

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de La Recherche
Scientifique



Université de Ghardaïa

N° d'ordre :
N° de série:

Faculté des Sciences et Technologie
Département des Sciences et Technologie

Projet de fin d'étude présenté en vue de l'obtention du diplôme de

LICENCE

Domaine : Science et Technologie

Filière : Hydraulique

Spécialité : Sciences de l'eau et de l'environnement

THEME:

**Matériaux et sections des conduites utilisés en
assainissement**

PAR:

BEN HEDID Abdelmounaim

AMIEUR Ishak

FALI Nadir

Jury:

M: AMIEUR Rekia

Maitre-Assistant B Univ. Ghardaïa

Encadreur

M^F: OULED BELKEIR Cheikh

Maitre-Assistant A Univ. Ghardaïa

Examineur

ANNEE UNIVERSITAIRE: 2013/2014

Remerciements

Au premier lieu, nous tenons à remercier Dieu qui nous a donné le courage et la volonté pour terminer ce travail.

Un grand merci à notre promotrice Mme AMIEUR Rekaia, pour son encadrement, sa compréhension et sa gentillesse durant tout le long de ce mémoire.

Nous tenons à remercier vivement tous ceux qui nous ont aidé à élaborer ce travail particulièrement Mme Boudiba Ahlame, Mr Bekkouch Mohammed, pour son aide et ses orientations précieuses.

Nous tenons également à remercier les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont accordé en acceptant de juger notre travail.

Nous remercions aussi l'ensemble des enseignants de département de Science techniques qui ont contribué à notre formation.

Que tous ceux ou celles qui nous ont apporté leur soutien et qui nous ont aidé de loin ou de près pour l'achèvement de ce projet trouvent ici l'expression de notre vive et sincère reconnaissance, en particulier nos parents, nos familles et nos amis.

Dédicace

A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

A mes chers frères et sœurs

A mes tantes et à mes oncles.

A chaque cousins et cousines.

A mes meilleurs amis

A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin dans ma formation .

Je dédie ce mémoire

Benhedid Abdelmouneim



Dédicace

*À mes très chers parents qui ont toujours
été là pour moi, et qui m'ont donné un
magnifique modèle de labeur et de persévérance.*

À mes chers sœurs

À mes tantes et à mes oncles.

À chaque cousins et cousines.

À mes meilleurs amis .

*À tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin
dans ma formation .*

Je dédie ce mémoire

AMIEUR ISHAK



Dédicace

*A mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné
un magnifique modèle de labeur et de persévérance.*

A mes chers frères et sœurs

A mes tantes et à mes oncles.

A chaque cousins et cousines.

A mes meilleurs amis

*A tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin
dans ma formation .*

Je dédie ce mémoire

FALI NADIR



ملخص:

تولي شبكات التطهير للمجمعات الحضرية اهتمام كبير من طرف مهندسي الري، سواء على مستوى الدراسة الإنشاء أو التسيير، حيث أن سوء إنشاء هذا النوع من الشبكات أو خلل في تسييرها يهدد بخلق عدة مشاكل تؤثر على الصحة العمومية وعلى المحيط. فمن خلال دراستنا أبرزنا مدى أهمية انتقاء المعدات اللازمة و ذلك بتصنيفها على حسب النوعية والجودة ومدة الصلاحية ومدى مقاومتها للعوامل الطبيعية وذلك على حسب خصوصيات المنطقة.

Résumé :

Les réseaux d'assainissement des agglomérations urbaine ont toujours étaient l'objet d'une attention très rigoureuse au prés des ingénieurs hydrauliciens, que ce soit au niveau de leur étude, constriction ou de leur gestion .En effet un réseau mal étudié ou mal géré risque d'induire plusieurs impactes sur la santé et sur l'environnement.

A travers notre étude, nous avons mis en valeur un élément essentiel quant aux choix des équipements en matière de qualité et durée de vie du produit, sa résistance quant aux facteurs climatiques concernant chaque région.

Abstract:

The networks of the urban agglomerations always have were the object of a very rigorous attention to the close to the engineers hydrauliciens , that it is to the level of their study construction or their management .indeed a badly studied network or pain managed risk to lead some impact on health and the environment.

Through our study, we highlighted as an essential element in the choice of equipment in terms of quality and durability of the product, as its resistance to natural factors of each region.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	I
LISTE FIGURE	VI
LISTETABLEAUX	VII
LISTE D'ABREVIATION	VIII
INTRODUCTION GENERALE	1

CHAPITER I :

I. Generalite sur l'assainissement des eaux usees	4
I.1. Introduction :.....	4
I.2. Definition de l'assainissement :	4
I.3. Reseaux d'assainissement:	4
I.3.1. Definition:	4
I.3.2. Rôle :	5
I.4. Différents systèmes des réseaux d'assainissement :	5
I.4.1. Système Unitaire :	5
I.4.2. Systèmes séparatifs :	6
I.4.3. Système Pseudo-séparatif (mixte) :	6
I.5. Avantages et inconvénients des trois types de réseaux:.....	7
I.6. Schéma d'évacuation d'eux:	8
I.6.1 Choix de configuration:	8
I.6.2.Schéma perpendiculaire au cours d'eau :	8
I.6.3. Schéma par déplacement latéral ou à collecteur latéral:	9
I.6.4. Schéma à collecteur transversal ou de collecte oblique :	10
I.6.5. Schéma par zone étagée ou par intercepteur :	10
I.6.6. Schéma à centre collecteur unique (schéma radial):	11
I.7. Critères influant sur le choix des systèmes :	11
I.8.Conclusion.....	12

CHAPITER II :

II. Eléments des réseaux d'égout	14
II.1. INTRODUCTION	14
II.2. Ouvrages principaux	14
II.2.1. Généralités	14
II.2.2. Contrôles et essais des tuyaux préfabriqués :	15
II.2.2.1. Contrôles	15
II.2.2.2 Essais	15
II.2.2.2.1. Essai à l'écrasement	15
II.2.2.2.2. Essai d'étanchéité	16
II.2.2.2.3. Essai de flexion longitudinale	16
II.2.2.2.4. Essai de porosité	16
II.2.2.2.5. Essai de corrosion	16
II.2.3. Caractéristiques des matériaux utilisés pour les joints	16
II.2.3.1. Caoutchouc et élastomères analogues	16
II.2.3.2. Corde et produits d'imprégnation	17
II.2.3.3. Matière de remplissage	17
II.2.4. Tuyaux à section circulaire	17
II.2.4.1. Tuyaux en béton	17
II.2.4.1.1. Fabrication	18
II.2.4.1.2. Classification	18
II.2.4.1.3. Caractéristiques des tuyaux	18
II.2.4.1.4. Les joints des conduites en béton	20
II.2.4.2. Tuyaux en amiante-ciment sans pression	22
II.2.4.2.1. Nature du matériau	22
II.2.4.2.2. Fabrication	23
II.2.4.2.3. Caractéristiques des tuyaux	23
II.2.4.2.4. Joints	24
II.2.4.3.1. Nature du matériau	26
II.2.4.3.2. Fabrication	26
II.2.4.3.3. Caractéristiques des tuyaux	27
II.2.4.3.4. Joints	28
II.2.4.4. Tuyaux en polyéthylène haute densité	29
II.2.4.4.1. Nature du matériau	29

II.2.4.4.2 Fabrication	29
II.2.4.4.3 Caractéristiques des tuyaux	29
II.2.4.4.4 Joints	30
II.2.4.5. Autres types de tuyaux	30
II.2.5. Tuyaux ovoïdes préfabriqués	30
II.2.6. Ouvrages visitables de profils particuliers	31
II.2.6.1. Egouts ordinaires à cunette	31
II.2.6.2. Egouts à cunette et banquette	31
II.2.6.3. Collecteurs à cunette et banquettes	32
II.2.6.4. Galeries de déversoirs d'orage	32
II.2.7. Choix du matériau	32
II.2.7.1. Etude de la résistance aux actions chimiques	33
II.2.7.1.1. Caractéristiques du réseau d'égout	33
II.2.7.1.2. Choix du ciment.....	34
II.2.7.1.3. Moyens de protection	34
II.2.7.2. Etanchéité des tuyaux	34
II.2.7.3. Etude de la résistance mécanique aux charges extérieures.....	35
II.3. Ouvrages annexes	35
II.3.1. Ouvrages normaux	36
II.3.1.1. Branchements	36
II.3.1.2. Fossés	36
II.3.1.3. Caniveaux	36
II.3.1.4 Bouches d'égout	37
II.3.1.5. Regards	38
II.3.2. Ouvrages spéciaux	39
II.3.2.1. Déversoirs d'orage	39
II.4. Conclusion	40

CHAPITER III:

III. Calcul hydraulique du réseau d'assainissement	42
III.1. Introduction	42
III.2. Conception du réseau	42
III.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement	42
III.3.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement	42
III.3.2. Formules d'écoulements	43

III.3.3. Mode de calcul	44
III.4. Formules de calcul	45
III.5. Conditions à satisfaire	46
III .6. Critères de conception et de choix	46
III.6.1. Compatibilité avec les agressivités du milieu	46
III.6.2. Agressivité extérieure	47
III.6.3. Résistance des matériaux	47
III.6.4.Critères d'ovalisation	48
III.7.Avantages et inconvénients pour chaque matériau	48
III.8. Étude comparative des différentes conduites	51
III.9. Prix de quelque tuyau d'assainissement	52
III.10. Principaux fabricants des tuyaux à l'ALGER	52
III.11.Conclusion.....	53

CHAPITER IV:

IV. Pose de canalisation	55
IV.1.Introduction	55
IV.2. Emplacement des canalisations	55
IV.3. Exécution des travaux	55
IV.3.1. Décapage de la couche végétale	56
IV.3.2. Implantation des regards et des axes des tranchées	56
IV.3.3. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards	56
IV.3.4. Aménagement du lit de pose	58
IV.3.5. Mise en place des canalisations	59
IV.3.6. Essais des joints des canalisations	59
IV.3.7. Remblai des tranchées.....	60
IV.4.Conclusion	61

CHAPITER V :

V. Organisation de chantier.....	63
V.1. Introduction	63
V.2. Exécution des travaux	63
V.2.1. Manutention et stockage des conduites	63
V.2.2. Décapage de la couche de terre végétale	65
V.2.3. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.....	66

V.2.4. Aménagement du lit de pose	66
V.2.5. Emplacement des jalons des piquets	67
V.2.6. La mise en place des canalisations en tranchée	67
V.2.7. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints	69
V.2.8. Remblaiement des tranchées	69
V.3. Techniques de la planification.....	72
V.4. Les étapes de la planification	73
V.4.1. Collection des informations	73
V.4.2. Décomposition du projet	74
V.4.3 Relations entre les tâches	74
V.4.4. Les paramètres de la méthode C.P.M	74
V.4.5. attribution des durées chaque opération	75
V.5. Symboles des différentes opérations	75
V.6. Choix des engins	76
V.6.1. Pour le décapage de la couche de la terre végétale	76
V.6.2. Pour l'excavation des tranchées	78
V.6.3. Pour le remblaiement des tranchées	79
V.6.4. Pour le compactage	79
V.7. Devis quantitatif et estimatif	80
V.8. Conclusion.....	81
CONCLUSIOGENERALE.....	83

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXES

LISTE DES FIGURE

FIGURE	PAGE
FIG I-1 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UN RESEAU UNITAIRE	5
FIG I-2 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UN RESEAU SEPARATIF	6
FIG I-3 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UN RESEAU PSEUDO	6
FIGI-4 : SCHEMA PERPENDICULAIRE	8
FIGI-5 : SCHEMA PAR DEPLACEMENT LATERAL	9
FIGI-6 : SCHEMA A COLLECTEUR TRANSVERSAL OU OBLIQUE	9
FIG I-7 : SCHEMA PAR ZONE ETAGEE OU PAR INTERCEPTEUR	10
FIG I-8 : SCHEMA RADIAL	11
FIGII-1 : JOINT TYPE ROCLA	20
FIGII-2 : JOINT A DEMI-EMBOITEMENT	21
FIGII-3 : JOINT TORIQUE	21
FIGII-4 : JOINT A COLLET	22
FIGII-5 : JOINT PLASTIQUE	22
FIGII-6 : JOINT ROULANT A	25
FIG II-7 : JOINT T DE LA SOCIETE EVERITUBE.	25
FIGII-8 : JOINT INTERLISS	26
FIG II-9 : JOINT A MANCHON.	28
FIGII-10 : JOINT A LEVRES.	28
FIGII-11 : JOINT A DOUBLE ANNEAU	29
FIGII-12 : EGOUTS ORDINAIRES A CUNETTE.	31
FIGII-13 : EGOUTS A CUNETTE ET BANQUETTE	32
FIGII-14 : GALERIE DE DEVERSOIR D'ORAGE	32
FIGII-15 : FIGURATION DE DEFINITIONS	35
FIGII-16 : BRANCHEMENTS	36
FIGII-17 : BOUCHES D'EGOUT	37
FIGII-18 : EMBLACEMENT DES BOUCHES D'EGOUTS	37
FIGII-19 : REGARDS	39
FIG IV-1 : SCHEMA DE POSE DE CONDUITE DANS UN REGARD	58
FIG IV-2 : REMBLAI DES TRANCHEES	60
FIG V-1 : CHARGEMENT ET TRANSPORT	64
FIG V-2 : DECHARGEMENT	64
FIG V-3 : STOCKAGE	65
FIG V-4 : LIT DE POSE	66
FIG V-5 : SERPENTAGE	67
FIG V-6 : BUTEES ET ANCRAGES	68
FIG V-7 : LES ESSAIS D'ETANCHEITE POUR LES CONDUITES ET LES JOINTS	69
FIG V-8 : REMBLAIEMENT DES TRANCHEES	70
FIG V-9 : COUVERTURE	70
FIG V-10 : BULLDOZER	77
FIG V-11 : NIVELEUSE AUTOMOTRICE	78
FIG V-12 : PELLE EQUIPEE EN RETRO	78
FIG V-13 : CHARGEUR	79
FIG V-14 : COMPACTEUR	79

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU	PAGE
TABLEAU I-1:AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES TROIS TYPES DE RESEAUX	7
TABLEAU II-1.1 : DIAMETRES DES CONDUITES CIRCULAIRES EQUIVALENTS AUX HAUTEURS DES CONDUITES OVOÏDES.	15
TABLEAU II-2 : LES CARACTERISTIQUES DE TUYAUX CIRCULAIRES EN BETON ARME	19
TABLEAU II-3 : LES CARACTERISTIQUES DE CES TUYAUX FIGURENT	19
TABLEAU II-4 : LES CHARGES DE RUPTURE AU METRE DE TUYAUX EN AMIANTE-CIMENT	24
TABLEAU II-5 : LES CARACTERISTIQUES DES <i>TUYAUX EN GRES</i> :	27
TABLEAU II-6 : LES CARACTERISTIQUES DES TUYAUX EN POLYETHYLENE	30
TABLEAU III-1: SYNTHESE DES AVANTAGES ET INCONVENIENTS POUR CHAQUE MATERIAU	49
TABLEAU III-2: LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFERENTES CONDUITES UTILISEES EN ASSAINISSEMENT :	51
TABLEAU III-3 : PRIX DE QUELQUE TUYAU D'ASSAINISSEMENT	53
TABLEAU V-1 : COEFFICIENT DE FOISONNEMENT	71
TABLEAU V-2 : DETERMINATION DES DELAIS	76
TABLEAU V-3 : DETERMINATION DU DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF DU PROJET	80

LES ABREVIATIONS

PVC : Polychlorure de vinyle.

PEHD : polyéthylène haute de densité

AC : amiante ciment

STEP : Station d'Epuraton.

DUC : direction d'urbanisation et de constriction.

MES : Matières En Suspension.

EU : Eaux Usées.

RA : Revêtement Alumineux

Mt : marge totale

Tr : temps de réalisation ;

Dcp : date de commencement au plus tot

Dcpp : date de commencement au plus tard

Dfp : date de finition au plus tot

Dfpp : date de finition au plus tard

B.V : sous bassin versant

C.A.O : centrifugé armé ordinaire

I

ntroduction

INTRODUCTION GENERALE

L'assainissement se définit comme étant l'action d'évacuer rapidement, loin des habitations, et dans des conditions qui préservent le milieu naturel, tous les déchets liquides ou solides, pouvant donner lieu à des putréfactions et nuisances. L'assainissement donc est un ensemble d'activités et de techniques, mis en œuvre dans le cadre d'une approche préventive pour :

- limiter le développement des maladies liées à l'eau et transmises par différents Vecteurs (insectes, rongeurs, ...) au sein des populations.
- Améliorer les conditions de vie et d'habitat des populations en les protégeant.
 - Contre les nuisances liées aux ordures, eaux usées et excréta,
 - Contre les dégâts des eaux de pluie et les nuisances causées par leur stagnation.
- Protéger l'environnement récepteur des rejets et sous-produits issus de l'activité Humaine.

De nos Jours, l'urbanisation des villes et le développement rapide de la population en entraînent un accroissement considérable des structures urbaines impliquant des besoins en eau importants, se traduisent par un accroissement permanent du volume des rejets polluants. Dans un souci de vivre dans un environnement sain, ces villes et ces agglomérations doivent être dotées d'un réseau d'assainissement performant et efficace. Alors, quels sont les matériaux et sections nécessaires pour la réalisation de ce réseau?

Notre présente étude porte sur : l'étude de réseau d'assainissement et les matériaux utilisés pour sa réalisation (choix, dimensionnements..).

La première partie consistera à donner des définitions sur les différents systèmes de réseaux d'assainissement et leur schéma, les avantages et les inconvénients de chaque type.

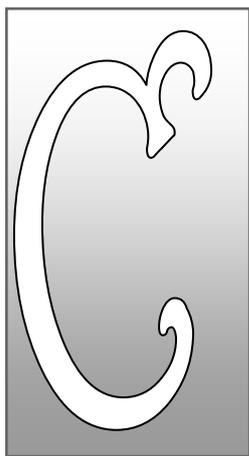
Dans la seconde partie nous avons donné la présentation générale des éléments constitutifs d'un réseau et tous les Contrôles et les essais des tuyaux préfabriqués

En suite et dans la troisième partie nous avons procédé le dimensionnement du réseau d'assainissement et les Critères de conception et de choix des conduites

Dans le quatrième chapitre On passe aux étapes de pose des canalisations du réseau d'assainissement .on présente toutes les dispositions utiles pour qu'aucun problème ne se pose en ce qui concerne les canalisations.

Le cinquième chapitre parle de l'organisation de chantier qui consiste à déterminer et à coordonner la mise en œuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter avant d'aller sur chantier et avant le commencement de la réalisation

On finalise notre étude par des recommandations très nécessaires pour la bonne exécution et le sauvegarde de ce réseau.



CHAPITRE I

*Généralité sur l'assainissement
des eaux usées*

I. GENERALITE SUR L'ASSAINISSEMENT DES EAUX USEES

I.1. INTRODUCTION :

L'assainissement des agglomérations a pour but d'assurer l'évacuation des eaux usées, pluviales et les rejets industriels dans des conditions satisfaisantes (pour préserver l'environnement et la santé public).

C'est pour cela que l'assainissement est l'une des principales préoccupations des collectivités locales.

I.2. DEFINITION DE L'ASSAINISSEMENT :

L'assainissement est un terme général qui couvre tous les aspects de l'évacuation des eaux usées, des déchets solides, de la lutte contre les vecteurs de maladies, de l'hygiène alimentaire,...

Cependant, l'assainissement dans son sens le plus usuel se réfère aux dispositions prises en matière d'évacuation salubre des déchets liquides (excrétas, eaux usées et drainage des eaux stagnantes et d'irrigation).

L'assainissement est une action qui intéresse l'évacuation et l'élimination hygiénique des eaux usées (domestiques et/ou industrielles) et des excréta humains, de manière à éviter les dangers qui peuvent en résulter en tant que source de contamination fécale et de pollution du milieu. Son but est donc de dresser une première barrière sanitaire contre toute contamination l'objectif est :

- la protection des individus contre les dangers de maladies.
 - la protection des ressources en eau souterraines et superficielles.
 - la préservation de la qualité du milieu récepteur (sol, cours d'eau, lacs,...).
 - l'élimination de la reproduction des mouches et autres insectes, vecteurs de maladies.
- la prévention des odeurs et des aspects malpropres. [1]

I.3. RESEAUX D'ASSAINISSEMENT:

I.3.1. DEFINITION:

Par définition un réseau d'assainissement est un ensemble d'ouvrages hydrauliques dont le seul et unique objectif est d'évacuer les eaux usées et pluviales. Qui peuvent être souterraines ou de surface, leur complémentarité du point de vue fonctionnement nous permet l'évacuation des eaux usées et pluviales.

I.3.2. Rôle :

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

- Assurer la protection des biens matériels et humains contre les inondations.
- Permettre la protection de la santé publique et la préserver.
- Préserver l'environnement en l'occurrence le milieu naturel contre les rejets des eaux usées.

