étudiés sont situés sous les voies publiques.

**Estimation des débits** : Le débit de pointe des eaux usées a été négligé devant le débit de pointe des eaux pluviales compte tenu de l'importance de ce dernier.

**Calcul du débit de pointe des eaux pluviales** : Compte tenu de la superficie du site qui est de 9,27 ha, il conviendrait d'appliquer la méthode rationnelle pour le calcul du débit.

**Etape à suivre :**

- Délimiter pour chaque tronçon du réseau les surfaces d'apport qui lui reviennent
- Décomposer cette surface suivant la nature du revêtement qui est caractérisée par le coefficient de ruissellement " C ".
  - Parking + chaussée + trottoir + allées piétonnes ..... C = 0,9
  - Espace vert .....C =0,05
- Calculer le coefficient de ruissellement pondéré  $C_p = \frac{\sum C_i S_i}{\sum S_i}$
- L'intensité moyenne de précipitation de la région de boira est estimée à 180 l/s/ha.
- Calculer le débit de pointe revenant au tronçon considéré par l'expression :  $Q_p = C_p.I.St$  (méthode rationnelle)

**Exemple numérique :**

Soit le tronçon 4 – 5.

La surface d'apport qu'il lui revient est  $S_t$  dont :

Piéton	$S_0$	}	$S_t = 4561,13 \text{ m}^2$
Parking	$S_1$		
Trott +chaussée	$S_2$		
Toiture	$S_3$		$0,9.4561,13 = 4105,02$

$S_4 = 606,25$  espace vert  $\rightarrow 0,05.606,25 = 30,31$

Le coefficient de ruissellement  $C_p = \frac{0,9.4561,13 + 0,05.606,25}{4561,13 + 606,25}$

$$\frac{0,9.4561,13 + 0,05.606,25}{4561,13 + 606,25}$$

D'ou  $C_p = 0,8$

Sachant que  $I = 180 \text{ l/s/ha}$ ,  $C_p = 0,8$   $S = 0,5167 \text{ ha}$

Alors le débit de pointe transitera le tronçon 4-5

Est  $Q = 180 \cdot 0,5167 \cdot 0,8 \Rightarrow Q_p = 74,41 \text{ l/s}$

Conclusion : on a enregistré au rejet le débit total à évacuer

$$Q = 1119,26 \text{ l/s}$$

### Dimension des canalisations :

Les canalisations sont de section circulaire, le dimensionnement a été effectué moyennant la formule de MANNING STRICKLER en fonction de  $Q_p$ .

Les conditions imposées au réseau ont été respectées dans le choix des diamètres

$(0,5 \% < I < 10 \%$ ;  $0,5 \text{ m/s} < V < 4 \text{ m/s}$ ;  $h = 0,8 \phi$

### Calcul des diamètres:

Connaissant le débit de pointe et la pente affectée à un tronçon quelconque on peut déterminer son diamètre moyennant la formule de MANNING STRICKLER.

$$D = \left[ \frac{n \cdot Q_p}{0,03117 \cdot \sqrt{I}} \right]^{3/8} \quad \text{avec } n = 0,012$$

### Exemple d'application :

Pour l'exemple précédent : tronçon 4-5  $Q_p = 74,41 \text{ l/s}$ , mais le débit cumulé de point  $Q_p = 120,82 \text{ l/s}$

$$D'ou \quad D = \left[ \frac{0,012 \cdot 120,82}{0,03117 \cdot \sqrt{2,45}} \right]^{3/8} \quad I = 2,45 \%$$

$d = 267,53 \text{ mm}$

d'ou  $\phi = 300 \text{ mm}$ ;  $Q_{ps} = 151,37 \text{ l/s}$ ;  $V_{ps} = 2,14 \text{ m/s}$

$rQ = Q/Q_{ps} = 0,8$  ;  $rV = V/Q_{ps} = 1,12$  ;  $rH = 0,66$

$V = 2,4 \text{ m/s}$

Pour le dimensionnement de réseau (voir tableaux

**\*-1/ épaisseur équivalente** : Par le biais d'un coefficient d'équivalente à utiliser pour les différents matériaux constituant le corps de la chaussée.

Ce coefficient d'équivalence est lié au module d'élasticité " E " par la relation suivante :

$$A = 3\sqrt{E} / 500 \text{ (bars)}$$

La valeur " 5000 " est relative à un module élastique d'une plaque de concasse dure bien graduée pour une couche de base et dont le coefficient d'équivalence est fixé par définition à 1.

On donne les coefficients " a " de certains matériaux calculés sur la base de la formule ci-dessus.

Matériaux	COEFF " a "
Béton bitumineux enrobe dense	2,00
Grave de ciment à 4% CPC	1,50
Grave laitier à 20 %	1,50
Sable ciment ou sable laitier	1,20
Couche de base en gravier	1,00
Limon traité à la chaux	1,00
Grave naturel bien gradué	0,75
Roulée (TVO, tuf)	
Sable, mâchefer, scories, sablon	0,50

**\*-2/ détermination de la classe du trafic :**

La chaussée est appelée à débiter continuellement des véhicules de différents poids, c'est la raison pour laquelle on exige la durabilité de la chaussée.

En fonction du nombre de véhicules passant par jour sur une voie, on est à établir un classement du trafic, qui est dressé dans le tableau suivant :



Trafic en véhicule /j “ T ”	Classement de trafic
$T > 15000$	Etude spéciale
$15000 > T > 6000$	T1
$6000 > T > 3000$	T2
$3000 > T > 750$	T3
$750 > T > 200$	T4

## CHAP V : RESEAUX DIVERS



L'alimentation électrique d'opérations de petite taille (10 ou 20 logements) situées près d'un poste de transformation MT/BT de distribution publique ayant des disponibilités de puissance, s'effectue directement à partir de ce poste en BT et ne nécessite donc pas la réalisation d'un réseau MT.

#### **V.2.4. Conditions d'exploitation des ouvrages :**

Les limites de concession sont matérialisées par les bornes en aval du disjoncteur.

Tous les ouvrages situés en amont (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.

Dans tous les cas, EDF assure l'entretien, le contrôle du fonctionnement, le réglage et le plombage du disjoncteur de branchement.

Les ouvrages électriques, lignes, postes de branchement, faisant partie de la concession occupent :

- Les voies publiques ;
- Les espaces privés avec des servitudes, d'implantation, de passage et d'exploitation, insérées dans les documents réglementaires ou contractuels de l'opération.

#### **V.2.5. Définition des besoins en puissance d'une opération :**

- Logements sans chauffage électrique : abonnement de 6 KW en général par logement ; 9 KW pour plus de 6 pièces principales.

Le distributeur multiplie la somme des puissances fournies pour l'ensemble des usagers de l'opération par un coefficient réducteur dit de foisonnement ou de simultanéité  $< 1$ .

- Logements avec chauffage électrique : la puissance doit être évaluée selon le type de chauffage (individuel ou collectif, accumulation ou direct,...)

#### **V.2.6. Le réseau MT d'une opération et les postes :**

Comme il a été dit avec le dessin précédent, avant de construire le réseau MT il est nécessaire de connaître les disponibilités à proximité de l'opération :

- Un poste transformateur HT/MT,
- Un poste de répartition,
- Une ligne MT extérieur ou intérieur à la zone à équiper.

Le réseau MT d'une opération s'appuie au moins sur deux alimentations MT distinctes.