I.4. Différents systèmes des réseaux d'assainissement :

I.4.1. Système Unitaire :

Le système unitaire est l'héritage du (tout à l'égout) né vers 1830 à la suite des épidémies et du mouvement hygiéniste, c'est à dire l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales par un unique réseau pourvu de déversoir permettant en cas d'orage le rejet d'une partie des eaux par surverse directement dans le milieu naturel. Voir Fig I-1

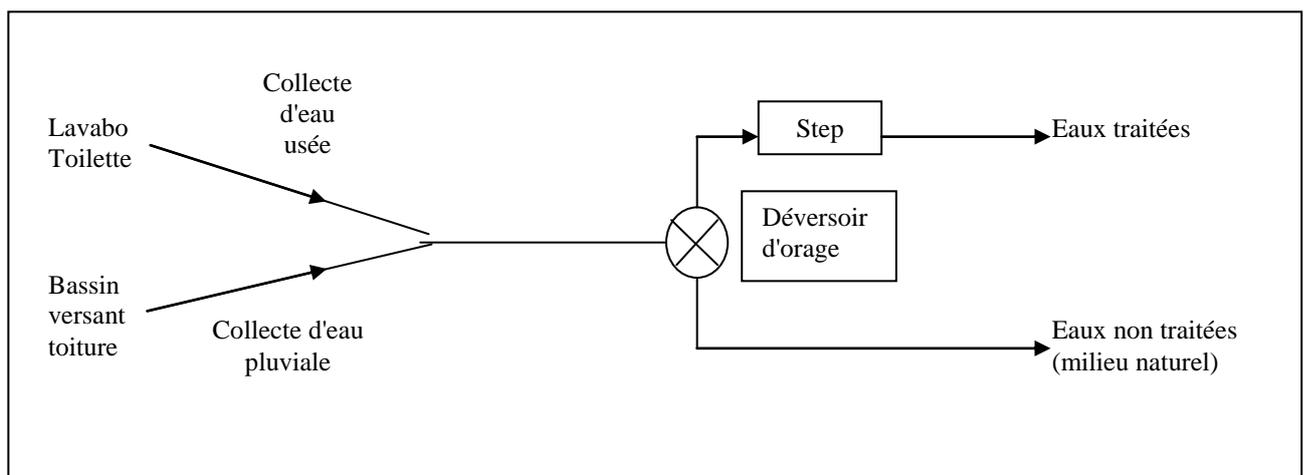


FIG I-1 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UN RESEAU UNITAIRE

I.4.2. Systèmes séparatifs :

Ils sont destinés à l'évacuation des eaux usées domestique (eaux des vannes, eaux ménagères et avec réserve certains effluents industriels). Alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau. Voir Fig I-2.

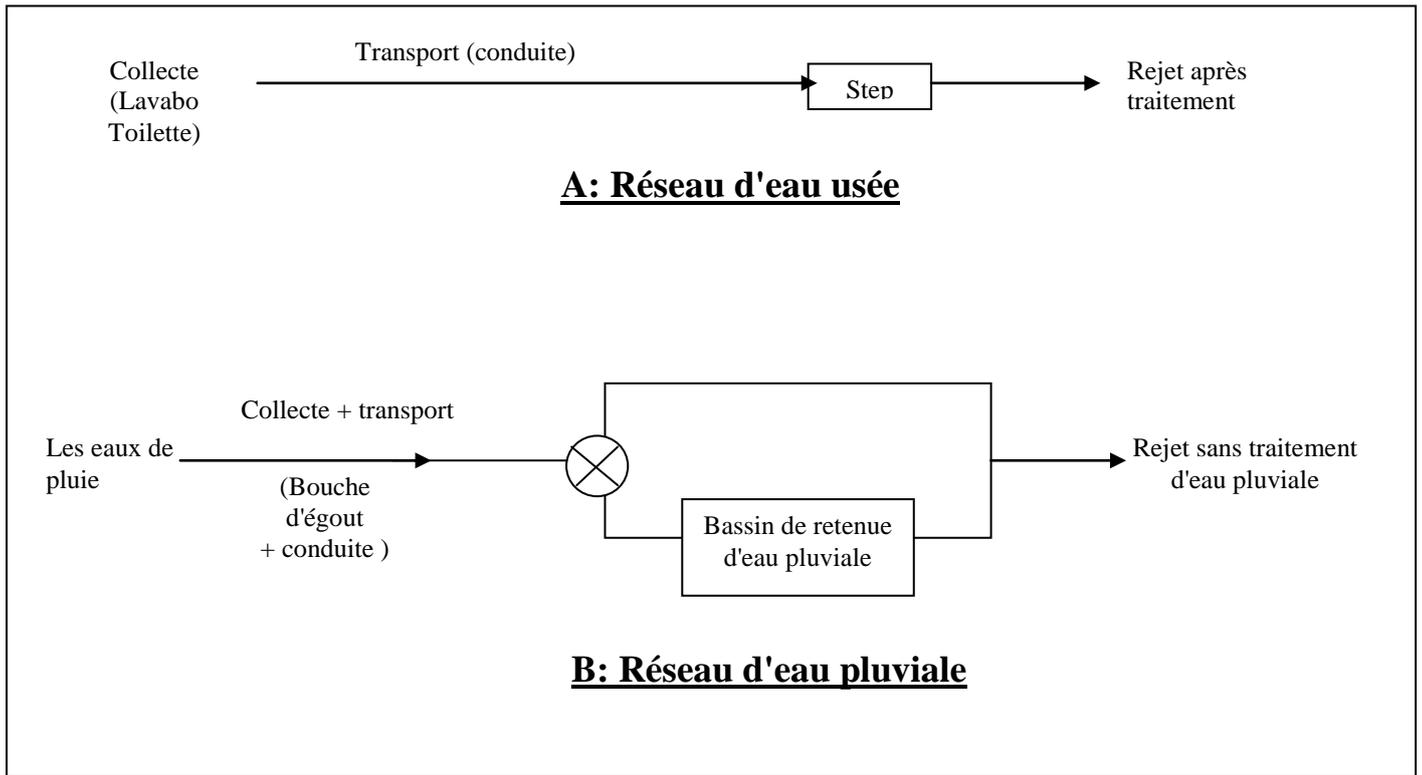


FIG I-2 : SCHEMA DE PRINCIPE D'UN RESEAU SEPARATIF

I.4.3. Système Pseudo-séparatif (mixte) :

Ce système consiste à réaliser un réseau séparatif particulier dans lequel il est admis que le réseau d'évacuation des eaux usées reçoit une fraction d'eau pluviale, à savoir les eaux de toiture et cours intérieurs et le réseau d'évacuation d'eau pluviale sera réduit à la collecte des eaux de ruissellement sur les chaussées et du bassin versant par drainage. Illustration à travers la FigI-3. [1]

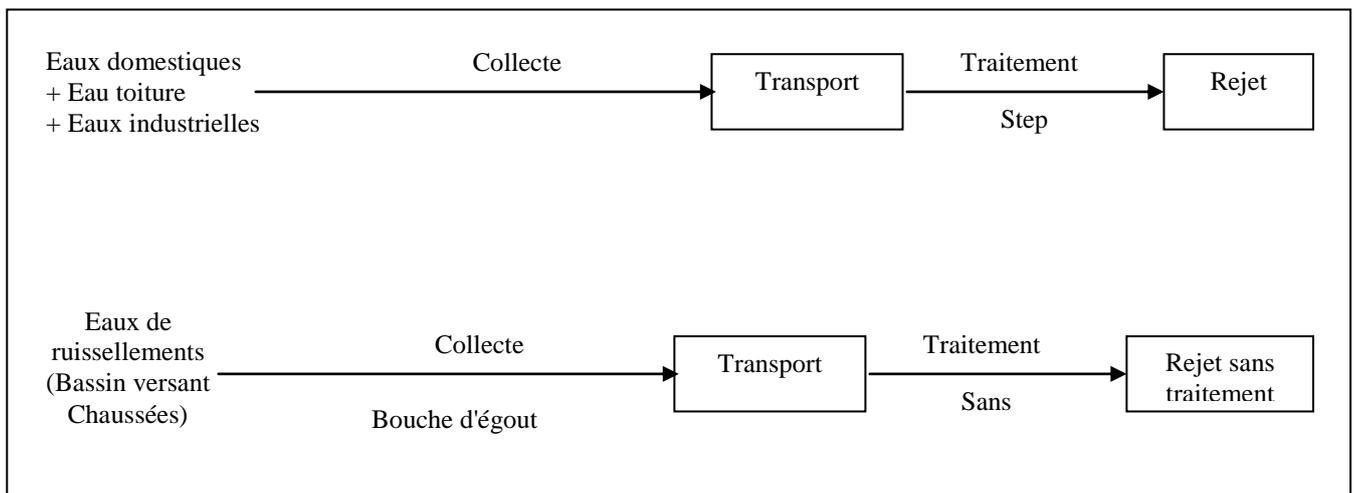


FIG I-3: SCHEMA DE PRINCIPE D'UN RESEAU PSEUDO-

I.5. Avantages et inconvénients des trois types de réseaux:

Ils sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau I-1: Avantages Et Inconvénients Des Trois Types De Réseaux

Système	Avantages	Inconvénients
Réseau unitaire	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Une seule conduite (coût faible) ▪ Pas d'encombrement du sous-sol. ▪ L'auto curage est assurée. ▪ Pas de faux branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Rejet intempestif ▪ Perturbation du fonctionnement de la station d'épuration. ▪ Gros diamètre ▪ Problème de mise en œuvre
Réseau séparatif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Station d'épuration est simplement dimensionnée pour des débits de pointes ▪ Bon fonctionnement de la Step ▪ Pas de rejet d'EU vers le milieu naturel ▪ Coût de fonctionnement qui est faible sur la Step. ▪ Evacuation non rapide et non efficace des eaux usées 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encombrement du sous-sol ▪ Coût pour deux réseaux ▪ Problème de faux branchement ▪ Problème de dépôt et le manque d'auto-curage pour le réseau E.U
Réseau pseudo-séparatif	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Possibilité de collecter les eaux de petite pluie ▪ Remédier au problème d'encrassement ▪ L'auto curage est assurée. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Encombrement du sous-sol ▪ Coût pour deux réseaux ▪ Problème de faux branchement ▪ Problème de dépôt et le manque d'auto-curage pour le réseau E.U

Remarque :

1/ A titre indicatif il existe d'autres système tel que:

- **Système non gravitaire** : que l'on appelle encore transferts forcés mis en œuvre chaque fois que la topographie l'exige.
- **Le système non-collectif** : Proposé lorsque la faible densité de l'habitat rend trop coûteuse la mise en place de réseaux publics.

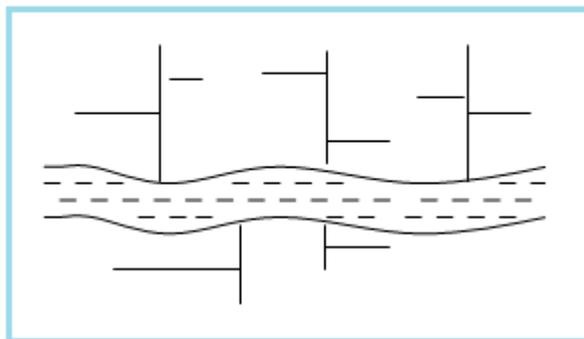
2/ Le réseau unitaire s'impose lorsqu'il n'y a plus de possibilité de concevoir économiquement un réseau séparatif, en revanche il est à déconseiller en zones industrielles en raison des diverses natures d'effluents, principalement de rejets de certaines industries préjudiciables pour le réseau unitaire

I.6. Schéma d'évacuation d'EAU:**I.6.1 Choix de configuration:**

Bien que les réseaux d'assainissement (d'évacuation) revêtent des dispositions très diverses selon le système choisi et les contraintes. Leur schéma se rapproche le plus souvent de l'un des cinq types suivants.

I.6.2. Schéma perpendiculaire au cours d'eau :

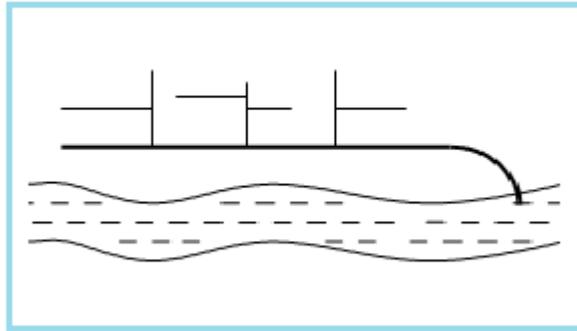
Avec ses multiples débouchés, transversalement à la rivière et l'orientation des ses artères dans le sens des pentes, il représente le prototype des réseaux pluviaux en système séparatif. C'est aussi trop souvent celui des villes et des communes rurales qui ne se préoccupent que de l'évacuation par les voies les plus économiques et les plus rapides, sans avoir le souci d'un assainissement efficace des eaux rejetées [3] , Voir Fig I-4.



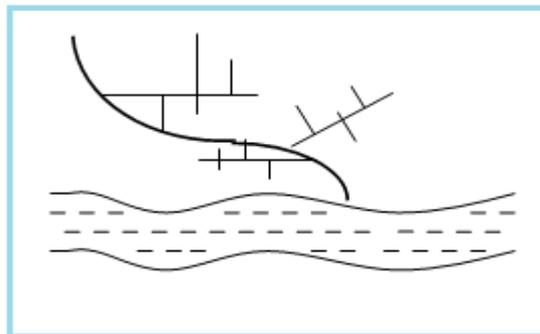
FIGI-4 : SCHEMA PERPENDICULAIRE

I.6.3. Schéma par déplacement latéral ou à collecteur latéral:

Il est plus simple par rapport aux systèmes qui reportent le déversement de l'effluent à l'aval de l'agglomération. Dans ce sens, il reprend l'ensemble des eaux débouchant par les artères perpendiculaires, au moyen d'un collecteur de berge or avec ce dispositif, on se trouve souvent gêné si l'on a recours à l'écoulement gravitaire, par le défaut de pente [3]. Voir Fig I-5.

**FIGI-5 : SCHEMA PAR DEPLACEMENT LATERAL****I.6.4. Schéma à collecteur transversal ou de collecte oblique :**

Il comporte des réseaux secondaires ramifiés sur le ou les collecteurs principaux; Ceux-ci disposent ainsi d'une pente plus forte et permettent de reporter facilement, par simple gravité, l'ensemble des effluents plus loin à l'aval que dans le dispositif précédent [3]. Voir Fig I-6

**FIGI-6 : SCHEMA A COLLECTEUR TRANSVERSAL OU OBLIQUE**

I.6.5. Schéma par zone étagée ou par intercepteur :

Il s'apparente au schéma par déplacement latéral avec des multiplicités des collecteurs longitudinaux ou obliques dans la rivière. Chacun des bassins de collecte l'agglomération dispose ainsi d'un collecteur bas qui est généralement à

Faible pente et dont l'effluent doit souvent faire l'objet de relèvement se trouvant alors soulagés des apports des bassins en amont. Les collecteurs à mi-hauteur du versant pouvant être réalisés initialement ou à posteriori, dans ce cadre d'une restructuration, que l'on appelle intercepteurs, sont au contraire plus faciles à projeter par ce que la pente du terrain est plus forte . Voir Fig I-7.

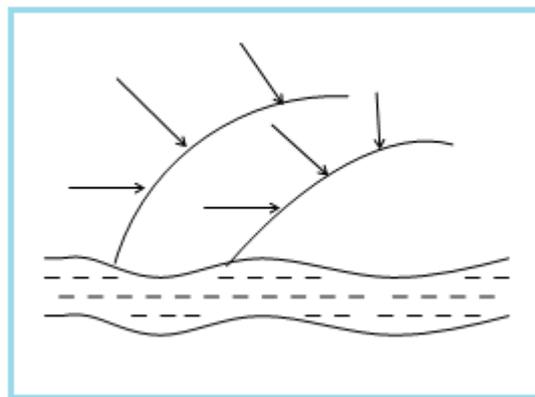


FIG I-7 : SCHEMA PAR ZONE ETAGEE OU PAR INTERCEPTEUR

I.6.6. Schéma à centre collecteur unique (schéma radial):

Selon que le réseau converge sur un ou plusieurs points de l'agglomération où l'on peut reprendre l'effluent pour le relever ou le refouler dans des émissaires importants, de transport à distance, ce schéma s'applique aux zones uniformément plates[3]. Voir Fig I-8

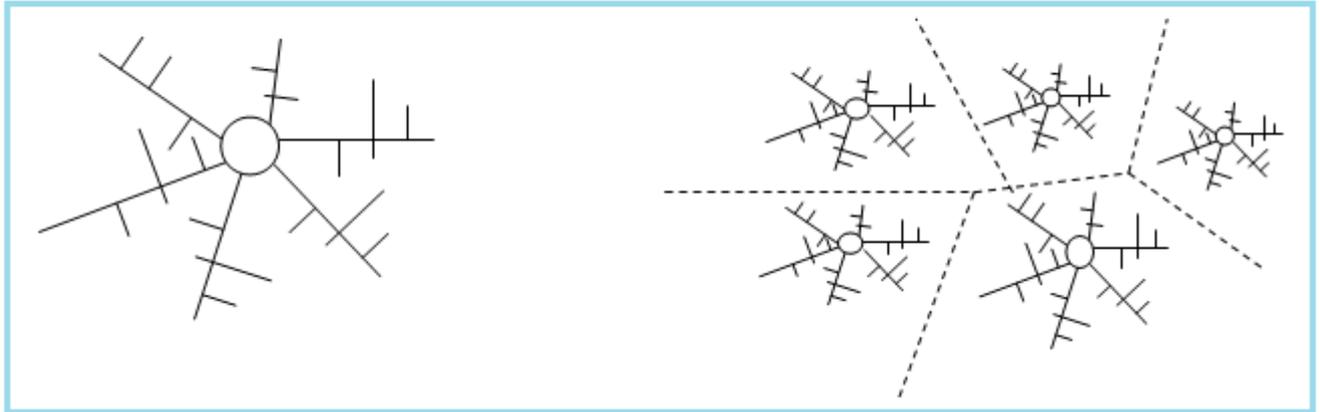


FIG I-8 : SCHEMA RADIAL

Remarque:

- Les collecteurs principaux et secondaires assurant l'évacuation rapide des effluents urbains se situent sous les voies publiques.
- En variante du schéma de réseau, on peut concevoir un réseau d'assainissement de type maillé. En effet, ce réseau permet, dans certaines zones urbaines, d'obtenir des meilleures conditions d'écoulement, l'auto-curage et de stockage aux époques de forte pluie

I.7. Critères influant sur le choix des systèmes :

Le choix entre les systèmes d'assainissement résulte d'une suite de considérations:

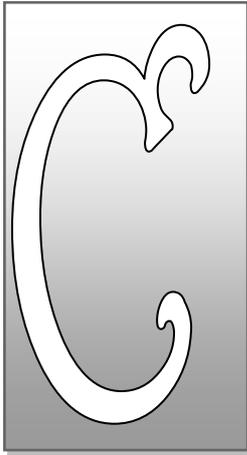
- 1/ Techniques : Topographiques (Topographie locale, régime des précipitations atmosphériques, nature du terrain, durée de temps sec qui est de l'ordre généralement de 4 heures selon certains chercheurs précèdent le ruissellement, tracé des réseaux de la voirie urbaine, importance de l'imperméabilité des sols, répartitions de l'habitat, préservation des lieux habités contre les inondations.
- 2/ Liées à des objectifs de qualité, lorsque le pouvoir auto épurateur du milieu est limité.
- 3/ Economique (dépenses d'investissement et d'entretien, exploitation)
- 4/ Urbanistique (répartition des quartiers résidentiels, commerciaux et industriels)
- 5/ Politiques ou sociales (acceptation ou refus de transformer le système à un autre)
- 6/ Environnementales.
- 7/ Réduction des débits de pointe des eaux pluviales.
- 8/ Sensibilité d'une nappe qui exclut l'assainissement autonome.

9/ De proximité des réseaux voisins et leurs positions en profondeur (conduite d'alimentation en eaux potables, gaz, câbles électrique ou téléphoniques)[thèse]

I.8. Conclusion :

Le système séparatif s'impose lorsque le milieu est fermé (lac, ...), ou lorsque le débit d'eau d'étiage de ce milieu est faible au regard des débits d'eaux pluviales et lorsque la qualité d'eau dans le milieu est à la limite de degré de pollution envisagée.

A l'inverse du système unitaire qui peut être adopté lorsque pendant la période d'étiage, de débit du milieu récepteur est très élevé à celui du débit d'eau pluviale.



CHAPITRE II

Éléments des réseaux d'égout

II. Eléments des réseaux d'égout

II.1. Introduction :

Les éléments constitutifs d'un réseau d'égout se subdivisent en :

- ouvrages principaux;
- ouvrages annexes.

II.2. Ouvrages principaux :

II.2.1. Généralités :

Un égout est considéré comme un aqueduc à écoulement libre dont la mise en charge doit être exceptionnelle et limitée par le débordement éventuel des regards et ouvrages annexes.

Les ouvrages sont conçus et calculés pour résister aux charges permanentes, aux efforts qu'ils ont à supporter en service

Les ouvrages principaux comprennent :

- des tuyaux cylindriques;
- des tuyaux ovoïdes préfabriqués normalisés;
- des ouvrages visitables de profils particuliers, limités aux grands centres urbains.