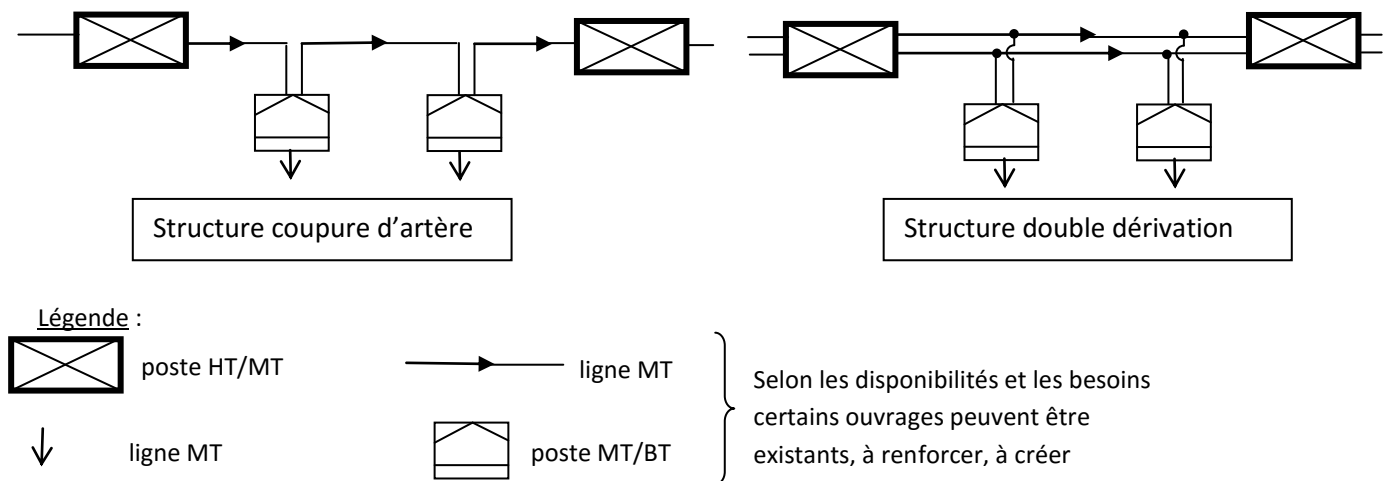


Figure V-2 : Structure et alimentation du réseau MT

### **V.2.7.Le poste (transformateur ou de répartition) de distribution publique :**

Leur puissance est :

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

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

Le lotisseur doit mettre à disposition du distributeur soit un local soit un terrain pour installer le poste de transformation : la définition et les caractéristiques du local doivent s'opérer d'un commun accord entre le distributeur et le lotisseur ; il doit en outre être tel que :

- Le concessionnaire puisse y accéder à toute heure ;
- Les voies d'accès doivent être directes et permettre l'amenée de matériel par un camion de 3 tonnes ;
- Les abords de la porte d'accès doivent toujours rester libres ;
- Le poste doit être à l'abri des inondations et ventilé naturellement ;(en général c'est le concessionnaire, EDF qui fournit les plans du poste à réaliser) ;
- Le tracé des canalisations BT et MT doit faire l'objet d'un accord avec le concessionnaire.

Il est nécessaire de déposer un permis de construire (ou une déclaration de travaux si la surface est inférieure à 20 m<sup>2</sup> et la hauteur < 3 m).

Ce poste est soit :

- Isolé,
- Accolé à un bâtiment,
- Incorporé dans un bâtiment (immeuble collectif en centre urbain).

### **V.2.8.Le réseau 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  $DU/U$  ne doit pas excéder.
- 5% de la tension du réseau pour le tronçon allant du tableau BT du poste de distribution publique à la boîte de dérivation ;
- 1,5% de la boîte de dérivation au disjoncteur d'abonné.

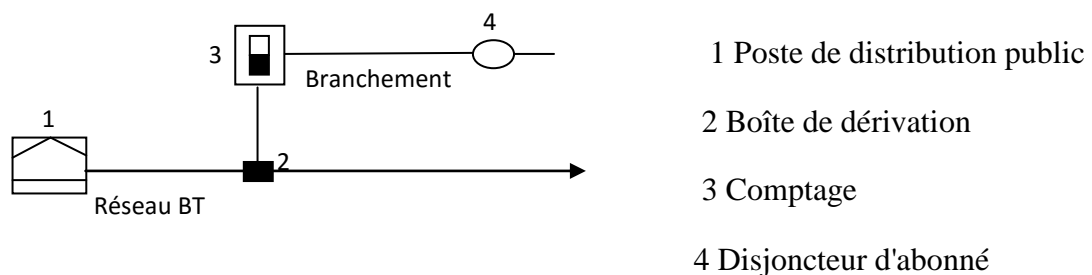


Figure V-3 : Schéma de branchement BT

### **V.2.9.Recommandations techniques pour la pose en pleine terre :**

La pose du câble se fait de la manière suivante :

- Ouverture de la tranchée ;
- Pose en fond d'un lit de sable sur 10 cm ;
- Pose du câble ;
- Remblai en sable ou terre fine exempte de cailloux sur 20 cm de hauteur ;
- Mise en place d'un grillage avertisseur de couleur rouge ;
- Remblaiement.