Les tuyaux à section droite circulaire sont désignés par leur diamètre intérieur, dit diamètre nominal, exprimé en millimètres ; les tuyaux ovoïdes sont désignés par leur hauteur intérieure, dite nominale, exprimée en centimètres.

Les génératrices doivent être rectilignes et les sections droites perpendiculaires aux génératrices. L'épaisseur des parois doit être régulière ; s'il n'existe pas de norme, ou si les prescriptions de la norme ne sont pas plus sévères, l'épaisseur minimale ne doit pas différer de l'épaisseur maximale + de plus de 5 % de celle-ci, ou de 3 mm si l'épaisseur maximale est inférieure à 60 mm.

L'utilisation des conduites circulaires est réservée aux faibles sections. La forme circulaire est simple à fabriquer. Elle peut être utilisée pour les grandes sections avec certains inconvénients :

- largeur importante de la tranchée.
- Vitesse d'écoulement faible pour des tirants d'eau faibles. d'où surgit la difficulté du curage et de l'entretien.

Pour pallier au problème d'auto curage, le profil circulaire est remplacé par la forme ovoïde, quand cela est possible.

Les diamètres des conduites circulaires équivalents aux conduites ovoïdes de hauteur H sont donnés dans le tableau II-1. [2]

TABLEAU II-1.1 : DIAMETRES DES CONDUITES CIRCULAIRES EQUIVALENTS AUX HAUTEURS DES CONDUITES OVOÏDES.

H (cm)	D (mm)
100	800
130	1000
150	1200
180	1400
200	1500

II.2.2. Contrôles et essais des tuyaux préfabriqués :

II.2.2.1. Contrôles :

Les contrôles portent sur la vérification de l'aspect et des côtes, diamètre nominal pour les tuyaux circulaires, hauteur nominale pour les tuyaux ovoïdes.

II.2.2.2 Essais :

Les essais à l'écrasement et à l'étanchéité sont obligatoires, les autres essais n'étant exécutés que s'ils sont prescrits par le maître de l'œuvre. Ces essais ont lieu sur des tuyaux prélevés au hasard, à raison de 5 % de chaque type, avec un minimum de trois éléments par lot.

II.2.2.2.1. Essai à l'écrasement :

L'essai à l'écrasement est fait à l'aide d'une presse automatique avec enregistrement des efforts; ceux-ci sont appliqués de manière à être répartis uniformément sur la génératrice supérieure du tuyau à l'aide d'une poutre de charge. Le tuyau repose sur deux poutres en bois, disposées parallèlement, de telle manière que les plans verticaux passant par les génératrices inférieures de contact soient distants de 1/10 du diamètre intérieur nominal, et, au moins, de 2,5 cm.

La mise en charge est effectuée jusqu'à rupture par écrasement à une vitesse de 1 000 daN par mètre de longueur utile et par minute. Cet essai permet de déterminer la charge de rupture par mètre de longueur utile.

II.2.2.2.2. Essai d'étanchéité :

L'essai d'étanchéité est effectué sous pression d'eau maintenue durant 30 min ; aucun suintement n'est toléré.

II.2.2.2.3. Essai de flexion longitudinale :

Le tuyau étant posé sur deux appuis métalliques en forme de V ayant un angle d'ouverture de 120°, il lui est appliqué une charge, graduellement augmentée, de 40 daN à 60 daN par seconde, jusqu'à rupture.

II.2.2.2.4. Essai de porosité :

Trois tessons de 200 g à 400 g sont prélevés sur le tuyau après élimination du revêtement, si celui-ci ne fait pas corps avec le matériau, et ceux-ci sont desséchés à 30 °C pendant 24 h.

Après recouvrement de la surface de cassure avec un enduit de paraffine, les tessons sont immergés dans l'eau à 18 °C, pendant 24 h.

La porosité est mesurée par le rapport du poids de l'eau absorbée au poids du matériau sec.

II.2.2.2.5. Essai de corrosion :

Les conduites en béton sont les plus utilisées et les plus gravement corrodées par l'hydrogène sulfuré. La corrosion du béton commence par la baisse de ph superficiel suite au lessivage de la chaux en excès et à la carbonatation de la surface par le gaz carbonique.

L'épreuve de corrosion se fait par l'addition de différents acides (acide chlorhydrique, acide nitrique, acide sulfurique). Après le lavage à l'eau douce et l'assèchement à l'étuve, on pèse l'échantillon. Les surfaces de la paroi interne ne doivent pas être altérées. [2]

II.2.3. Caractéristiques des matériaux utilisés pour les joints :

Les matériaux utilisés pour assurer l'étanchéité des joints des canalisations doivent satisfaire aux conditions énoncées ci-après.

II.2.3.1. Caoutchouc et élastomères analogues :

Le caoutchouc, ou les élastomères analogues, doivent présenter les qualités suivantes :

- la déformation rémanente, mesurée sur une éprouvette de 10 mm
- d'épaisseur maintenue pendant 3 jours à une température de 20 °C sous une pression constante réduisant son épaisseur de 6 mm, ne devra pas dépasser 0,50 mm

- après un vieillissement accéléré de 3 jours dans l'oxygène ou à l'étuve à la température de 70 °C, la résistance et l'allongement de rupture de l'éprouvette ne devront pas avoir varié de plus de 25 %, ni la dureté de plus de 10° internationaux;
- après un séjour de 14 jours à la température de 20 °C, la dureté de l'éprouvette revenue à la température normale ne devra pas avoir augmenté de plus de 10° internationaux.

II.2.3.2. Corde et produits d'imprégnation :

La corde pour joints doit être souple et compressible tout en gardant une élasticité résiduelle permettant d'assurer l'étanchéité; elle doit être naturellement imputrescible ou rendue telle par un produit d'imprégnation.

II.2.3.3. Matière de remplissage :

La matière de remplissage est normalement constituée par des bitumes ou des brais chargés ; leurs points de fusion doivent être compris entre 80 °C et 90 °C.

II.2.4. Tuyaux à section circulaire :

Parmi les diverses catégories de tuyaux à section circulaire, il faut citer :

- les tuyaux en béton non armé ou armé;
- les tuyaux en amiante-ciment;
- les tuyaux en grès;
- les tuyaux en polychlorure de vinyle non plastifié;
- les tuyaux en polyéthylène haute densité;
- les autres types de tuyaux.

Ces diverses catégories sont successivement étudiées ci-après.

II.2.4.1. Tuyaux en béton :

Un tuyau est dit armé s'il possède, simultanément, deux séries de fers disposés comme suit :

Cercles soudés à écartement maximal de 15 cm ou spires en hélice à pas de 15 cm au maximum ;

- génératrices régnant sur toute la longueur du tuyau.

Pour les tuyaux d'un diamètre supérieur à 1 200 mm les spires ou cerces sont disposées en deux nappes, sauf utilisation d'armatures spéciales.

Les aciers utilisés peuvent être :

- des ronds lisses ;
- des barres à haute adhérence ;
- des fils tréfilés ;
- des treillis soudés.

II.2.4.1.1. Fabrication

Les principaux procédés de fabrication retenus pour les tuyaux en béton sont la vibration, la centrifugation et le compactage.

Les tuyaux vibrés sont fabriqués à l'aide de trois procédés : vibrateurs au moule, table vibrante ou noyau vibrant ; ils sont armés ou non armés.

Les tuyaux centrifugés et armés sont obtenus en coulant le béton dans un moule animé d'une vitesse de rotation variable.

Pour confectionner les tuyaux par compression centrifuge, type Rocla, la cage d'armatures est préparée au préalable. Le béton est mis en place au moyen d'une machine à rouleau horizontal sur lequel le moule est suspendu ; pendant la rotation de la machine, le béton introduit dans le moule est compacté énergiquement, par l'effet combiné de la force centrifuge et de la pression du moule et du béton sur le rouleau Compacteur.

I.2.4.1.2. Classification :

Les tuyaux en béton sont classés selon trois critères à savoir :

➤ **leur utilisation :**

- les tuyaux circulaires réservés pour la réalisation de réseaux d'assainissement, caractérisés par la lettre E;
- les tuyaux circulaires à usages divers (drainage par exemple) Caractérisés par la lettre D ;
- les tuyaux ovoïdes pour la réalisation de réseaux d'assainissement, caractérisés par les lettres OVO.

➤ **leur nature :**

- tuyaux armés caractérisés par la lettre A (A1 ou A2 pour les ovoïdes) ;
- tuyaux non armés caractérisés par la lettre B.

➤ **leur résistance à l'écrasement :**

La lettre A ou B étant pour les tuyaux circulaires précédée d'un nombre correspondant à la charge d'essai à la rupture, exprimée en kilo newtons, par mètre linéaire du tuyau de référence de 1 m de diamètre intérieur nominal.

II.2.4.1.3. Caractéristiques des tuyaux :

a. tuyaux circulaires en béton arme :

Les caractéristiques de produits couramment fabriqués sont indiquées au tableau II-2.

TABLEAU II-2 : LES CARACTERISTIQUES DE TUYAUX CIRCULAIRES EN BETON ARME

Diamètre nominal (mm)	Charges de rupture (R) (daN/m) et épaisseur (e) (mm)					
	Série 60 A		Série 90 A		Série 135 A	
	R	E	R	e	R	e
300					4 050	37
400			3 800	43	5 400	45
500	4 000	50	4 500	50	6 750	53
600	4 300	56	5 400	58	8 100	62
800	4 900	68	7 200	74	10 800	80
1 000	6 000	80	9 000	90	13 500	100
1 200	7 200	92	10 800	105	16 200	120
1 400	8400	105	12 600	120	18 900	140
1 500	9 000	113	13 500	128	20 250	148
1 600	9 600	118	14 400	135	21 600	155
1 800	10 800	130	16 200	150	24 300	170
2 000	12 000	140	18 000	160	27 000	180
2 200	13 200	200	19 800	200	29 700	200
2 500	15 000	225	22 500	225	33 750	225
2 800	16 800	250	25 200	250	37 800	250
3 000	18 000	270	27 000	270	40 500	270
3 200	19 200	290	28 800	290	43 200	290
3 500	21 000	315	31 500	315	47 250	315

b. tuyaux circulaires en béton non armé:

Les caractéristiques de ces tuyaux figurent au tableau II-3.

TABLEAU II-3: LES CARACTERISTIQUES DE CES TUYAUX FIGURENT

Diamètre nominal (mm)	Charges de rupture (R) par mètre (daN) et épaisseur (e) (mm)					
	Série 60 B		Série 90 B		Série 135 B	
	R	e	R	e	R	e

150	1900	27	2400	27	3200	27
200	2000	30	2500	30	3500	32
250	2100	36	2600	36	3800	40
300	2200	45	2700	45	4050	48
400	2800	50	3600	52	5400	60
500	3500	60	4500	65	6750	70
600	4100	70	5400	80	8100	85
800	5000	85	7200	105	10800	130

II.2.4.1.4. Les joints des conduites en béton :

Pour avoir une bonne étanchéité quel que soit la nature du sol, les joints doivent être confectionnés en élastomère, contre les eaux intérieures et extérieures. [2]

a) Joint type Rocla :

C'est des joints à emboîtement ou l'étanchéité est assurée grâce à l'anneau en élastomère. Ce joint s'adapte pour les terrains en pente grâce à l'immobilité d'un anneau placé dans son longi ; Le jeu de 1cm permet le non transmission des contraintes longitudinales. Il est valable pour tous les diamètres.

Ce type de joint assure une très bonne étanchéité pour les eaux transitées

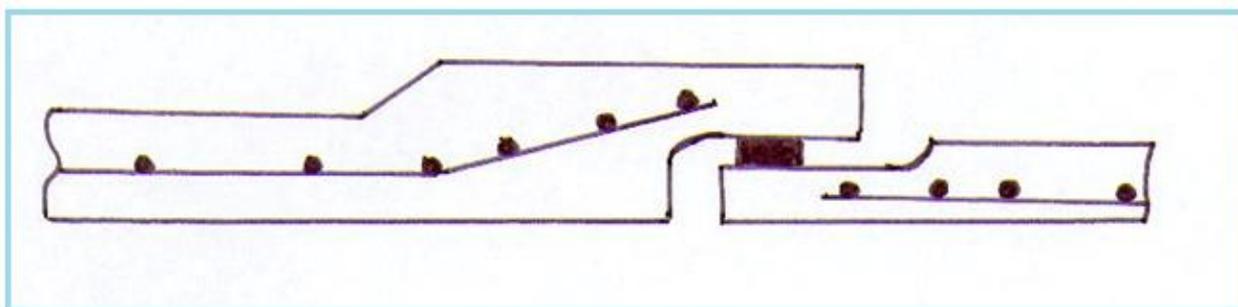
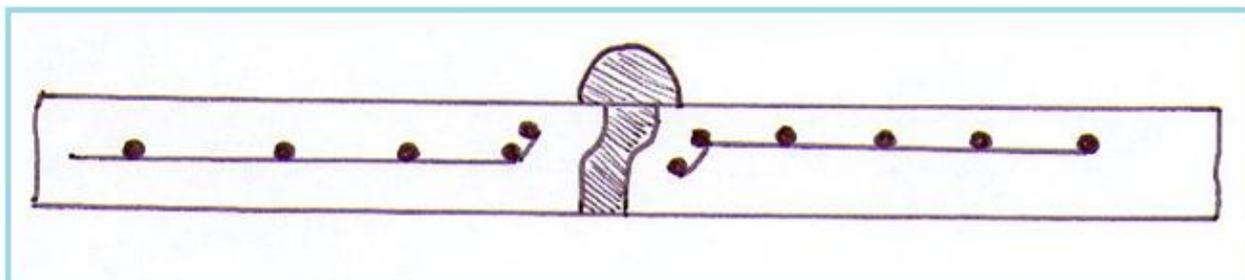


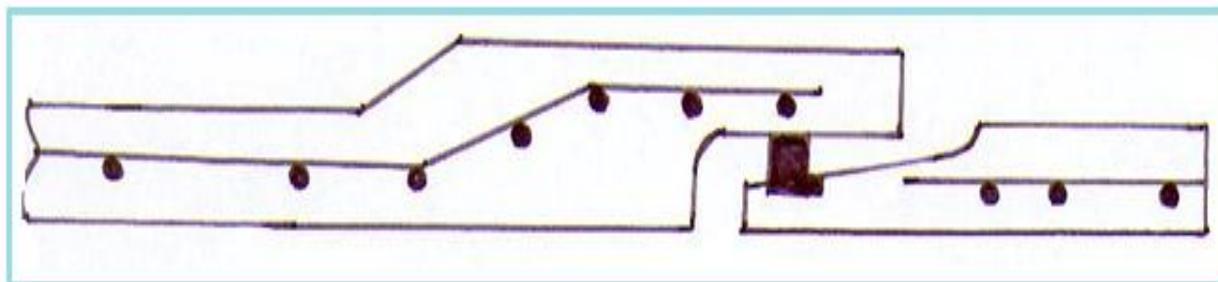
FIG II-1 : JOINT TYPE ROCLA

b) Joint à demi emboîtement :

La liaison entre deux bouts se fait par bourrage de ciment, utilisé uniquement dans les terrains durs et pour la canalisation sans charge. Le déboîtement est très facile pour les terrains qui tassent et en pente. [2]

**FIG II-2 : JOINT A DEMI-EMBOITEMENT****c) Joint torique :**

Il est remplacé dans la plupart des cas par le Rocla. Il s'adapte pour les sols faibles à condition que la pression ne soit pas très élevée. Il s'adapte également pour les terrains en pente grâce au jeu de 1 cm.

**FIG II-3 : JOINT TORIQUE****d) Joint à collet :**

C'est un joint à emboîtement rigide avec coulage en ciment, utilisé uniquement dans les bons sols et à éviter dans les terrains argileux.

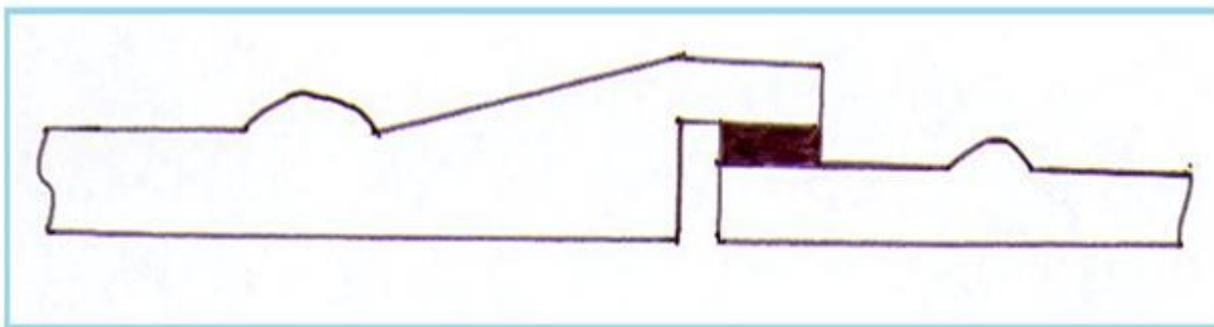


Fig II-4 : Joint à collet

e) Joint plastique :

Ce joint est étanche et résistant même si la conduite est en charge. La présence du cordon en bitume et la bague ou manchon en matière plastique contribue à la bonne étanchéité. Il s'adapte presque à tous les sols si la confection est bien faite.

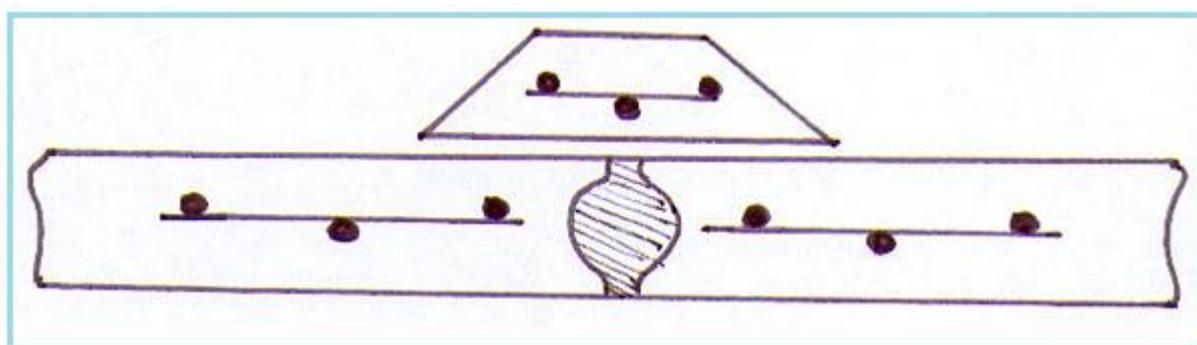


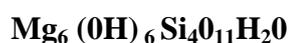
Fig II-5 : Joint plastique

II.2.4.2. Tuyaux en amiante-ciment sans pression :

II.2.4.2.1. Nature du matériau :

L'amiante-ciment, comme son nom l'indique, est constitué d'amiante et de ciment.

D'après la roche mère il est distingué entre l'amiante de serpentine et l'amiante d'amphibole; l'amiante est un silicate hydraté de magnésium répondant à la formule :



Le ciment utilisé est, généralement, du ciment Portland normal ; dans le cas où il s'agit de donner au matériau des propriétés spécifiques il peut être utilisé du ciment Portland de fer ou du ciment de haut fourneau.

II.1.4.2.2. Fabrication :

Il est, tout d'abord, procédé à la préparation de la pâte liquide d'amiante-ciment, la *matière* en termes de métier. Les fibres d'amiante, gainées de grains' de ciment, se déposent sur un tamis, cylindrique qui tourne dans le bac à matière. Ces fibres sont, ensuite, reprises par un feutre transporteur sur lequel elles forment une pellicule de 0,1 mm à 0,2 mm d'épaisseur ; cette pellicule se détache, ensuite, du feutre pour S'enrouler sur un mandrin d'acier lisse animé d'un ; mouvement de rotation.

Les couches enroulées sur le mandrin sont, l'une après l'autre, comprimées sur les couches précédentes, débarrassées de leur eau en excès et compactées sous une pression de 10 bars à 30 bars, variable selon le diamètre et l'épaisseur du tuyau fabriqué et décroissante au fur et à mesure que l'enroulement se poursuit.

Lorsque l'épaisseur prescrite est atteinte, le mandrin chargé de son tuyau s'échappe et est remplacé par un autre.

Le mandrin est repris dans un mouvement circulaire et la surface extérieure est lissée ; le tuyau s'agrandit quelque peu par la force centrifuge ce qui facilite le retrait du mandrin.

Les tuyaux sont entreposés, quelque temps, à l'air libre puis transportés dans des bassins remplis d'eau où ils séjournent jusqu'à durcissement.

II.2.4.2.3. Caractéristiques des tuyaux :

Ces tuyaux sont classés en deux séries, 6 000 et 9 000, en fonction de leurs charges de rupture R , en daN/m. Précédemment ils étaient classés en deux séries A_1 et A_2 en fonction du rapport de l'effort de rupture à l'écrasement à la surface diamétrale intérieure.