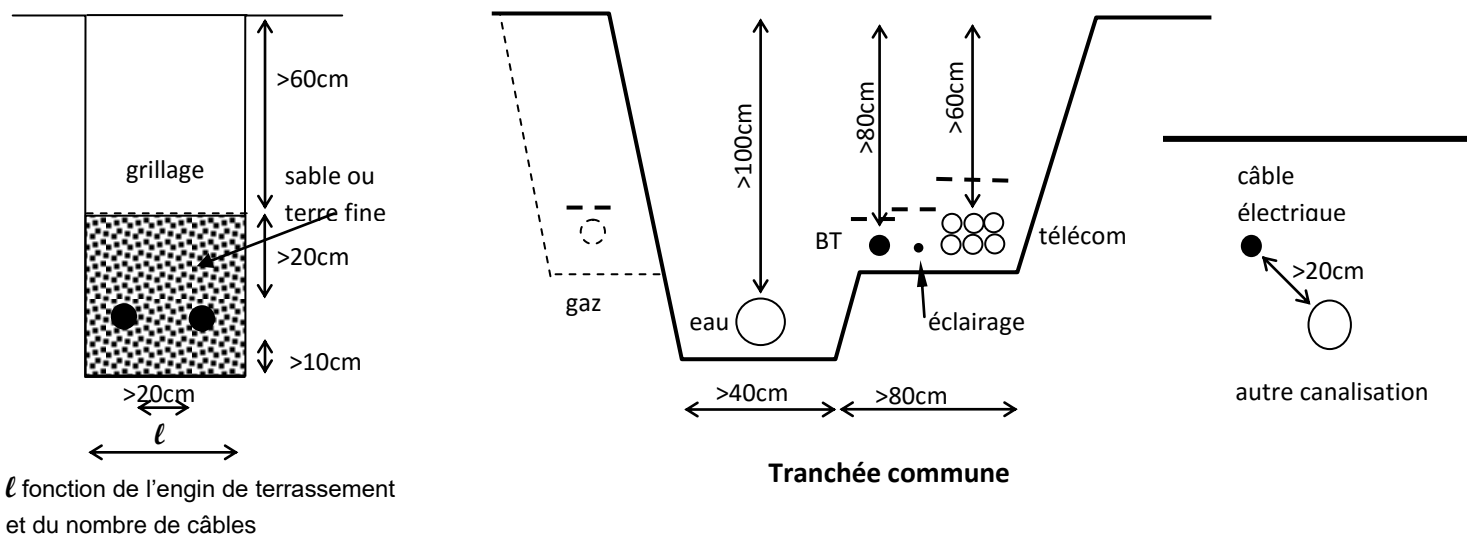


Figure V-3 : Schéma pour la recommandation technique pour la pose.

### V.2.10. Branchement et comptage :

1. Réseau BT.
2. Boite de dérivation
3. Organe de coupure
4. Compteur et accessoires
5. Disjoncteur
6. Tableau privé principal
7. Installation intérieure

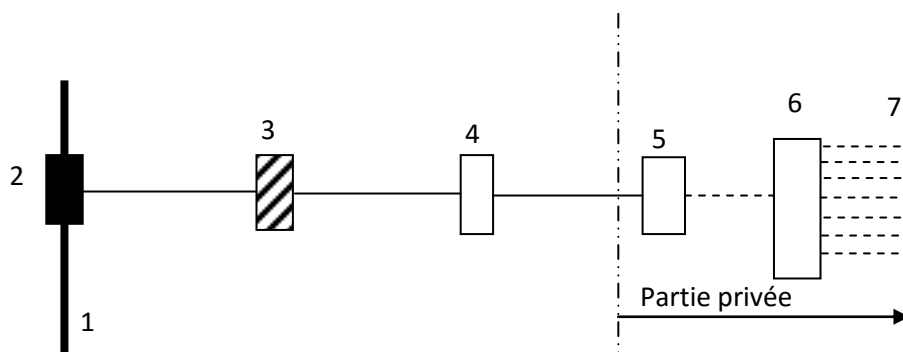


Figure V-4 : Schéma de branchement et comptage.

### V.3. Le Réseau Gaz :

On se s'intéresse la qu'au gaz distribué par un concessionnaire (GDF en l'occurrence).