Les valeurs minimales étaient :

- série A_1 : $0,06 \text{ N/mm}^2$;
- série A_2 : $0,09 \text{ N/mm}^2$.

Les productions actuelles permettent d'obtenir les résistances minimales à l'écrasement caractérisées par les charges de rupture au mètre de canalisation mentionnées au tableau II-4.

TABLEAU II-4 : LES CHARGES DE RUPTURE AU METRE DE TUYAUX EN AMIANTE-CIMENT

Diamètre nominal (mm)	Charges de rupture (R) (daN/m) et épaisseur (e) du fût (mm)			
	Série 6 000		Série 9 000	
	R	e	R	e
100			1 700	8
125			1 700	8
150			1 700	8
200			1 900	9
250			2 250	12
300			2 700	14.5
400	2 800	16	3 600	19.5
500	3 500	20	4 500	24.5
600	4 100	24	5 400	29
800	5 000	32	7 200	39
1 000	6 000	40	9 000	49
1 200	7 200	48	10 800	58

La longueur utile des tuyaux est multiple du mètre, sans être inférieure, à 3 m, les tolérances de fabrication étant fixées par les normes précitées.

Lors de l'essai d'étanchéité des tuyaux en usine la pression est, graduellement, élevée jusqu'à 3 bars. Sur chantier, il est admis que les tuyaux peuvent subir un essai à une pression de 0,5 bar et qu'ils sont, sous cette pression, étanches tant aux sorties d'effluents qu'aux entrées, éventuelles, des eaux extérieures.

II.2.4.2.4. Joints :

Les tuyaux se fabriquent en deux types selon le mode d'assemblage :

- tuyaux avec un emboîtement ;
- tuyaux sans emboîtement avec deux bouts lisses.

Les joints actuellement utilisés sont, exclusivement du type *préformé*, à l'exclusion des joints coulés sur le chantier. Parmi ceux-là, il peut être cité les joints suivants :

- le joint roulant, dit «joint A», employé pour ses tuyaux de diamètres compris entre 100 mm et 600 mm inclusivement, constitué par un anneau de caoutchouc, de section circulaire, comprimé entre l'extrémité mâle du tuyau et, soit un emboîtement comme sur la figure II-6, soit un manchon double dans le cas d'utilisation de tuyaux à bouts lisses;

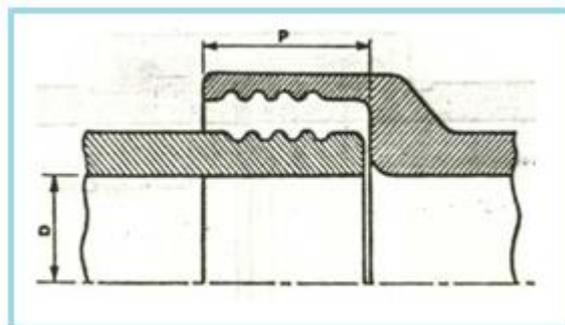


Fig II-6 : joint roulant A

— le joint glissant à compression, dit « joint T », employé pour les tuyaux de diamètres égaux à 700 mm et 800 mm, lesquels ne comportent pas d'emboîtements mais sont réunis par des manchons en amiante-ciment présentant sur leur face interne quatre gorges destinées à recevoir :

- au centre deux anneaux de butée assurant le centrage du manchon ;
- aux extrémités deux rondelles d'étanchéité (FIG II-7) ;

— le joint Interdisse pour assembler des tuyaux et des pièces de raccord à bouts lisses (FIG II-8) et constitué d'un manchon en amiante-ciment, muni intérieurement de trois gorges :

- une gorge centrale dans laquelle vient se loger un talon de butée en caoutchouc, de section rectangulaire;
- deux gorges latérales symétriques, destinées à recevoir chacune un anneau d'étanchéité, également en caoutchouc.

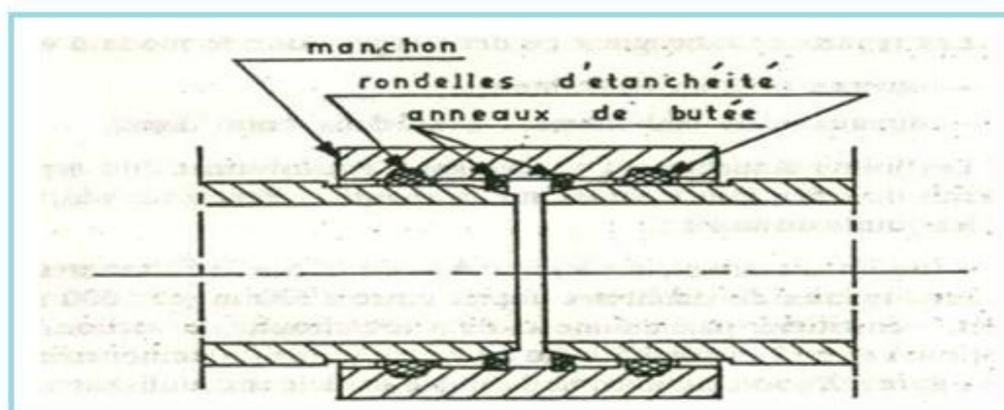


FIG II-7 : JOINT T DE LA SOCIETE EVERITUBE.

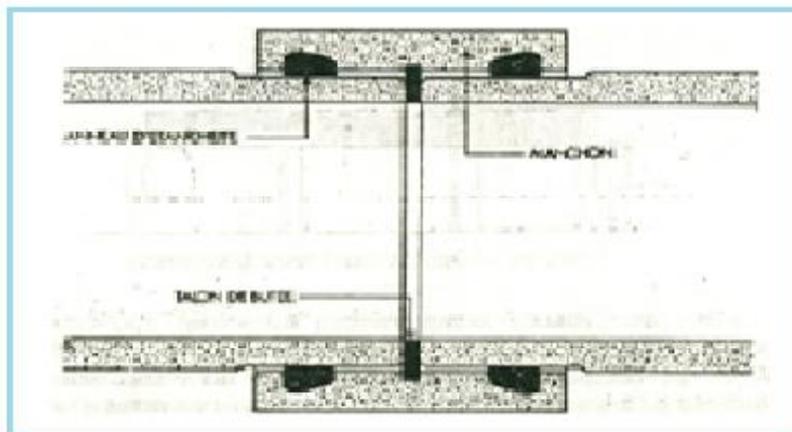


FIG II-8 : JOINT INTERLISS

II.2.4.3. Tuyaux en grès : [2]

II.2.4.3.1. Nature du matériau :

La matière première argileuse servant à la fabrication du grès doit contenir de la silice, de l'alumine et des fondants dans des proportions voisines de celles mentionnées ci-après :

Silice (SiO_2)	62 à 76 %
Alumine (Al_2O_3) et oxyde de fer (Fe_2O_3)	35 à 21 %
Fondants (K_2O , Na_2O , CaO , MgO).....	3 % environ.

La cuisson à haute température, sous l'action des fondants, a pour effet de mettre la silice et l'alumine en contact intime d'où création de silicates d'alumine, constituants du grès.

Le grès est inattaquable aux agents chimiques que peuvent véhiculer les eaux résiduaires, sauf à l'acide fluorhydrique [2].

II.2.4.3.2. Fabrication :

- Les argiles sont broyées et mélangées avec apport d'eau et de chamotte jusqu'à former une pâte contenant de 16 % à 20 % d'eau et de 20 % à 40 % de chamotte. Cette pâte est alors dirigée vers les appareils destinés à lui donner la forme de tuyaux à savoir :
 - les presses verticales pour la fabrication des tuyaux à collets;
 - les extrudeuses horizontales pour la fabrication des tuyaux sans collets. Les accessoires sont fabriqués dans des moules.

Les tuyaux ou accessoires sont dirigés vers les séchoirs où il règne une température de 100 °C et où ils restent de deux à trois jours. Après avoir été plongés dans un bain d'émaillage, ils entrent dans le four tunnel où progressent durant deux à trois jours, la température s'élevant progressivement pour atteindre 1200 °C dans la partie centrale puis diminuant ensuite jusqu'à refroidissement.

II.2.4.3.3. Caractéristiques des tuyaux :

Les caractéristiques dimensionnelles et les charges de rupture à l'écrasement que les productions actuelles permettent d'escompter sont mentionnées au tableau II-5.

TABLEAU II-5 : Les caractéristiques des tuyaux en grès :

Diamètre nominal (mm)	Charges de rupture (R) (daN/m) et épaisseur minimale (e) (mm)			
	Série normale (N)		Série renforcée (R)	
	R	e	R	e
100	2 800	15		
125	2 800	16		
150	2 800	17		
200	2 800	20	4 000	30
250	3 000	22	4 500	33
300	3 200	24	5 000	36
400	3 600	29	6 000	44
500	4 000	35	6 000	52
600	4 000	39	7 000	59
800	4 000	45	7 000	68
1 000	4 000	51		

Les tuyaux sont livrables en longueurs utiles de 1,00 m, 1,25 m, 1,50 m et 2,00 m les raccords pouvant s'effectuer au moyen de bouts droits de 0,30 m, 0,50 m et 0,80 m pour les diamètres nominaux de 100 mm à 300 mm.

Les tolérances sur la longueur utile sont de ± 10 mm pour les longueurs inférieures ou égales à 0,50 m et ± 2 % de cette longueur si elle est supérieure.

L'essai à l'étanchéité s'effectue :

- soit sous une pression de 1 bar pendant 30 min ;
- soit sous une pression de 3 bars pendant 30 s.

La résistance à l'écrasement se calcule par la formule :

$$P_{\text{daN/m}} = \frac{\text{charge maximale d'essai (daN)}}{\text{longueur de l'intercalaire (m)}}$$

II.2.4.3.4. Joints :

Il existe, actuellement, trois types de joints, à savoir :

- pour les tuyaux de 100 à 150 mm à bouts unis le *joint à manchon* moulé en polypropylène, le fait d'introduire par poussée un tuyau comprimant une bague de caoutchouc (Fig II-9) ;

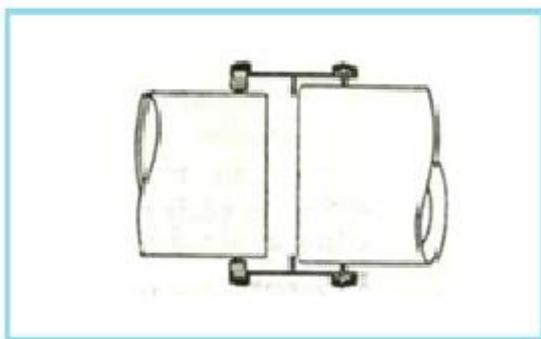


FIG II-9 : JOINT A MANCHON.

- pour les tuyaux de 100 à 200 mm, avec emboîtement, le *joint à lèvres* constitué par un anneau étanche en néoprène en forme de lèvres, fixé dans l'emboîtement, soit par un anneau coulé en polyester, soit par collage (FigII-10) ;

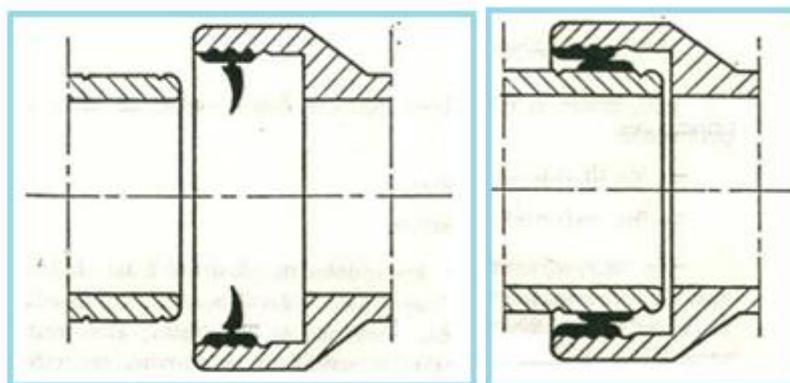


FIG II-10 : JOINT A LEVRES.

- pour les tuyaux de 150 à 1 200 mm à emboîtement, le joint à double anneau en polyuréthane ou en polyester et se composant d'une partie moulée dans l'emboîtement et d'une partie moulée sur le fût (FigII-11).

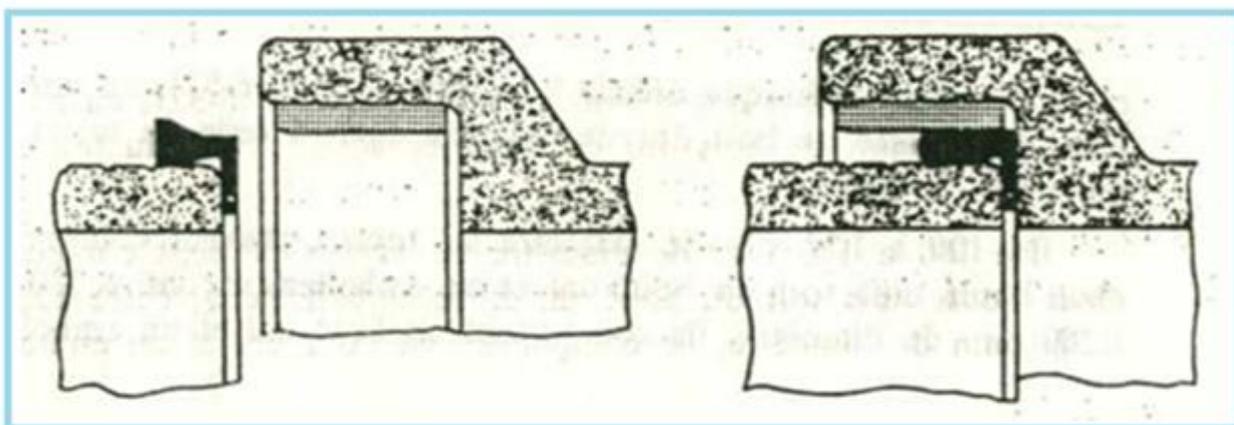


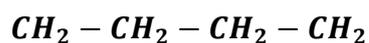
FIG II-11 : JOINT A DOUBLE ANNEAU

II.2.4.4. Tuyaux en polyéthylène haute densité :

II.2.4.4.1. Nature du matériau :

Le produit, qui est une matière thermoplastique, est obtenu par polymérisation de l'éthylène gazeux provenant de la sous-distillation de produits pétroliers. [2]

La formule du polymère est la suivante :



Cette formule est identique à celle du polyéthylène ordinaire, dit à basse densité, mais s'en différencie, cependant, par le fait que la phase cristalline y est sensiblement plus développée par rapport à la phase amorphe. Cette cristallisation plus élevée, due à une faible ramification de la chaîne moléculaire, donne au produit des propriétés physiques et mécaniques supérieures.

II.2.4.4.2 FABRICATION :

La fabrication est analogue à celle des tubes en polychlorure de vinyle. Après refroidissement le tuyau peut être coupé en longueurs droites ou bien, grâce à la relative souplesse de la matière, être roulé en couronnes ou sur tourets.

II.2.4.4.3 Caractéristiques des tuyaux :

Les tuyaux en polyéthylène sont de la plus grande longueur compatible avec les transports et manutentions, celle-ci ne pouvant être inférieure à 6 m ; ils sont de couleur noire.

La série de tube utilisable en assainissement est définie par les dimensions et charges d'essai mentionnées au tableau II-6.

TABLEAU II-6 : Les Caractéristiques des tuyaux en polyéthylène

Diamètre extérieur nominal (mm)	Epaisseur minimale (mm)	Charge d'essai (da N/m)
110	4,2	2310
125	4,8	2625
160	6,2	3360
200	7,7	4200
250	9,6	5250
315	12,1	6615
400	15,4	8400
500	19,2	10500

II.2.4.4 JOINTS :

Les raccordements sont effectués par soudure bout à bout ; ils doivent résister à un essai de pression sous 4 bars, pendant une demi-heure, sans fuite ni suintement. A noter qu'il existe des systèmes de contrôle par ultra-sons.

II.2.4.5. Autres types de tuyaux :

D'autres types de tuyaux que ceux mentionnés ci-dessus peuvent être utilisés sous certaines conditions :

- autorisation du maître d'œuvre;
- remise d'une note de calculs montrant que les limites des contraintes fixées par le maître d'œuvre ne sont pas dépassées ;
- contrôle de la qualité pour remise d'un mémorandum des essais subis dans des laboratoires officiels ainsi que lors des réceptions;
- remise d'une notice descriptive avec dessins;
- remise de références d'emploi. [2]

II.2.5. Tuyaux ovoïdes préfabriqués :

Jusqu'à ces dernières années, lorsque les calculs montraient qu'un tuyau de plus de 0,60 m de diamètre était nécessaire, il était jugé préférable d'utiliser des tuyaux ovoïdes préfabriqués

La longueur utile minimale est fixée à 1 m, la tolérance étant de ± 1 %. Les dimensions

intérieures ne doivent pas être inférieures aux dimensions nominales de plus de 3 mm.

Actuellement, les procédés modernes tant de fabrication que de curage, font souvent préférer l'emploi de tuyaux circulaires jusqu'à 2,00 m de diamètre. Le problème de l'auto-curage dans les canalisations circulaires de grande section, est, d'ailleurs, parfois résolu en leur adjoignant une cunette de petit diamètre [2]

II.2.6. Ouvrages visitables de profils particuliers :

Les ouvrages visitables de profils particuliers réalisés dans les grands centres urbains peuvent se classer en diverses catégories définies ci-après.

II.2.6.1. Egouts ordinaires à cunette :

Les égouts ordinaires à cunette permettent un bon écoulement des eaux dans celles-ci ; il en existe de plus ou moins anciens, et de dimensions variables.

La figure (II-12) représente deux types d'égouts à cunette couramment utilisés dans la région parisienne

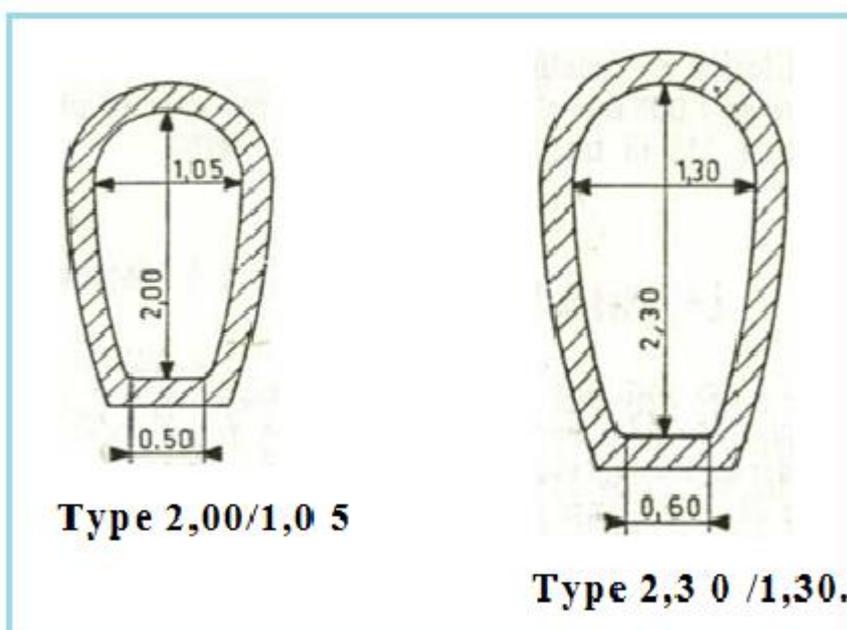


FIG II-12 : EGOUTS ORDINAIRES A CUNETTE.

II.2.6.2. Egouts à cunette et banquette :

Les égouts à cunette et banquette existent surtout dans les grandes villes, la banquette permettant la circulation, en période de temps sec, en vue de l'entretien des canalisations d'eau et des câbles téléphoniques posés dans l'ouvrage.

II.2.6.3. Collecteurs à cunette et banquettes :

Les collecteurs à cunette et banquettes forment l'ossature générale des réseaux d'évacuation dans les grandes villes, les divers types d'égouts précités venant s'y raccorder.

Ils comprennent une cunette centrale, pouvant atteindre 4 m de largeur, et deux banquettes latérales servant pour la circulation des ouvriers et le Guidage des engins de curage.

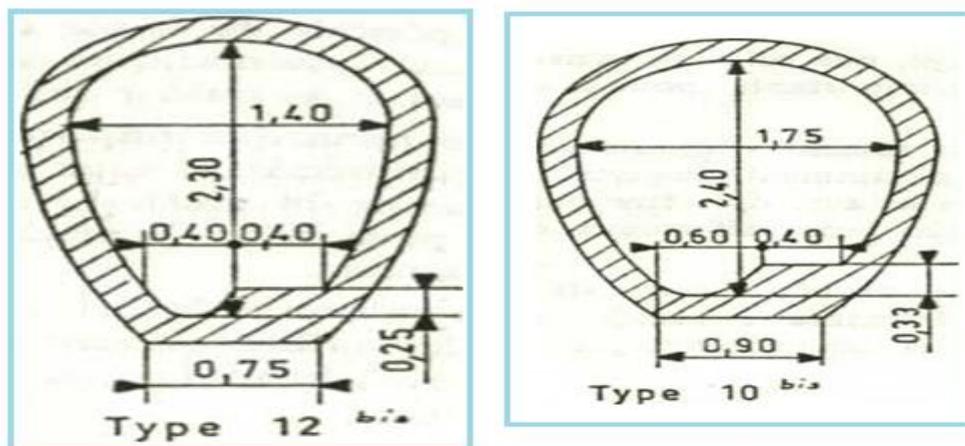


FIG II-13 : EGOUTS A CUNETTE ET BANQUETTE

II.2.6.4. Galeries de déversoirs d'orage :

Comme leur nom l'indique, les galeries de déversoirs d'orage sont destinées à évacuer, en cas d'orage, le débit supplémentaire transitant dans les collecteurs. Ces ouvrages dirigent directement les eaux vers le milieu naturel, sans traitement, la dilution étant, généralement, importante.

Ces galeries affectent des formes différentes selon leur emplacement et les quantités d'eau à évacuer. La figure 33 représente l'une d'elles, sa base ayant été élargie pour permettre l'évacuation d'un flot important sous une faible hauteur. [2]

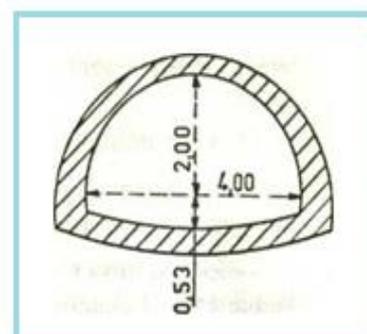


FIG II-14 : GALERIE DE DEVERSOIR D'ORAGE

II.2.7. Choix du matériau :

Le choix du matériau devra, essentiellement, être conditionné en fonction de trois considérations principales :

- _ Résistance aux actions chimiques du sol et des eaux y incluses ainsi que des eaux transportées ;
- _ Bonne étanchéité;
- _ Résistance aux actions mécaniques dues aux charges extérieures.

II.2.7.1. Etude de la résistance aux actions chimiques :

Les conditions d'attaque de chaque type de canalisations en fonction de divers paramètres tels que PH, teneur en oxygène dissous, vitesse de circulation de l'eau, présence de matières organiques assimilables, présence de sulfates, etc. et les moyens de protection adéquats sont étudiés dans divers ouvrages .

Il n'est donc traité dans ce paragraphe que le cas particulier d'attaque des tuyaux à base de ciment par l'hydrogène sulfuré en provenance des eaux résiduaires domestiques.

Les eaux domestiques ne dégagent de l'hydrogène sulfuré que dans le cas de fermentations anaérobies consécutives à des stagnations.

De par lui-même ce gaz serait sans action sur le ciment mais, sous l'influence de diverses bactéries, et en fonction de la température, l'hydrogène sulfuré est oxydé en acide sulfurique.

Il faut noter, cependant, que l'hydrogène sulfureux attaque rapidement et en profondeur les structures métalliques, notamment les armatures lorsque celles-ci sont mises à nu par fissuration ou même démolition du béton.

L'acide sulfurique attaque :

- la chaux libre des ciments Portland, donnant du sulfate de calcium pouvant conduire à la formation de sel de Candlot expansif ;
- les silicates et les aluminates, ce qui entraîne une précipitation de la silice et de l'alumine.

Les moyens de lutte contre ces phénomènes sont de trois ordres :

- ✓ caractéristiques du réseau d'égout;
- ✓ choix du ciment;
- ✓ moyens de protection.

II.2.7.1.1. Caractéristiques du réseau d'égout :

Le meilleur moyen de lutte est de réaliser un réseau d'égout évitant les stagnations causes de la formation d'hydrogène sulfuré.

A cet effet, le temps de rétention dans les canalisations doit être réduit au maximum, les turbulences et les chutes étant à éviter. Par contre il y a lieu de prévoir une bonne ventilation du

réseau ainsi que l'élimination des dépôts.

En période de faible débit prolongé, une solution consiste à prévoir des chasses systématiques suffisamment importantes pour évacuer les eaux stagnantes et entraîner les dépôts.

Une remarque importante vise les réseaux d'égouts posés dans des terrains imprégnés d'eaux salines (cas, notamment, de certaines communes riveraines de la mer). Le réseau, dans ce cas, doit être particulièrement étanche pour éviter la pénétration, par les joints défectueux, d'eaux salines et séléniteuses.

II.2.7.1.2. Choix du ciment :

Le ciment alumineux ne contient pas de chaux libre, L'hydratation du ciment sur sulfaté ne libère pas de chaux libre tandis que la formation de sulfo-aluminate de calcium — non expansif — renforce la résistance du béton; son utilisation demande, toutefois, certaines précautions.

Les essais effectués sur le ciment pouzzolano-métallurgique ont donné satisfaction, le ciment *déla*iter aux clinkers comportant également bien.

II.2.7.1.3. Moyens de protection :

- la mise en place de mortier de ciment alumineux ;
- l'utilisation de fluosilicates de zinc ou de magnésium (fluatation);
- la mise en œuvre d'une solution chaude de silicate de sodium (silicatisation) ;
- l'emploi de fluorure de silicium (coarctation) ;

- la fixation de plaques préfabriquées en matière plastique ;
- le revêtement en caoutchouc chloré.

II.2.7.2. Etanchéité des tuyaux :

La condition de bonne étanchéité entre en jeu pour l'agrément des tuyaux, toute fois il faut tenir compte des trois remarques suivantes :

- la compacité du matériau constitutif doit être considérée comme l'élément le plus important;
- les fuites provenant surtout des joints, il est préférable d'utiliser les assemblages à bagues d'étanchéité ;

le manque de soins à la pose est, souvent, une des causes d'une mauvaise étanchéité.

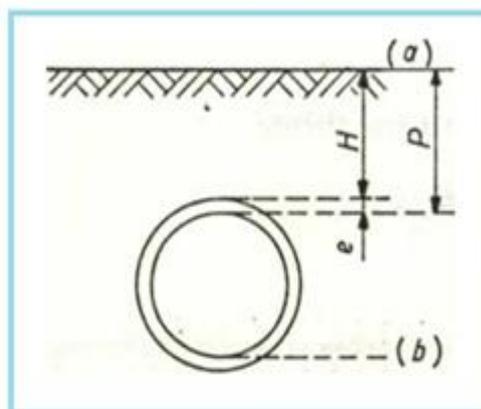


FIG II-15 : FIGURATION DE DEFINITIONS

II.2.7.3. Etude de la résistance mécanique aux charges extérieures :

Avant d'étudier cette question, il paraît opportun de préciser certains termes qui sont schématisés à la figure 34,

à savoir :

H : hauteur de recouvrement, distance entre le sol et la génératrice supérieure extérieure de l'ouvrage;

e : épaisseur du tuyau;

P : profondeur, distance entre le sol et la génératrice supérieure intérieure de l'ouvrage soit

$$P = H + e$$

II.3. Ouvrages annexes :

L'attention est attirée sur l'importance des ouvrages annexes tant des points de vue constructifs que d'entretien pour l'exploitation rationnelle des réseaux d'égout.

Les ouvrages annexes comprennent :

- Les ouvrages normaux.
- Les ouvrages spéciaux.

II.3.1. Ouvrages normaux :

Les ouvrages normaux sont les ouvrages courants. on les trouve aussi bien en amont ou le long des réseaux .Ils assurent généralement la fonction de recette des effluents ou d'accès au réseau.

II.3.1.1. Branchements :

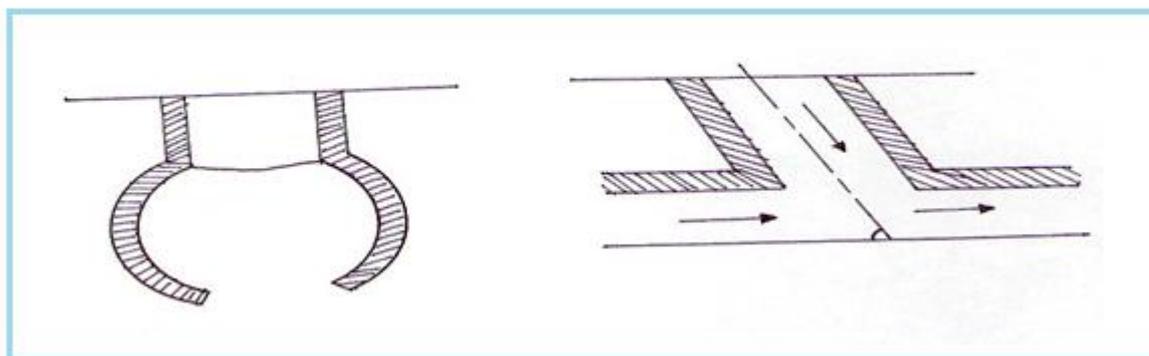
Leur rôle est de collecter les eaux usées et les eaux pluviales d'immeubles.

Un branchement comprend trois parties essentielles :

- Un regard de façade qui doit être disposé en bordure de la voie publique et au plus près de la façade de la propriété raccordée pour permettre un accès facile aux personnels chargés de l'exploitation et du contrôle du bon fonctionnement du réseau.

- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées sous un angle de 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.

- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement qui sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.



Point de raccordement avec élargissement

Point de raccordement avec

Fig II-16 : Branchements

II.3.1.2. Fossés :

Les fossés sont destinés à recueillir les eaux provenant des chaussées en milieu rural. Ils sont soumis à un entretien périodique.

II.3.1.3. Caniveaux :

Ce sont des ouvrages annexes de voirie destinés à la collecte des eaux pluviales provenant de la chaussée et éventuellement du trottoir.

II.3.1.4 Bouches d'égout :

Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux en surface (Pluviale et de lavage des chaussées). On les trouve :

- Au point bas des caniveaux, soit sous le trottoir. La distance entre deux Bouches d'égout est en Moyenne de 50m, la section d'entrée est en fonction de l'écartement

Entre les deux bouches afin d'absorber le flot. D'orage venant de l'amont.

Elles peuvent être classées selon deux critères : la manière de recueillir les eaux et la manière dont les déchets sont retenus. On distingue la bouche à absorption latérale (fig. a), ou à absorption par le haut (fig. b).

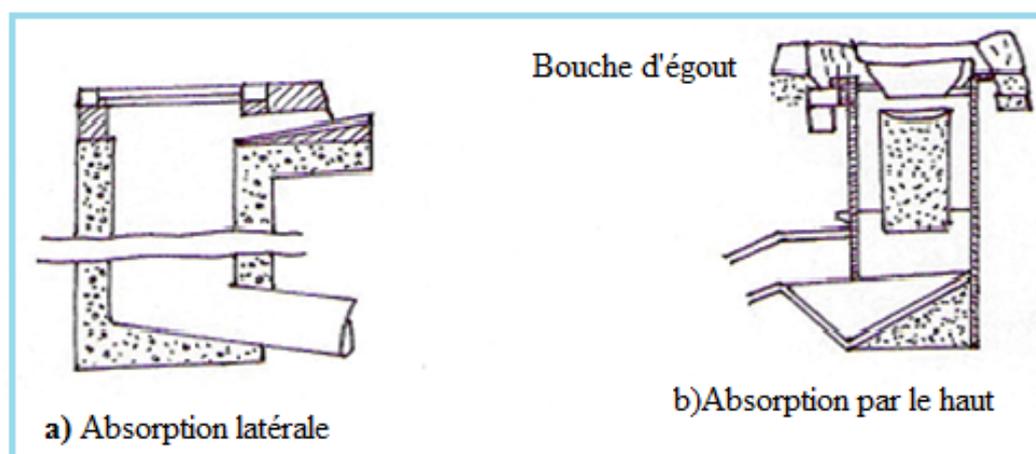
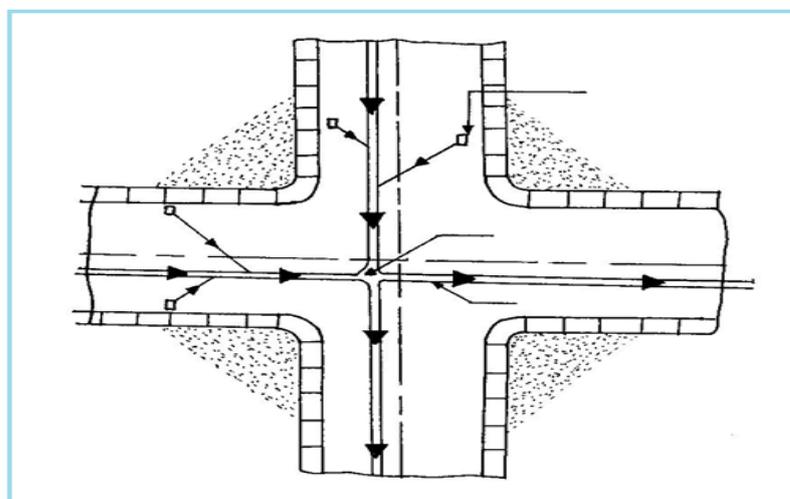


Fig II-17: Bouches d'égout



FigII-18: Emplacement des bouches d'égouts

II.3.1.5. Regards :

- **Regard de jonction.**
- **Regard de visite.**

Les regards sont les ouvrages d'accès au réseau, qui permettent au personnel d'assurer l'entretien et la surveillance, ils assurent aussi l'aération du réseau.

On peut avoir plusieurs types à savoir :

- **Regard simple** : pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres Différents.
- **Regard latéral** : en cas d'encombrement du V.R.D ou des collecteurs de diamètre important.
- **Regard double** : Ils sont utilisés pour le système séparatif
- **Regard toboggan** : on les trouve dans les endroits où on a un exhaussement de remous.
- **Regard de chute** : Ils sont placés dans les terrains à forte pente

La distance entre deux regards est variable

- A) 35 à 50 m en terrain accidenté.
- B) 50 à 80 m en terrain plat.

Sur les canalisations les regards doivent être installés :

A chaque changement de direction.

- A chaque jonction de canalisation.
- Aux points de chute.
- A chaque changement pente.
- A chaque changement de diamètre.

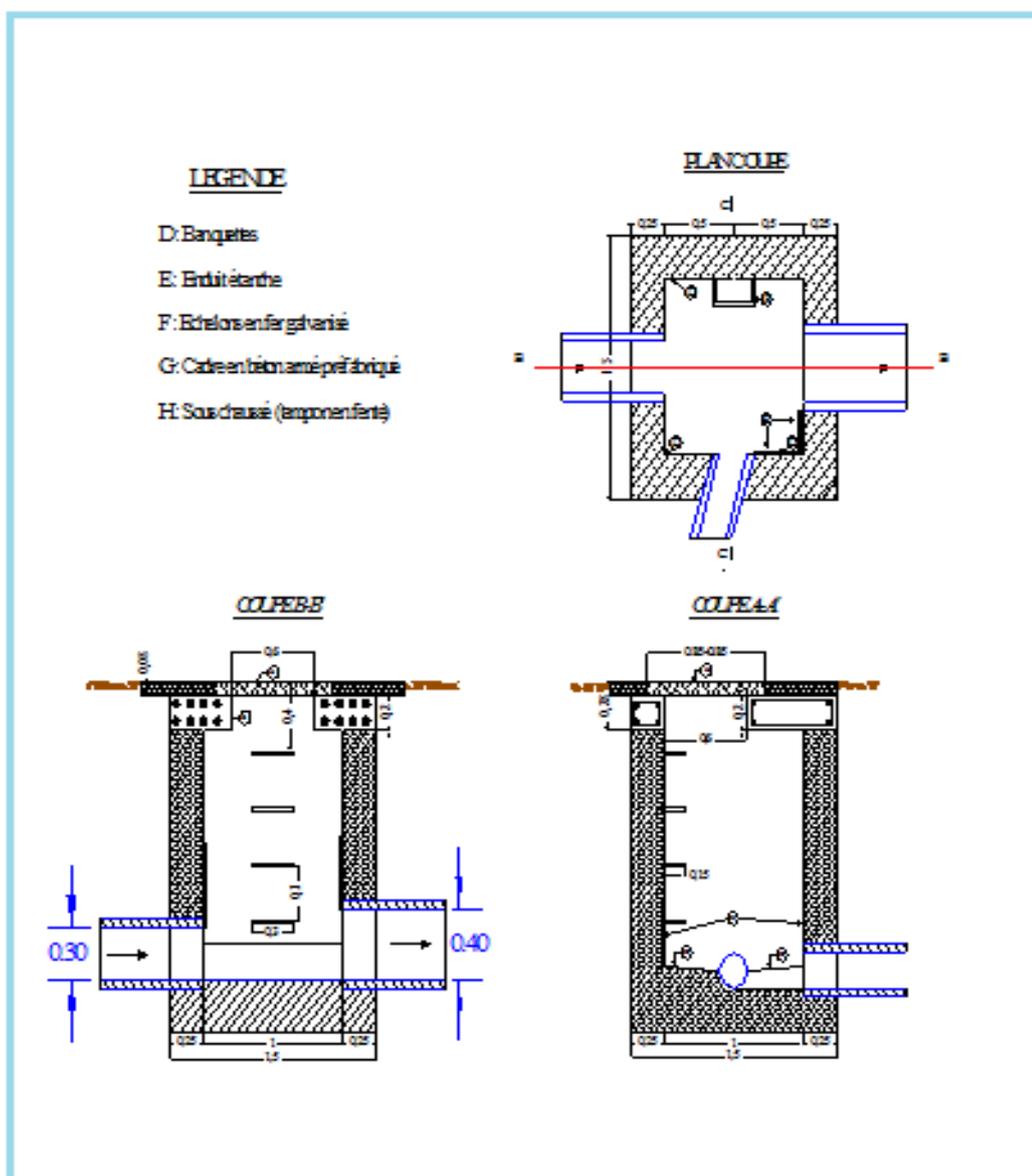


Fig II-19 : Regards

II.3.2. Ouvrages spéciaux :

II.3.2.1. Déversoirs d'orage :

Un déversoir d'orage est un ensemble de dispositifs permettant d'évacuer par surverse les pointes de ruissellement de manière à décharger le réseau aval.

a) Emplacement des déversoirs d'orage :

Ils sont placés :

- Avant la station d'épuration pour la régularisation du débit.
- Au milieu du réseau pour réduire les diamètres des collecteurs, ou déchargé un collecteur

Avant leurs projections il faut voir :

- Le milieu récepteur et son équilibre après le rejet des effluents dont il faut établir un degré de dilution en fonction du pouvoir auto épurateur du milieu récepteur.
- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- La topographie du site et La variations des pentes. [6]

b) Types des déversoirs :

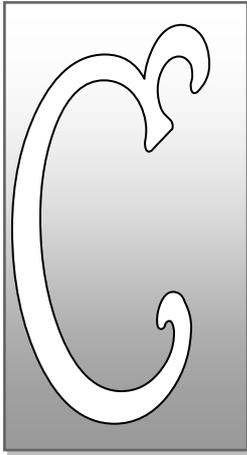
On distingue différents types des déversoirs selon la pente, l'écoulement, la position de la STEP.

- Les déversoirs à seuil latéral.
- Les déversoirs à seuil frontal.
- Les déversoirs avec ouverture du radier.
- Les déversoirs siphoides.
- Les déversoirs automatiques.
- Les déversoirs a barrage gonflable. [2]

II.4. Conclusion :

De toute façon, il vaut mieux chercher à éviter l'apparition des phénomènes provoquant les désordres plutôt que de les laisser se développer et de se prolonger de leurs effets, par l'emploi de matériaux adéquats.

Les eaux usées fermentées dans des conditions anaérobies et chargées d'hydrogène sulfuré poseraient, en effet, en bout de réseau, de graves problèmes supplémentaires de traitement.



CHAPITRE III

*Calcul hydraulique du réseau
d'assainissement*

III. Calcul hydraulique du réseau d'assainissement

III.1.Introduction :

Le calcul hydraulique d'un réseau d'assainissement consiste à dimensionner les ouvrages de ce dernier tout en respectant les normes d'écoulement.

Un réseau d'assainissement devrait assurer, du point de vue sanitaire :

- L'évacuation rapide des matières fécales hors des habitations ;
- Le transport des eaux usées dans des conditions d'hygiène satisfaisantes ;

Les ouvrages d'évacuation (collecteurs et regards), doivent respecter certaines normes d'écoulement. L'implantation en profondeur se fait d'une manière à satisfaire aux conditions de résistance mécanique due aux charges extérieures et avec un meilleur choix du tracé des collecteurs.

III.2. Conception du réseau : [3]

La conception d'un réseau d'assainissement est la concrétisation de tous les éléments constituant les branches de ce dernier sur un schéma global.

- Les collecteurs sont définis par leur :
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur.
 - Diamètres (intérieur et extérieur).
 - Pente.
 - Leur joints et confection.
- Les regards de visite et de jonction sont également définis par leur.
 - Emplacement (en plan).
 - Profondeur.
 - Côtes

III.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement :

Pour le dimensionnement des collecteurs, certaines conditions doivent être vérifiées :

III.3.1.Conditions d'écoulement et de dimensionnement :

Dans le cadre de l'assainissement, le dimensionnement du réseau d'assainissement du type unitaire doit dans la mesure du possible permettre l'entraînement des sables par les débits pluviaux

Pour empêcher leur décantation et éviter les dépôts, sans provoquer l'érosion de la paroi de la conduite.