#### V.3.1. Les différentes pressions utilisées :

- BP : basse pression, entre 9 et 37 mb (hPa) qui permet l'alimentation directe des appareils domestique ;
- MP : moyenne pression, entre 0,4 et 4 b (de 400 à 4000 hPa ou de 40 à 400 KPa) nécessite l'emploi de détendeur régulateur ;
- HP : jusqu'à 67 b ; utilisée pour les réseaux de transport mais en aucun cas des réseaux de distribution.

### V.3.2.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 signalé, muni d'une plaque d'identification et accessible en permanence au niveau du sol.
3. Détendeur-régulateur : détend le gaz d'une pression amont à une pression aval.
4. Compteur de volume de gaz en m<sup>3</sup>, par contre un coefficient de conversion, variable selon le pouvoir calorifique, de l'ordre de 11,5 permet de transformer ce volume en KWH.

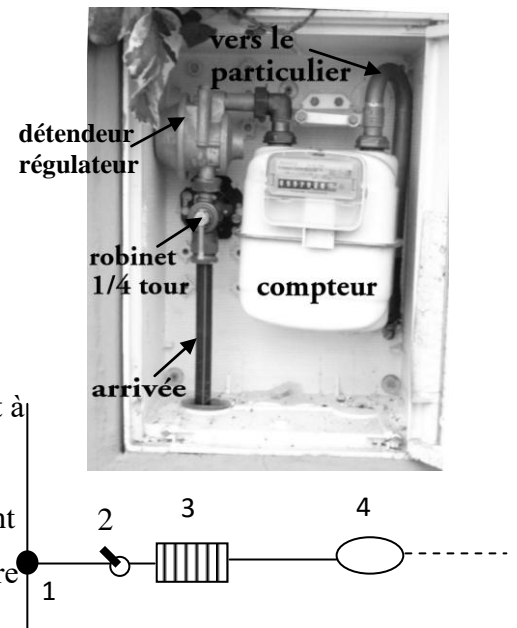


Figure V-5 : Les différents éléments d'un Réseau de Gaz

### V.3.3.Consommation annuelles moyennes par le logement individuel :

- Un usage (cuisine) : 1200 kwh ;
- Deux usages (cuisine + installation d'eau chaude) : 5 à 6000 kwh ;
- Trois usages (cuisine + eau chaude + chauffage) : 25000 à 45000 kwh.

### V.3.4.Conception du réseau MP :

Avant de bâtir le réseau MP de l'opération, on doit connaître les possibilités du réseau existant (situation, pression, débit possible....) ; un contact doit donc être pris avec le concessionnaire et lui exposer.

- Le lieu de l'opération
- Son importance
- L'usage souhaité ;
- L'estimation du débit horaire.

Le tracé du réseau à créer doit emprunter des espaces accessibles pour permettre les interventions ; les canalisations enterrées peuvent être posées dans tout terrain privatif ou non (avec convention de servitudes si terrain privé) et sous n'importe quel revêtements. Elles sont, en général, placées sous trottoirs, accotements ou espace libre.

Les conduites seront dimensionnées en fonction du débit instantané.



Matériau des canalisations : en général en polyéthylène.

Réseaux en pleine terre :

En tranchée individuelle :

Ouverture de la tranchée, dressage du fond de fouille avec suppression des aspérités, pose de la canalisation sur un lit de sable de 10 cm, remblaiement avec 30 cm de sable compacté, pose d'un grillage avertisseur jaune, remblaiement avec 40 cm au moins de terre.

En tranchée commune :

Voisinage avec des câbles électriques ou téléphoniques :  $e > 20$  cm en croisement et  $> 40$  cm en parcours parallèle.

Voisinage avec des canalisations d'eau potable : au moins 20 cm et gaz au-dessus si possible.

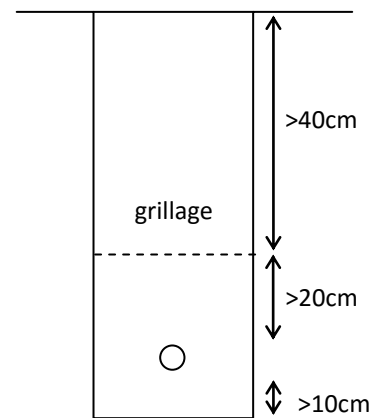


Figure V-6 : Schéma pour la pose de conduite en gaz

**V.4.Réseau de Télécommunications:**

**V.4.1.Architecture du réseau de télécommunications :**

Les abonnés sont rattachés à des bâtiments de desserte de France Télécom.