Lorsqu'il s'agit de réseau d'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées dans une même conduite, les conditions d'auto curage doivent être satisfaites. Il faut assurer une vitesse minimale de 0.6 m /s pour le (1/10) du débit de pleine section, et une vitesse de 0.3 m / s pour le (1/100) de ce même débit avec un diamètre minimal de 300 mm. [3]

Si ces vitesses ne sont pas respectées, il faut prévoir des chasses automatiques ou des curages périodiques.

A l'opposé des considérations relatives à l'auto curage, le souci de prévenir la dégradation des joints sur les canalisations circulaires et leur revêtement intérieur, nous conduit à poser des limites supérieures aux pentes admissibles.

Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de (4 à 5) m / s.

III.3.2. Formules d'écoulements :

Dans le calcul des canalisations on utilise les différentes formules d'écoulements qui ont été développés par des chercheurs scientifiques parmi ses formules on a :

a)Formule de CHEZY :

$$V = C\sqrt{R_h \cdot I}$$

Où :

I : Pente du collecteur (m/m).

R_h : Rayon hydraulique (m).

C: Coefficient de CHEZY, il dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement. Le coefficient « C » est donné à son tour par la formule de BAZIN :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\gamma}{\sqrt{R_h}}}$$

γ : Coefficient de BAZIN qui varie suivant les matériaux employés et la nature des eaux transportées. Dans laquelle :(voir l'annexe)

γ = 0.06 pour les collecteurs d'eaux pluviales.

γ = 0.16 pour les collecteurs d'eaux usées. [8]

b) Formule de MANNING :

$$V = \frac{\alpha}{n} R_h^{2/3} I^{1/2}$$

Ou :

α : est un coefficient d'unité qui vaut 1 en système international et 1,486 en système anglo-saxon.

n : coefficient de MANNING il dépend des parois des conduite.

R_h : Rayon hydraulique (m).

I : Pente du collecteur (m/m).

c)Formule de MANNING-STRICKLER :

$$V = K_s R_h^{2/3} \sqrt{I}$$

Avec : K_s : Coefficient de rugosité de Manning-Strickler

$$K_s = 26 \left(\frac{1}{d_{35}} \right)^{1/6}$$

Où :

D_{35} : est le diamètre en mètre correspondant à 35 % passant en poids.

III.3.3. Mode de calcul :

Avant de procéder au calcul hydraulique du réseau d'assainissement en gravitaire, on considère l'hypothèse suivante :

-L'écoulement est uniforme à surface libre, le gradient hydraulique de perte de charge est égal à la pente du radier.

-La perte de charge engendrée est une énergie potentielle égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.

Les canalisations d'égouts dimensionnées pour un débit en pleine section Q_{ps} ne débitent en réalité et dans la plupart du temps que des quantités d'eaux plus faibles que celles pour lesquelles elles ont été calculées. [3]

A cet égard, nous avons suivi les étapes suivantes pour faciliter les taches du dimensionnement.

L'écoulement dans les collecteurs est un écoulement à surface libre régi par la formule de la continuité :

$$Q = V.S$$

Avec :

Q : Débit (m³/s).

S : Section mouillée (m²).

V : Vitesse d'écoulement (m/s).

Cette vitesse se calcule par différentes expressions.

Pour le dimensionnement de notre réseau, on utilise la formule qui nous donne la vitesse moyenne. Si on choisit la formule de Manning, la vitesse en (m/s) est déterminée par l'expression :

$$V = K_s \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m}$$

Où :

I_m (m/m) : Pente motrice nécessaire à l'écoulement d'un débit Q donné.

R (m) : Rayon hydraulique.

K_s: Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois, (cf. table annexe II).

Et on tire l'expression du débit :

$$Q = K_s \cdot S \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{I_m}$$

D'où le diamètre est calculé par la formule :

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

Le débit en plein section est donné donc par la relation :

$$Q_{sp} = V_{ps} * \frac{\pi * (D_{nor})^2}{4}$$

D'une manière générale, les ouvrages sont calculés suivant une formule d'écoulement résultant de celle de CHEZY $V = C (RI)^{0,5}$.

III.4. Formules de calcul :

a) Réseaux «eaux usées» en système séparatif :

Le coefficient de Bazin γ est pris égal à 0,25.

C sera approximé par $C = 70 R^{1/6}$

Q est alors donné par $Q = 70 R^{2/3} \cdot U^{1/2} \cdot A$

b) Réseaux «eaux pluviales» en système séparatif :

Le coefficient de Bazin γ est pris égal à 0,46.

C sera approximé par $C = 60 R^{1/4}$

Q est alors donné par $Q = 60 R^{3/4} \cdot U^{1/2}$.

c) Réseaux unitaire :

Le calcul sera conduit comme pour le réseau pluvial en système séparatif étant donné l'importance relative du débit des eaux usées par rapport à celui des eaux pluviales.

III.5. Conditions à satisfaire :

a) Système unitaire :

En vue de réaliser des réseaux permettant l'évacuation rapide et continue de tous les déchets fermentescibles, la pente des ouvrages devra permettre pour des débits pluviaux fréquents,

L'entraînement des sables, et pour le débit moyen des eaux usées, celui des vases organiques fermentescibles. Ces conditions sont réalisées pour des vitesses de l'ordre de 0,6 m/s pour 1/10 du débit à pleine section et 0,3 m/s pour 1/100 de ce même débit.

Ces limites sont respectées toutes les deux avec des vitesses à pleine section de l'ordre de 1 m par seconde dans les canalisations circulaires et 0,9 m/s dans les ouvrages ovoïdes.

D'autre part, le souci de prévenir la dégradation des canalisations conduit à imposer une vitesse limite à pleine section qu'il ne faut pas dépasser de l'ordre de 4 m/s ou 5 m/s.

b) Système séparatif :

• **Eaux pluviales**

Les conditions d'autocurage seront moins sévères que dans les réseaux unitaires, la vitesse d'autocurage sera de 0,3 m/s pour le passage d'un débit de 1/10 du débit à pleine section.

• **Eaux usées**

Les données de base pour le calcul des canalisations d'eaux usées sont essentiellement les valeurs des débits. Ces valeurs ne se limitent pas aux pointes d'avenir qui déterminent la capacité maximale d'évacuation mais aussi les minima pratiques correspondant aux débits moyens dans le présent.

On estime que la condition d'auto curage est réalisée lorsque pour un débit de 1/10 du débit à pleine section la vitesse est supérieure à 0,3 m/s. [3]

III .6. Critères de conception et de choix :

III.6.1. Compatibilité avec les agressivités du milieu :

La température maximale des effluents transportés est fixée par les normes, elle est de 45°C pour les tuyaux de diamètre nominal DN < 200 et de 35°C pour les tuyaux de diamètre nominal DN >200. Dans le cas où la température de l'effluent est susceptible de varier de façon sensible, il conviendra d'intervenir au niveau de l'effluent en régulant sa température. Les valeurs étant précisées dans les règlements d'assainissement.

Les eaux usées peuvent véhiculer des particules solides susceptibles d'entraîner une érosion des ouvrages les transportant. Afin d'éviter ce problème, les ouvrages transportant des effluents qui présentent un risque d'abrasivité ou de cavitation, doivent être constitués de matériaux résistant à l'abrasion.

III.6.2. Agressivité extérieure :

Plusieurs actions externe aux réseaux peuvent endommagées les canalisations. Les principaux risques sont d'ordre géotechnique. Le plus fréquent de ces risques géotechnique est le tassement du sol environnant. En effet, dès que les tassements sont importants il y a risque de tassements différentiels, et donc pour la canalisation, risque de déboitements avec pertes d'étanchéité, contre-pentes, fissuration, déformation, rupture.

On peut également être confronté à des glissements de terrains, qui entraînent avec eux les canalisations, ces mouvements peuvent être dû à la remonté d'une nappe par exemple. Il peut également se produire des affaissements et effondrements de terrains entraînant des cisaillements sur les canalisations, pouvant aller jusqu'à leur destruction complète. Dans certains cas, ces affaissements peuvent être maîtrisés.

Egalement, les agressivités de types chimiques ou électriques peuvent avoir un rôle non négligeable sur la pérennité de la canalisation. [3]

III.6.3. Résistance des matériaux :

a) Résistance mécanique:

La détermination des caractéristiques mécaniques d'un tuyau gravitaire est fonction des charges qu'il doit supporter. Le comportement des canalisations sous l'effet des charges liées aux remblais ainsi qu'aux charges roulantes est différent selon le type de matériau de la canalisation.

Les canalisations rigides (béton, grès,..) cassent en cas de contrainte excessive, d'où l'adoption des critères de charge à la rupture pour éviter la fissuration.

Les canalisations souples en Thermoplastique s'ovalisent et s'écrasent en cas de sollicitations trop importantes vis-à-vis de l'ouvrage d'où l'adoption des critères de déformation admissible, faisant intervenir d'autres paramètres tels que le vieillissement, la fatigue, la nature des sols de remblai et leur niveau de compactage.

La fonte ductile a un comportement semi-rigide (pour un diamètre nominal inférieur ou égal à 250 mm) et a une résistance mécanique importante.

b) Rigidité annulaire :

La rigidité annulaire spécifique (ras) traduit la capacité d'une canalisation à résister à une déformation annulaire.

Pour prendre en compte le "vieillissement" de certains matériaux on distingue ;

Rasi = rigidité annulaire instantanée

Rasv = rigidité annulaire différée (vieillie).

Ces critères permettent d'apprécier le comportement à court et long terme.

Dans le cas de tuyaux à comportement flexible les valeurs "rasi" correspondent à la classe de rigidité.

Rasi = CR (en kan/m^2) ou SN et sont indiquées dans les normes produits ou les avis techniques.

RAS (Rigidité Annulaire Spécifique) = CR (Classe de Rigidité) = SN (Stiffness Nominal, Nenn-Steifigkeit)

Ras doit-être exprimée en kan/m^2 mais certains fabricants utilisent les N/m^2

c) Résistance abrasion :

L'érosion des canalisations et plus particulièrement des radiers sont dus au transport des particules entraînées par l'écoulement.

Les divers matériaux présentent de bonnes caractéristiques vis-à-vis de l'abrasion liée aux particules solides véhiculées par les eaux.

Le respect de la limite de la vitesse de 4 m/s de l'eau dans les canalisations permet de limiter les problèmes potentiels d'abrasion des canalisations quel que soit le type de matériau choisi

III.6.4.Critères d'ovalisation :

Les tuyaux en plastiques sont soumis à un phénomène d'ovalisation. L'ovalisation maximale à long terme admissible est de 10 %. La stabilisation est généralement acquise après une durée de 2 ans, ceci correspond à une déformation maximale à court terme (3 mois) de 5 %.

III.7.Avantages et inconvénients pour chaque matériau : [3]

Le tableau ci-dessous représente une synthèse des avantages et inconvénients pour chaque matériau

Tableau III-1: Synthèse des AVANTAGES ET INCONVENIENTS POUR CHAQUE MATERIAU

Matériau	Avantages	Inconvénients
béton armé	<p>Faible coût</p> <p>Matériau classique et connu (expérience de mise en œuvre, etc.)</p> <p>Sites de production répartis sur l'ensemble du territoire</p>	<p>Transport délicat (poids, calage), risque de fissure, écaillage</p> <p>Manutention, déchargement, stockage</p> <p>Pose non recommandée à basse température (-5° joints intégrés, -15° joints coulissants mobiles)</p> <p>Risque de fissuration circulaire et/ou longitudinale</p>
Matières plastiques	<p>Légèreté, facilité de manutention, de transport et rapidité de mise en œuvre</p> <p>Manipulation manuelle possible pour les faibles diamètres</p> <p>-Flexibilité</p> <p>Simplification de mise en place du réseau (pièces de branchement, coudes, etc.)</p> <p>Pas de corrosion</p> <p>Résistance à l'abrasion</p> <p>Rugosité faible (plus facilement utilisable pour des faibles pentes)</p> <p>Faible coût pour les tuyaux PVC</p>	<p>Lit de pose soigné</p> <p>Dilatation thermique importante (particulièrement pour le PEHD)</p> <p>Déformation longitudinale (effet banane)</p> <p>Percement, poinçonnement</p> <p>Ovalisation</p>
Matériaux composites	<p>-Résistance élevée (mécanique, abrasion, traction)</p> <p>-Coefficient de rugosité faible</p> <p>-Résistance aux agents chimiques</p> <p>Faible poids</p> <p>Longueur variable</p> <p>Parfaite étanchéité</p> <p>Forme et diamètre ajustables sur mesure, adapté au chemisage d'ouvrages existants</p> <p>Entretien réduit</p> <p>Tuyaux fonçables</p>	<p>Coût élevé</p> <p>Ovalisation</p>

<p>Fonte</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Importante résistance mécanique Ne s'ovalise pas Utilisation de matériaux d'enrobage plus grossier, compactage moins soigné, nature des sols hétérogènes, aléas de chantier -Recyclage total des tuyaux -Raccordement verrouillable pour certains types Utilisable même si faible recouvrement -Robustesse et longévité Résistance aux instabilités dues aux poussées lors d'une pose sous le niveau de la nappe. 	<ul style="list-style-type: none"> -Sensible au courant vagabond Coût élevé Production très localisée
<p>Grés</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Longévité du matériau (plusieurs siècles) -Résistance mécanique élevée -Souplesse de raccordement pour les tuyaux à bouts lisses -Produit naturel, ressource importante -Plus léger par rapport au béton et fonte -Absence de corrosion 	<ul style="list-style-type: none"> -Transport et stockage délicat –Coût très élevé -Fragilité au choc
<p>Acier</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Pérennité du matériau (revêtement de protection intérieur et extérieur) -Surtout utilisé en fonçage Utilisable même si faible recouvrement Elasticité importante 	<ul style="list-style-type: none"> Coût élevé -Pas de norme applicable Poids élevé

III.8. Étude comparative des différentes conduites :

Le tableau ci-dessous consigne les résultats d'une étude comparative des différentes conduites

LE TABLEAU III- 2 : LES AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES DIFFERENTES CONDUITES UTILISEES EN ASSAINISSEMENT :

TUYAUX	AVANTAGES	INCONVENIENTS
B.V	Coût modéré Assez bonne perméabilité	Mauvaise tenue dans les sols agressifs. Longueurs de 1 m impliquant de nombreux joints. Rugosité intérieur élevé.
C.A.O	Bonne résistance Assez bonne perméabilité Joint étanches.	Résistance assez faible à l'agressivité des eaux de sols. Rugosité moyenne. Longueur 2,5 m.
B.V.A	Bonne résistance Joints étanches Coût modéré	Résistance faible à l'agressivité des sols et eaux Gamme réduite à 4 diamètres 300-600 Longueur 2,5 m
P.V.C	Caractéristiques favorables à l'eau ménagère. Résistance mécanique suffisante. Poids léger. Montage facile. Haute résistance à l'abrasion.	Très sensible à la température.

III.9. Prix de quelque tuyau d'assainissement :

APPLICABLES À PARTIR DU 08 OCTOBRE 2013 LONGUEUR DE 6 METRES
SERIE FOURREAUX

Tableau III-3 : Prix de quelque tuyau d'assainissement

Diamètre	Prix HT du m/l	Prix TTC du m/l	Prix HT le tube	Prix TTC le tube
75/80	135,33	158,33	811,97	950,00
110	92,59	108,33	555,56	650,00
160	149, 57	175,00	897,44	1 050,00
200	263,53	308,33	1 581,20	1 850,00

III.10. Principaux fabricants des tuyaux à l'ALGER :

Les principaux fabricants des tuyaux sont :

Chiali groupe :

Adresse - zone industrielle B.P.87 Sétif-1900- Algérie.

K-plast, sarl :

Cité du 1^{er} Novembre 1954 bt D2, Promotion Lemtai Bouaroun n°1.

Plastub, sarl :

BP 60, zone industrielle Gare Taame Bounoura 47000 GHARDAIA-Ghrdaia.

Adg Algérie :

150, cité Aissat Idir.chéraga Alger 16000.

Canal plast, sarl :

Zone Industriel Ddesserte n°3 13000 chetouane, Algérie.

Cosider canalisations :

Route de la base Aérienne.Chéraga Alger-16270

Pipe poly, sarl :

Rue 5, lot172. Beaulieu, ALGER

N.B : Ces fabricants produisent généralement des tuyaux de bonne qualité, au point de vue caractéristiques mécaniques et aspect interne et externe.

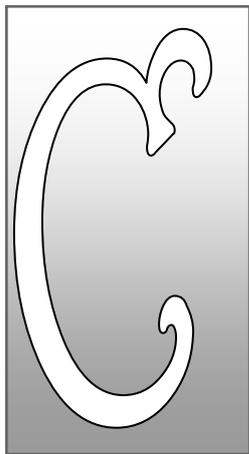
La fabrication informelle des tuyaux d'assainissement concerne essentiellement les tuyaux en béton non armé. La fabrication est réalisée dans des unités artisanales, disposant généralement d'un équipement rudimentaire et d'une main d'œuvre non qualifiée. Les tuyaux fabriqués ne répondent pas aux exigences imposées par les normes en vigueur à savoir :

- Différence importante entre le diamètre nominal exigé et celui du tuyau fabriqué.

- La longueur du fût n'est pas homogène.
- La ségrégation du béton est importante compte tenu des moyens de mise en place.
- Les tuyaux présentent en général une rugosité interne importante
- Les bouts mâles et femelles présentent des anomalies gênant leur emboîtement.
- La résistance à l'écrasement est insuffisante et reste en deçà des valeurs exigées par la norme.
- Le fabricant informel ignore tout de la qualité des matériaux, du rôle qui peut jouer un constituant de mauvaise qualité, et des conditions optimales de mise en place d'un béton, avec les conséquences qui peuvent en découler à savoir :
 - Mauvaise étanchéité des tuyaux
 - Résistance mécanique faible
 - Dégradation du réseau d'assainissement par manque d'étanchéité etc.

III.11. Conclusion :

Sous ce chapitre nous avons consacré les calculs hydrauliques du réseau d'assainissement et nous avons présentés les avantages et les inconvénients de chaque conduit utilisée en assainissement, nous donnons aussi les principaux fabricants des conduites en Algérie aussi les prix de quelques tuyaux en assainissement.



CHAPITRE IV

Pose de canalisation

IV. Pose de canalisation :

IV.1.Introduction :

Après avoir obtenu toutes les données concernant le réseau (les diamètres, les dimensions des déversoirs et leur emplacement, le tracé du réseau...).

On passe à une étape très importante qui est la pose de canalisation du réseau d'assainissement .A cet effet il faut toutes les dispositions utiles pour qu'aucun problème ne se pose en ce qui concerne les canalisations.

Les réseaux d'évacuation des eaux usées sont constitués des conduites soumises à de nombreuses contraintes dont on cite :

- ✓ Le poids propre du remblai.
- ✓ Le poids de liquide contenu, les charges abrasives transportées.
- ✓ Les charges fixes et mobiles sur le remblai
- ✓ Les tassements différentiels du terrain
- ✓ L'action des racines des arbres
- ✓ Les variations du niveau de la nappe phréatique
- ✓ Les chocs lors de la mise en œuvre
- ✓ Les tassements et vibrations dus au trafic routier

La canalisation doit être enterré sous une couverture d'au moins 80 cm au départ portée à 1 m dans le cas des diamètres supérieurs à 400 mm.

IV.2. Emplacement des canalisations :

Les conduites seront placées dans l'axe de la chaussée dans le cas des rues de moins de 15 m de largeur. Dans les cas des rues larges, il est préférable que la pose de canalisation s'effectue sous trottoir.

Dans la pratique les canalisations sont enterrées dans le sous sol du domaine public, pour le cas des intercepteurs ils passent dans des milieux non urbanisés.

IV.3. Exécution des travaux :

Les principales opérations pour la réalisation du réseau d'égout est par ordre chronologique sont comme suit :

- ✓ Décapage de la couche végétale.
- ✓ Implantation des axes des canalisations sur terrain.
- ✓ Excavation des tranchées et des fouillés pour les regards.
- ✓ Aménagement du lit de pose des conduites.
- ✓ Pose des joints et des conduites essai hydraulique.
- ✓ Remblaiement des tranchées.

- ✓ Exécution des regards.