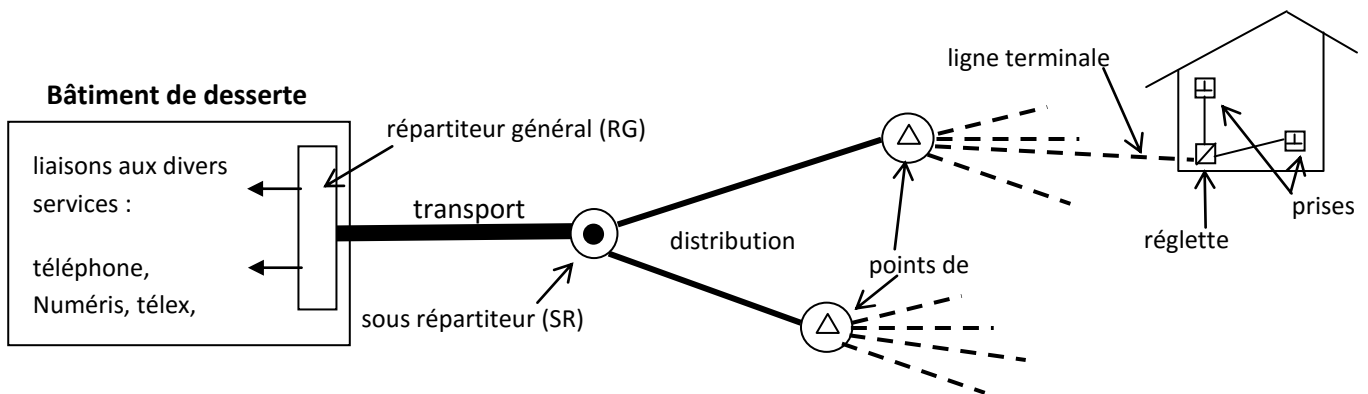


Figure V-7 : Schéma d'un réseau de Télécommunication.

- 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 de ces 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.

#### **V.4.2.Procédure pour la réalisation de l'équipement de télécommunication des zones pavillonnaires :**

- Le maitre d'ouvrage prend contact avec le Centre de Construction des Lignes (CCL) de France Télécom pour examiner les conditions de faisabilité (capacité de raccordement disponible sur l'autocommutateur et sur les câbles de transport.....).
- Une convention est passée entre le maitre d'ouvrage et France Télécom pour arrêter les conditions d'études, de réalisation du projet.
- Le maitre d'ouvrage ou d'œuvre délégué aux VRD établit un projet de Génie Civil (tubes, chambres) après l'avoir soumis au CCL.
- Le projet est approuvé par le CCL.
- La réalisation des travaux est prise en charge par le maitre d'ouvrage.
- Le CCL contrôle et vérifie techniquement les travaux.
- Le câblage du réseau et le raccordement des abonnés sont réalisés par le CCL ou une entreprise agréée par lui.

#### **V.4.3.Réseau de desserte d'une zone pavillonnaire :**

Exemple :