IV.3.1. Décapage de la couche végétale :

Le décapage se fait par un bulldozer ou angledozer, le volume de la couche végétale est calculé comme suit :

$$V = b \cdot h \cdot L \quad (\text{m}^3)$$

Avec :

b : longueur de la couche végétale (m)

h : hauteur de la couche végétale (h = 0.2 m)

L : longueur des tranchées de même diamètre (m)

IV.3.2. Implantation des regards et des axes des tranchées :

On matérialise l'axe des tranchées sur le terrain par des jalons ou des piquet suivant les tracés du plan de masse, les jalons doivent être placés aussi dans chaque point d'emplacement d'un regard, c'est-à-dire à chaque changement de direction ou pente, et à chaque branchement ou jonction de canalisation, pour cela on a besoin les instruments suivantes : les jalons, les niveaux, les théodolites, les mires

IV.3.3. Excavation des tranchées et des fouilles pour les regards :

Les travaux d'excavation des tranchées se font mécaniquement, on doit suivre les pentes des conduites même si les tranchées sont très profonde (3 à 4 m), il faut veiller à ce que la conduite d'assainissement soit plus basse que celle d'eau potable, pour éviter la contamination de l'eau en cas de fuite d'eau usée. Pour les regards et les autres ouvrages, la tranchée sera généralement creusée de façon qu'entre la surface extérieure de la maçonnerie et la paroi de la tranchée reste un espace libre.

a) Profondeur de la tranchée :

Il faut avoir une profondeur de telle manière à éviter toute intercommunication avec les autres conduites, la profondeur est donnée par :

$$H = e + D + h \quad (\text{m})$$

Avec :

H : profondeur de la tranchée (m)

e : hauteur des lits de pose (m)

D : diamètre de la conduite (mm)

h : hauteur du remblai au dessus de la conduite (m)

b) Largeur de la tranchée :

La section transversale de la tranchée peut être trapézoïdale ou bien rectangulaire selon la nature de terrain et la profondeur de la tranchée.

- ✓ Rectangulaire si la profondeur de la tranchée est inférieure ou égale à 2 m.
- ✓ trapézoïdal si la profondeur de la tranchée est supérieure ou égale à 2 m. La largeur de la tranchée elle est donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2a \text{ (m)}$$

Avec :

$$a = 0.3$$

D : diamètre de la conduite (m)

c) Volume des déblais des tranchées :

- Forme rectangulaire :

$$V = b. H. L \text{ (m}^3\text{)}$$

Ou : L : longueur total de la tranchée.

- forme trapézoïdale :

$$V = S. L \text{ (m}^3\text{)}$$

Ou : S : aire de la section transversale de la fouillé (m²).

d) Profondeur des regards :

La profondeur des regards est la différence entre la cote tampon du regard et le site départ de conduite de ce regard.

$$H = Ct - Cd \text{ (m)}$$

Avec :

H : profondeur du regard (m)

Ct : cote tampon (m)

Cd : cote de départ de la conduite (m)

Dans la plupart des cas on ajoutera 20 cm pour permettre le dépôt des corps solides véhiculés.

$$H : Ct - Cd + 0.2 \text{ (m)}$$

La pente entre les regards est :

$$P = \frac{Cd^{ram} - Ca^{rav}}{d}$$

Avec :

P : pente entre deux regards consécutifs (m/m)

Cd^{ram} : cote d'arrivée du regard amont (m)

Ca^{rav} : cote de départ du regard aval (m)

D : distance entre deux regards (m)

e) Volume des déblais des regards :

- la cote du regard est : $a = D + 0.6$ (m)

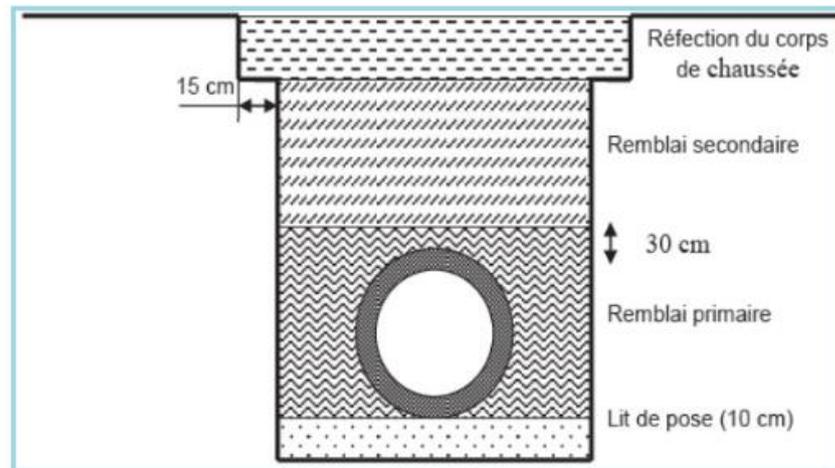


FIG IV-1 : SCHEMA DE POSE DE CONDUITE DANS UN REGARD

Avec :

a : cote du regard (m)

D : le diamètre le plus grand arrivant ou partant du regard (m)

0.6 m : réserve de part et d'autre de la génératrice extérieure de la conduite.

- la profondeur d'excavation des regards est :

$$H = h + e_r + 0.1 \text{ (m)}$$

Avec :

H : profondeur d'excavation (m)

h : profondeur du regard (m)

e_r : épaisseur du radier du regard (m)

0,1: marge de sécurité

- le volume d'excavation pour chaque regard sera donc :

$$V = a^2 H \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

a : cote du regard (m)

H : profondeur du regard (m)

f) Choix des engins de terrassement :

Afin d'avoir rendement et une rentabilité meilleur des travaux, on utilisera pour l'excavation des tranchées et des fouillés des regards, une pelle équipé en rétro.

Les avantages de la pelle en rétro sont :

- creuser au dessous de la surface d'appui ;
- creuser rapidement et précisément les tranchées à talus vertical ;
- creuser à une profondeur importante ;
- creuser dans la direction de la machine ;

IV.3.4. Aménagement du lit de pose :

Le lit de pose de 0.15 à 0.2 m, au fond de la tranchée, il sera fait de façon que la conduite soit rectiligne.

Pour ça il faut que le lit soit bien pilonné et bien nivelé.

- ✓ du sable ou de gravier pour les terrains ordinaires.
- ✓ De la pierre cassée pour les terrains imperméable et rocheux.
- ✓ Du béton maigre dans les parties rocheuses à très fortes pentes.

Mais si les terrains sont peu consistants, le fond des tranchées sera consolidé, chaque tuyau repose sur deux briques placées sur le fond, le vide doit être rempli de sable.

IV.3.5. Mise en place des canalisations :

La pose de canalisation d'assainissement s'opère de l'aval vers l'amont. Avant la mise en place des conduites en fouillées on procède à un triage des conduite de façon à éliminer celles qui on subie des chocs importants, ou des fissurations, on doit s'assurer au préalable qu'aucun corps étranger ne se trouve à l'intérieur des conduites.

On doit vérifier l'état de revêtement intérieur et extérieur des tuyaux. Une conduite doit toujours être posée avec une légère pente afin de créer des points pour évacuer l'aire entraîné, soit lors du remplissage, ou pendant le fonctionnement des conduites.

Les tuyaux seront posés en fouillés au moyen d'une grue ou d'une pose tube, la descente des tuyaux doit être faite lentement et dans l'ordre.

- ✓ Il faut vérifier régulièrement l'alignement des tuyaux.
- ✓ Il faut aligner les tuyaux pour les coller, en coulant dans les terres meubles seulement.

IV.3.6. Essais des joints des canalisations :

- ✓ L'épreuve de joint permet de détecter les fuites d'eau, l'épreuve à l'eau s'avère nécessaire pour les conduites de faibles diamètres (jusqu'à 500 mm).

- ✓ Lors de l'essai à l'eau les conduites seront obtenues des deux cotés, avec des robinets à l'extrémité basse pour le remplissage, et un autre à récupérer l'eau d'essai pour sa réutilisation.
- ✓ L'épreuve consiste en un remplissage total du tronçon, sans que le niveau d'eau diminue, la pression d'essai est de 1 bar maintenu pendant 30 minutes.
- ✓ Dans le cas des grands diamètres (> 500 mm), on utilise de l'air et on mesure la variation de pression, il ne faut pas que cela dépassé 0.1 à 0.2 bars.

IV.3.7. Remblai des tranchées :

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, on procède au remblaiement par la méthode suivante :

- ✓ L'enrobage de (10 : 15 cm) au-dessus de la génératrice supérieure de la conduite,
- ✓ Le matériau utilisé est constitué par des déblais expurgés des pierres grossières ;
- ✓ A l'aide des engins on continue à remblayer par des couches successives de 0,25 m compactées l'une après l'autre. Pour cette étape on utilise la terre des déblais ;

Pour que les conduites résistent aux forces extérieures dues à des charges fixes et mobiles et au remblai il faut choisir des matériaux qui garantissent la résistance à ce dernier.



FIG IV-2 : REMBLAI DES TRANCHEES

a) Contre butée latérale :

C'est une opération très délicate pour la stabilité du tuyau.

Le remblayage latéral s'effectue sur toute la largeur, le matériau de remblayage doit être compactable et exempt de pierres et blocs, il peut être du sable ou du gravier contenant moins de 12 % d'éléments inférieurs à 0.1 mm et ne contenant pas d'élément supérieur à 30 mm.

La mise en place d'un tel remblai réclame beaucoup de soin et se fait symétriquement par couches soigneusement damé à la main, afin de ne pas mettre en péril la stabilité du tuyau et ceux jusqu'à obtenir une couche de 0.2 m au dessous de la génératrice supérieure de la conduite.

b) Les remblais supérieurs :

Le matériau utilisé généralement est similaire à celui mis en œuvre pour le remblayage latéral.

L'épaisseur maximale de chaque couche de remblai ne doit pas excéder 0.30 m, le compactage jusqu'à 75 cm au dessous de la génératrice supérieure du tuyau doit être effectuée par damage manuel, l'utilisation d'un engin de compactage nécessite des couches de remblai supérieur à 0.75 m.

Les regards sont généralement de forme cubique dont les dimensions varient en fonction des collecteurs. La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre.

Les différentes opérations pour l'exécution d'un regard sont les suivantes

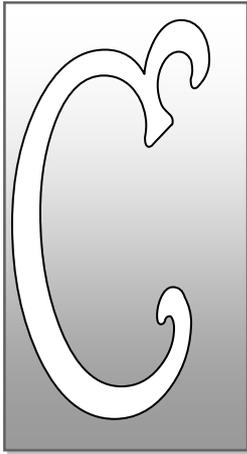
- ✓ Réglage du fond du regard.
- ✓ Exécution de la couche du béton de propreté.
- ✓ Ferrailage du radier du regard.
- ✓ Bétonnage du radier.
- ✓ Ferrailage des parois.
- ✓ Coffrage des parois.
- ✓ Bétonnage des parois.
- ✓ Décoffrage des parois.
- ✓ Coffrage de la dalle.
- ✓ Ferrailage de la dalle.
- ✓ Bétonnage de la dalle.
- ✓ Décoffrage de la dalle.

IV.4. Conclusion :

Nous avons exposé les différentes façons de pose selon les cas ainsi que les conditions à respecter.

Pour assurer le bon fonctionnement de notre réseau, la pose de canalisation doit être d'une manière correcte.

Pour que les conduites résistent aux forces dues aux charges fixes ou mobiles ainsi qu'au remblai il faut choisir des matériaux qui garantissent la résistance à ces derniers.



CHAPITRE V

Organisation de chantier

V. Organisation de chantier

V.1. Introduction :

L'organisation de chantier consiste à déterminer et à coordonner la mise en oeuvre des moyens nécessaires pour accomplir dans les meilleures conditions possibles les travaux à exécuter avant d'aller sur chantier et avant le commencement de la réalisation. Pour cela il faut toujours commencer par une étude théorique et ensuite la partie pratique.

Dans la première on détermine le temps de réalisation avec précision, le matériel à utiliser, la main d'oeuvre nécessaire et les matériaux de construction nécessaires. Dans la deuxième partie on passe à l'exécution des travaux sur terrain.

V.2. Exécution des travaux :

Les principales opérations à exécuter pour la pose des canalisations sont :

- Manutention et stockage des conduites ;
- Décapage de la couche de végétation ;
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards ;
- Aménagement du lit de pose ;
- Emplacement des jalons des piquets ;
- La mise en place des canalisations en tranchée ;
- Assemblage des tuyaux ;
- Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints ;
- Remblaiement des tranchées ;
- Construction des regards en béton armé ;

V.2.1. Manutention et stockage des conduites :

a) Chargement et transport :

Le chargement des véhicules doit être effectué de façon à ce qu'aucune détérioration ou déformation des tubes et des accessoires ne se produise pendant le transport.

Eviter : [5]

- Les manutentions brutales, les flèches importantes, les ballants.
- Tout contact des tubes et des raccords avec des pièces métalliques saillantes. les tubes avec emboîture doivent être alternés. les emboîtures doivent dépasser la pile.

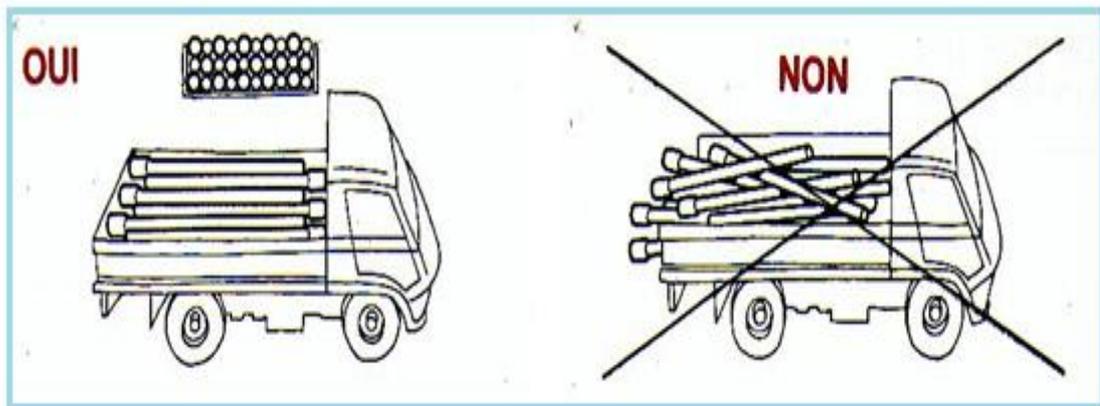


FIG V-1: CHARGEMENT ET TRANSPORT

b) déchargement :

Le déchargement brutal des tubes et des raccords sur le sol est à proscrire. [5]

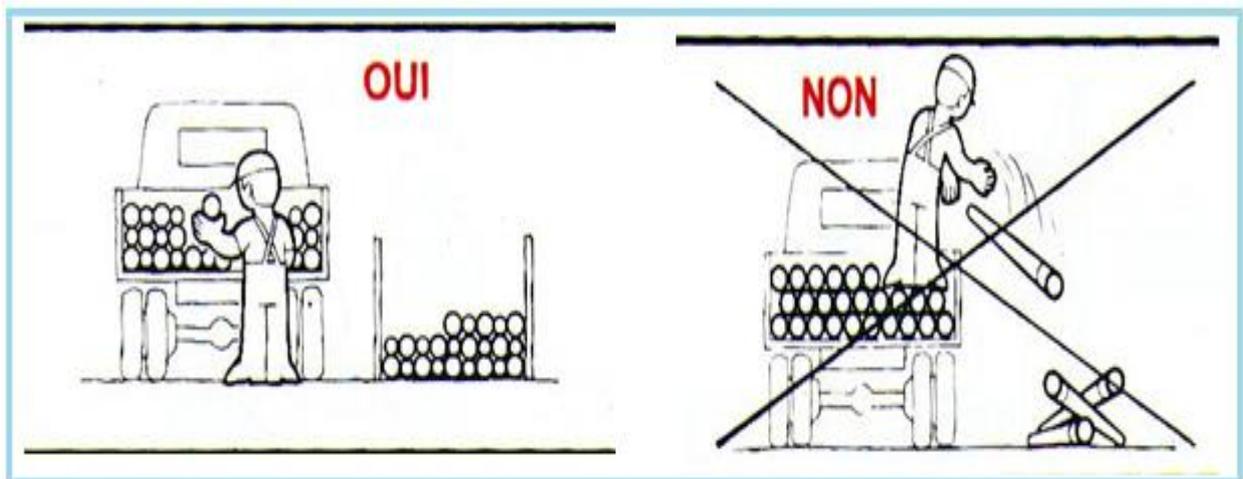


FIG V-2 : DECHARGEMENT.

c) stockage : [5]

- L'aire destinée à recevoir les tubes et les raccords doit être nivelée et plane ;
- L'empilement doit se faire en alternant les emboîtures et en laissant celles-ci dépasser la pile ;
- La hauteur de gerbage doit être limitée à 1.50m ;

- Les tubes et les accessoires doivent être stockés à l'abri du soleil. (la décoloration du tube n'affecte en rien ses caractéristiques mécaniques) ;
- Les accessoires ne doivent être déballés qu'au moment de leur utilisation ;
- Eviter le contact avec l'huile les solvants et autres substances chimiques ;
- Le stockage des tubes doit assurer leur protection mécanique et contre la chaleur ;

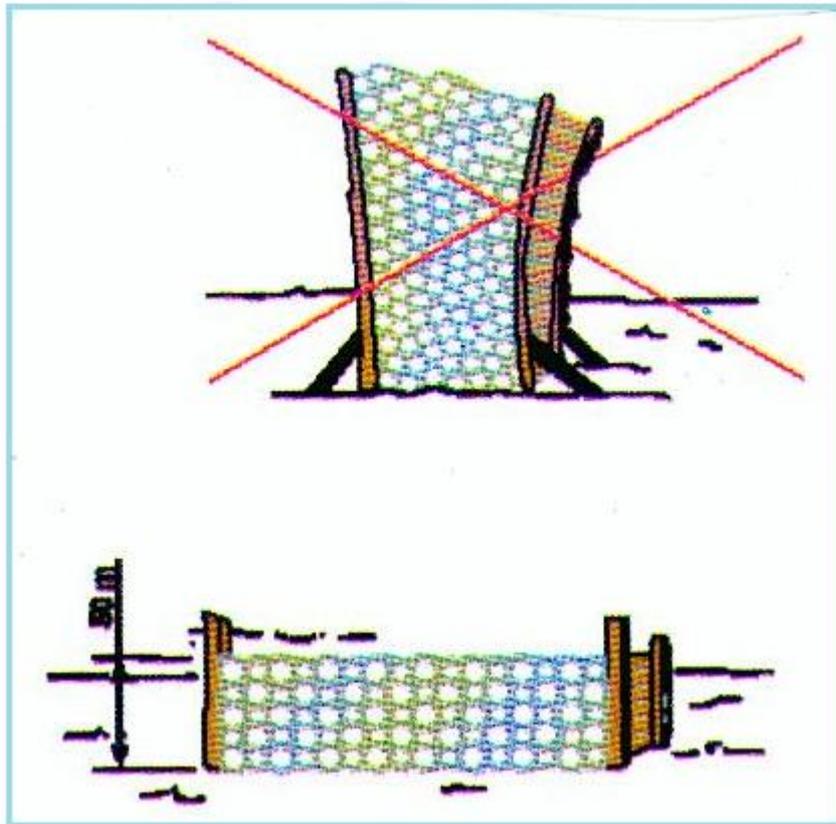


FIG V-3 : STOCKAGE

V.2.2. Décapage de la couche de terre végétale :

Avant d'entamer l'excavation des tranchées, on doit tout d'abord commencer par l'opération de décapage des terres végétales sur des faibles profondeurs,

Le volume de la couche à décapier est :

$$V = B.h.L \text{ (m}^3\text{)}$$

Avec :

B : largeur de la couche végétale (m) ;

h : hauteur de la couche (h=0.1m) ;

L : longueur totale des tranchées (m) ;

V.2.3. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards :

La largeur de la tranchée, doit être au moins égale au diamètre extérieur de la conduite avec des sur largeurs de 30 cm de part et d'autre.

- **Largeur de la tranchée :**

La largeur d'ouverture de tranchée est donnée par la formule :

$$B = d + (2 \times 0,3)$$

B : largeur de la tranchée en (m) ;

D : diamètre de la conduite en (m) ;

- **profondeur de la tranchée :**

La profondeur est donnée par la formule suivante :

$$H = e + d + h$$

H : profondeur de la tranchée en (m) ;

e : épaisseur de lit de sable en (m), e = 20 cm ;

D : diamètre de la conduite en (m) ;

h : la hauteur du remblai au dessus de la conduite en (m) ;

V.2.4. Aménagement du lit de pose : [4]

Les tubes ne doivent pas être posés à même fond de fouille mais sur un lit de pose, d'une hauteur de 10cm au minimum, constitué de sable propre contenant moins de 12% de fines (particules inférieures à 80µ).Le lit de pose doit être soigneusement compacté.