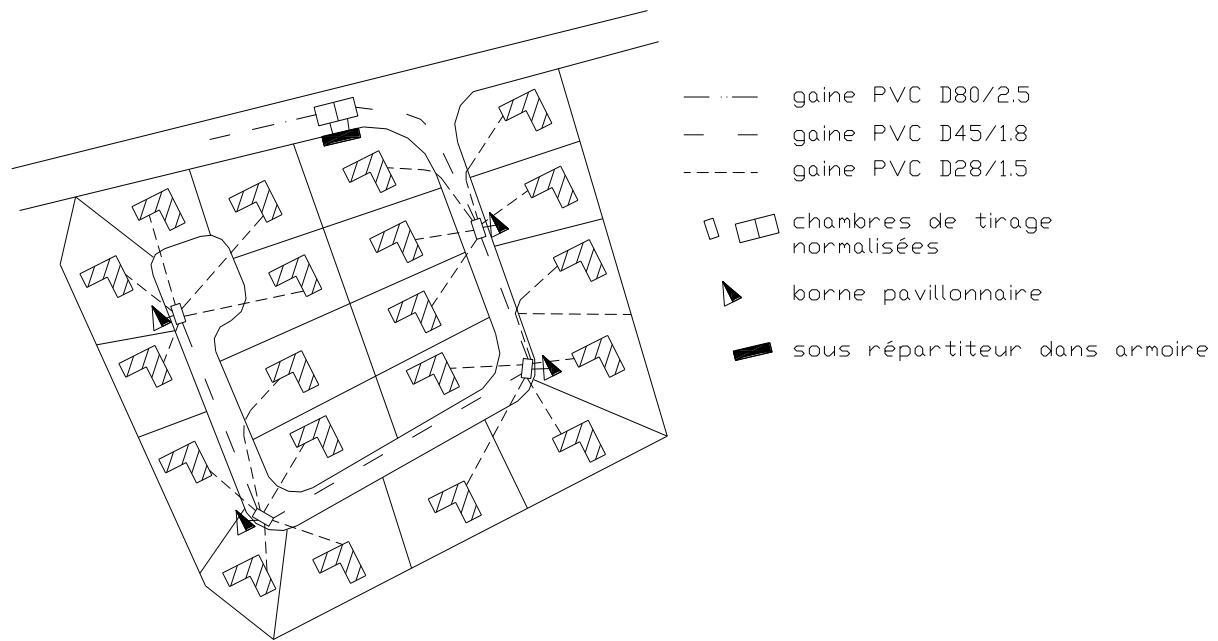


Figure V-8 : Schéma d'exemple

Eléments composants ce type de réseau :

- Le répartiteur général le plus souvent est à l'extérieur de l'opération.
- Les câbles de transport reliant le répartiteur général au sous-répartiteur.
- Le sous-répartiteur équipé de plusieurs têtes de câbles permettant la répartition des paires en provenance du commutateur (câbles de transport) et des paires en provenance des abonnés (câbles de distribution).
- Les câbles du réseau de distribution ;
- Les bornes pavillonnaires regroupant 5 ou 6 lots.
- Les branchements d'abonnés qui partent de chaque borne pavillonnaire.

#### **V.4.4.Le sous répartiteur :**

- Sur la voie publique, il a la forme d'une armoire étanche et fermante à clé ; il est posé sur un socle en béton ; il doit être implanté dans le domaine public ou collectif à proximité d'une chambre de tirage.
- En immeuble, il se présente sous forme d'un coffret métallique fermant à clé ; il est installé dans un local indépendant.

#### **V.4.5.Les bornes pavillonnaires :**

Elles abritent les points de distribution ; elles sont implantées à côté des chambres de tirage ou intégrées dans des infrastructures comme les éléments de clôtures ou les murs techniques.

#### **V.4.6.Les câbles en canalisation multitubulaire :**

Pose en tranchée, elle peut être commune avec d'autres réseaux ; il faut 0,80 m de charge (sable et remblai) au-dessus de la canalisation sous chaussée, 0,50 m sous trottoir ; un dispositif avertisseur vert (grillage) est nécessaire au minimum 30 cm au-dessus des tubes ; les tubes sont posés au-dessus d'un lit de sable de 5 cm ; 10 cm de sable les recouvre.

La distance minimum (horizontale ou verticale) avec un autre réseau est de 20 cm.

#### **Références Bibliographiques :**

CARLIER.M : Hydraulique générale et appliquée, 1974, Eyrolles.

CASTANY.G : Traité pratique des eaux souterraines.1963, Dunod.

DEGREMONT :Memento technique de l'eau,1972,Degremeont.

KARSENTY.G : Guide pratique des V.R.D.et Aménagements extérieurs, 2005, Eyrolles.

LENCASTRE.A : Manuel d'hydraulique générale, 1963, Eyrolles.

REMENIERAS.B : Hydrologie de l'ingénieur, 1965, Eyrolles.

ROCHE.M : Hydrologie de surface, 1963, Gauthier-Villars.

SILBER.R : Ecoulement a surface libre, 1968, Dunod.

VEN TE CHOW : Applied hydrology, 1964, McGraw Hill.