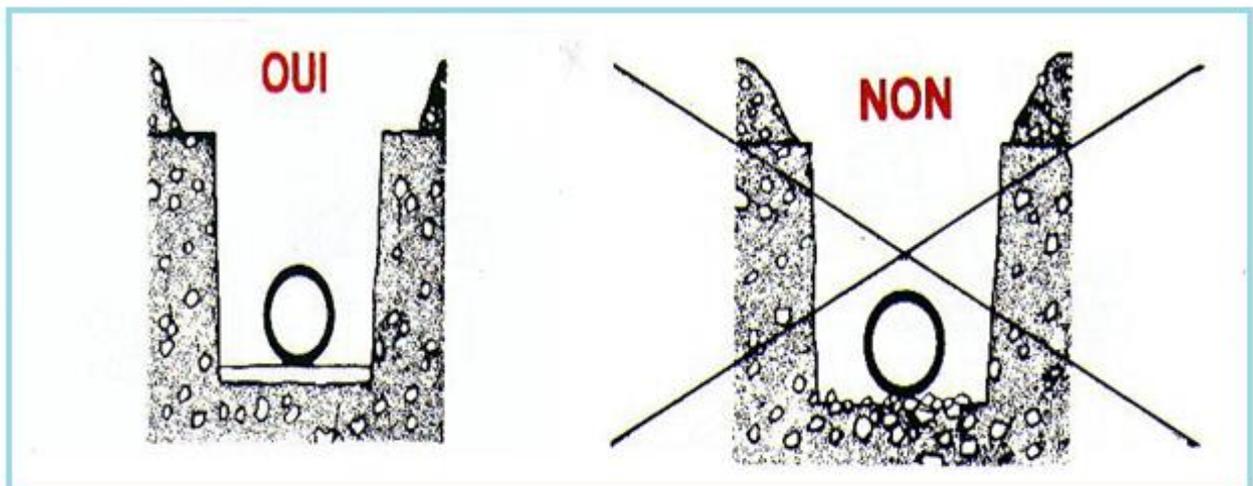


FIG V-4 : LIT DE POSE

Si le terrain est instable, des travaux spéciaux se révèlent nécessaires : exécution d'un béton de propreté, de berceaux ou même de dalles de répétition.

Le volume du sable est calculé par la formule suivante :

$$V_s = L \cdot B \cdot e$$

V_s = volume du sable en (m^3) ;

L : Longueur de la tranchée en (m) ;

B : Largeur de la tranchée en (m) ;

e : épaisseur du sable, e = 20 cm ;

V.2.5. Emplacement des jalons des piquets :

Suivant les tracés du plan de masse, les jalons des piquets doivent être placés dans chaque point d'emplacement d'un regard à chaque changement de direction ou de pente et à chaque branchement ou jonction de canalisation

V.2.6. La mise en place des canalisations en tranchée :

-Serpentage :

La rectitude de la conduite ne doit pas être recherchée systématiquement. [4]

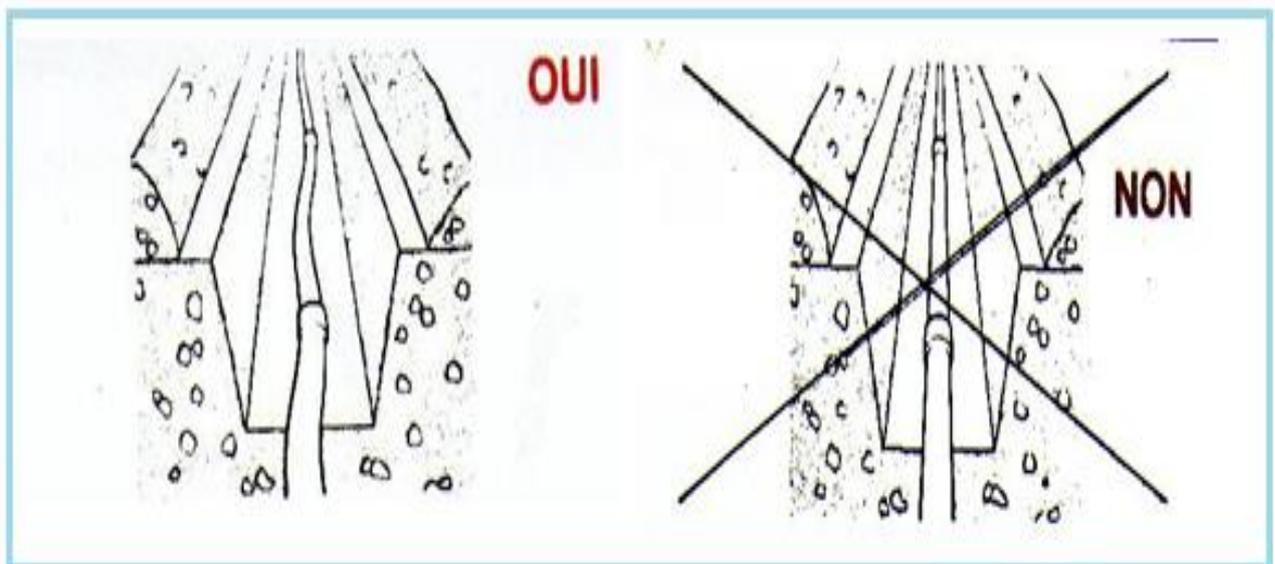


FIG V-5: SERPENTAGE

-butées et ancrages :

Les assemblages avec bague ne peuvent s’opposer au recul du à la pression qui s’exerce sur les bouts d’extrémité et aux changements de direction.

Il est donc indispensable de prévoir des massifs en béton pour répartir sur la paroi de la tranchée la charge de poussée correspondant

à la pression d’épreuve. [5]

La poussée a pour valeur : **F=K.P.S**

Où :

K=1 pour les bouts d’extrémité.

K=1 pour les tés à 90° ;

K=1.414 pour les coudes à 90° ;

K=0.766 pour les coudes à 45° ;

P (en bars)= la pression interne ;

S (cm²)=la section interne du tube ;

S (cm²)=la section de la dérivation pour tés réduits ;

S (cm²)= la différence des sections pour les réductions ;

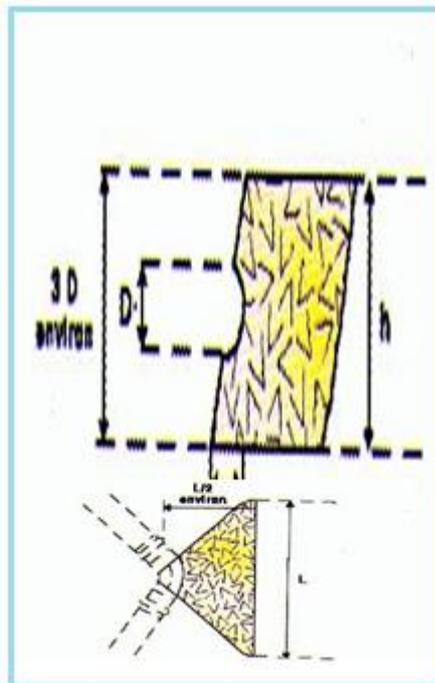


FIG V-6 : BUTEES ET ANCRAGES

Les forces de poussée sur les réductions ne seront prises en compte que si la réduction en diamètre est importante.

La butée du terrain (résistance des terres) s’exprime par :

$$B=K_1.H.S_1$$

Où K_1 dépend de la nature du sol :

-sable argileux : 3000 ;

-terre à culture : 5000 ;

-sable et gravier : 6000 ;

H (en m)= la profondeur d'enfouissement du tube ;

S_1 (en m)=la section d'appui ($l \cdot h$)

Il faut réaliser $B \geq 1.5F$.

V.2.7. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints :

La pression d'épreuve du tronçon de conduite est en règle générale, la pression maximale en service majorée de 50 % lorsqu'elle est inférieure à 10 bars et majorée de 5 bars lorsqu'elle égale ou supérieure à 10 bars.

L'épreuve doit être effectuée sur des tronçons d'une longueur maximale de 500 m dans le plus bref délai après la pose en respectant toutefois un délai de 48 heures après le dernier assemblage dans le cas du collage. [4]

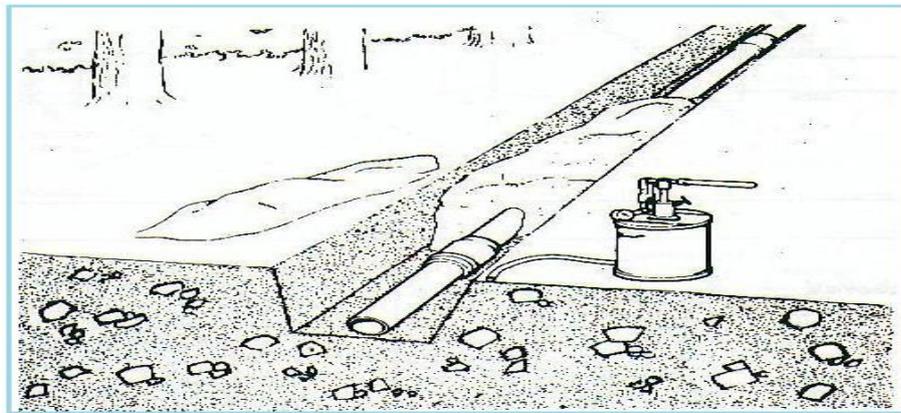


FIG V-7 : LES ESSAIS D'ETANCHEITE POUR LES CONDUITES ET LES JOINTS

V.2.8. Remblaiement des tranchées :

-matériau d'enrobage :

Le remblai directement en contact avec la canalisation, jusqu'à une hauteur uniforme de 15 cm au-dessus de sable ou grave contenant moins de 12% de fines et ne contenant pas d'éléments de diamètre supérieur à 30 mm. [4]

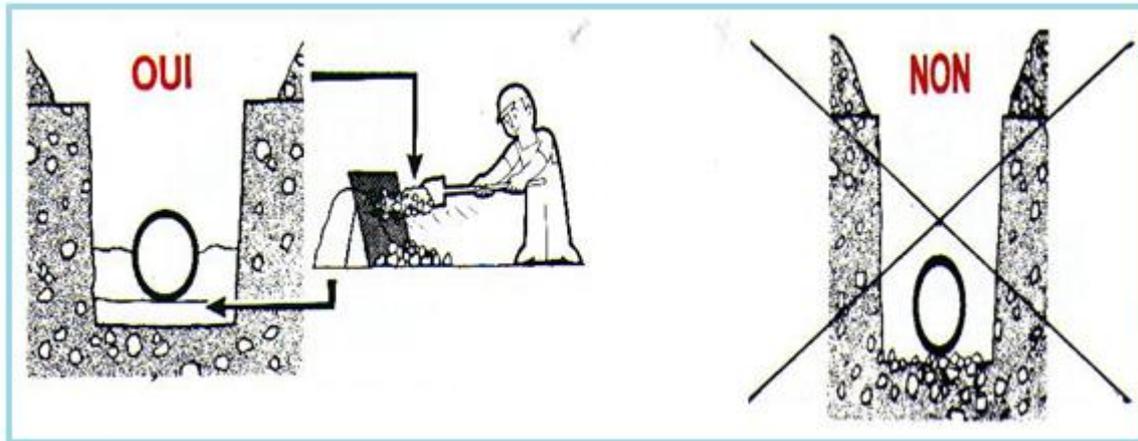


FIG V- 8 : REMBLAIEMENT DES TRANCHEES

-Couverture :

Le remblaiement de la tranchée est effectué avec le produit d'extraction de fouille expurgé des éléments supérieurs à 100mm, des débris végétaux ou animaux, etc...,et choisissant de Préférence des matériaux contenant moins de 30% d'éléments supérieurs à 20 mm à l'exception toutefois des tourbes, vases et sols très organiques.

Il est également conseillé d'éliminer les argiles et limons dont la teneur en eau n'est pas voisine de la valeur optimale déterminée à l'essai «proctor modifié ».

Ce remblaiement est réalisé par couches successives, d'épaisseur maximale 30 cm, qui doivent être compactées l'une après l'autre. [4]

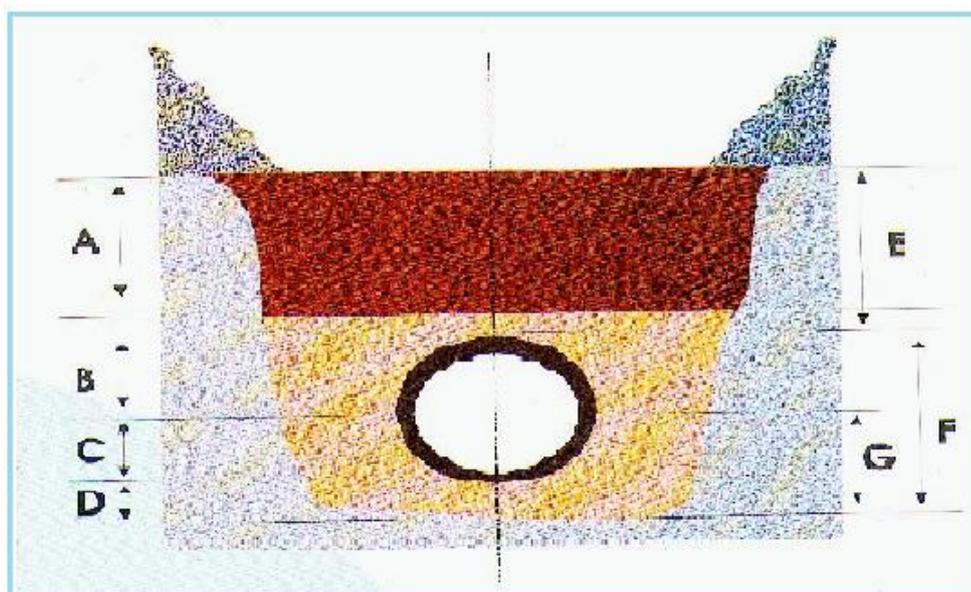


FIG V- 9 : COUVERTURE

- A : remblai supérieur ;
- B : remblai de protection ;
- C : assise ;
- D : lit de pose ;
- E : hauteur de couverture ;
- F : enrobage ;
- G : appui ;

Calcul des volumes :

Volume des déblais :

$$V_d = L \cdot B \cdot H.$$

V_d : Volume de déblais de la tranchée en (m³)

L : Longueur de la tranchée en (m)

B : Largeur de la tranchée en (m)

H : Profondeur de la tranchée en (m)

Volume des Remblais :

$$V_r = V_d - (V_c + V_s)$$

V_r : volume de remblai de la tranchée

V_c : volume de la conduite = $[\frac{\pi D^2}{4}] \cdot L$

Volume excédentaire :

$$V_{exc} = V_f - V_r$$

V_{exc} : Volume du sol excédentaire en (m³)

V_f : Volume du sol foisonné en (m³)

Tel que $V_f = V_d \cdot K_f$

K_f : Coefficient de foisonnement dépend de la nature de sol

Tableau V-1 : Coefficient de foisonnement

Type de sol	K_f
sable, matériaux fins	1.08-1.17
Limon argileux	1.14-1.28
Argile	1.25-1.3

-Réalisation des regards :

Les regards sont généralement de forme carrée dont les dimensions varient en fonction des collecteurs, La profondeur et l'épaisseur varient d'un regard à un autre. La réalisation de ces regards s'effectue sur place avec le béton armé. On peut avoir des regards préfabriqués.

- Planification des travaux :

Elle consiste à chercher constamment la meilleure façon d'utiliser avec économie la main d'œuvre et les autres moyens de mise en œuvre pour assurer l'efficacité de l'action à entreprendre, elle consiste en :

- installation des postes de travail ;
- observations instantanées ;
- analyse des tâches ;
- le chronométrage ;
- définition des objectifs et des attributions ;
- simplification des méthodes ;
- stabilisation des postes de travail.

V.3. Techniques de la planification :

Il existe deux principales méthodes de planification à savoir :

- Méthodes basées sur le réseau ;
- Méthodes basées sur le graphique.

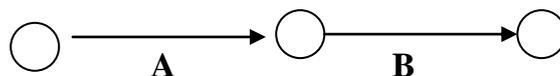
a. Méthodes basées sur le réseau :

- **Définition du réseau :**

Le réseau est une représentation graphique d'un projet qui permet d'indiquer la relation entre les différentes opérations qui peuvent être successives, simultanées, convergentes et la durée de réalisation. On distingue deux types de réseaux : [6]

Réseau à flèches :

L'opération est représentée par une flèche et la succession des opérations par des nœuds.



L'opération **A** précède l'opération **B**

Réseau à nœuds :

L'opération est représentée par un nœud et la succession des opérations par des flèches



L'opération (B) ne peut commencer que si l'opération (A) est complètement achevée.

Construction du réseau :

Pour construire un réseau il convient d'effectuer les six (6) opérations suivantes : [6]

- **Etablissement d'une liste des tâches :**

Il s'agit dans cette première phase de procéder à un inventaire très précis et détaillé de toutes les opérations indispensables à la réalisation d'un projet.

- **détermination des tâches antérieures :**

Après avoir dressé la liste des tâches à effectuer, il n'est pas toujours facile de construire un réseau car il n'est pas aisé de dire si les tâches antérieures doivent être successives ou convergentes.

- ◆ Construction des graphes partiels ;
- ◆ Regroupement des graphes partiels ;
- ◆ Détermination des tâches de début de l'ouvrage et de fin de l'ouvrage ;
- ◆ Construction du réseau ;

b. Méthode C.P.M (méthode du chemin critique) :

L'objectif de cette méthode est de réduire les temps de réalisation d'un ouvrage en tenant compte de trois phases :

1^{ère} phase : l'effectif nécessaire pour effectuer le travail considéré ;

2^{ème} phase : analyser systématiquement le réseau, heure par heure, jour pour jour, selon l'unité de temps retenue ;

3^{ème} phase : adapter le réseau aux conditions ou contraintes fixées par l'entreprise.

V.4. Les étapes de la planification :

La planification est le processus de la ligne de conduite des travaux à réaliser, elle comprend des étapes suivantes : [6]

V.4.1. Collection des informations :

L'établissement d'une synthèse d'analyse des informations acquises par des études comparatives permet l'usage correct du plan de réalisation de projet.

V.4.2. Décomposition du projet :

C'est une partie importante car chaque projet peut être analysé de diverses manières ; nous attribuons à chaque tâche un responsable et ses besoins en matériels.

V.4.3 Relations entre les tâches :

Il existe deux relations essentielles entre les tâches lors de la réalisation; l'une porte sur un enchaînement logique et l'autre sur un enchaînement préférentiel.

V.4.4. Les paramètres de la méthode C.P.M :

Les paramètres indispensables dans l'exécution de cette méthode sont les suivants :

DCP	TR
DFP	DCPP
DFPP	MT

Avec :

- TR** : temps de réalisation ;
- DCP** : date de commencement au plus tôt ;
- DCPP** : date de commencement au plus tard ;
- DFP** : date de finition au plus tôt ;
- DFPP** : date de finition au plus tard ;
- MT** : marge totale.

Et :

$$\begin{cases} \mathbf{DFP = DCP + TR} \\ \mathbf{DCPP = DFPP - TR} \end{cases}$$

Chemin critique (C.C) :

C'est le chemin qui donne la durée totale du projet (DTR) reliant les opérations possédant la marge totale nulle (0).

Donc pour retrouver un chemin critique il suffit de vérifier la double condition suivante :

$$\mathbf{C.C} \Leftrightarrow \begin{cases} \mathbf{MT = 0} \\ \mathbf{\sum TR_{C.C} = D.T.P} \end{cases}$$

V.4.5. Attribution des durées de chaque opération :

Pour l'attribution du temps, il est nécessaire de se baser sur deux points :

- Le nombre de ressources (moyens humains et matériels) ;

- Dimensions du projet.

on pourra appliquer la formule suivante:

$$T = \frac{Q.N}{n}$$

Avec :

$$\left\{ \begin{array}{l} Q = \text{Quantité de travail} \\ N = \text{Rendement} \\ n = \text{Nombre d'équipes} \end{array} \right.$$

V.5. Symboles des différentes opérations :

Les principales opérations à exécuter sont :

- A.** Décapage de la couche de terre végétale.
- B.** Piquetage
- C.** Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- D.** Aménagement du lit de pose.
- E.** La mise en place des canalisations en tranchée
- F.** Assemblage des tuyaux.
- G.** Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et joints.
- H.** Remblai des tranchées.
- I.** construction des regards
- J.** remblai des tranchées.
- K.** Travaux de finition.

Tableau V-2 : détermination des délais

OPERATION	TR(jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	90	35	125	35	125	0
D	20	125	145	145	165	20
E	40	125	165	125	165	0
F	20	125	145	145	165	20
G	30	125	155	135	165	10
H	15	165	180	165	180	0
I	15	180	195	180	195	0
J	30	195	225	195	225	0
K	20	225	245	225	245	0

Le chemin critique :

A-B-C-E-H-I-J-K

$$\sum TR = 245 \text{ jours}$$

V.6. Choix des engins :

Le choix des engins est très important dans la réalisation des travaux, chaque opération à un engin qui lui convient.

V.6.1. Pour le décapage de la couche de la terre végétale :

on utilise le bulldozer ou le terrain est très difficile, Mais le meilleur engin adopter à ce type de travaux c'est bien la niveleuse.



FIG V- 10 : BULLDOZER

On distingue la niveleuse automotrice appelée motor grader et la niveleuse tractée appelée grader, le motor grader est constitué de :

- Un tracteur à quatre (04) roues ou à deux (02) prolongé vers l'avant par un long bras coudé reposant lui même à son extrémité sur un essieu à deux (02) roues directrices (train avant) commandé depuis le tracteur, toutes les roues sont inclinables sur leur essieu pour permettre à la niveleuse de se déplacer en tout terrain et en particulier dans le cas de forte pente transversale.
- Une couronne circulaire.

Une lame (outil de travail) montée sur la couronne et par rapport à laquelle elle peut tourner ou se déplacer dans son prolongement, c'est à dire prendre toutes les positions possibles dans le plan de la couronne, on peut donner à celle-ci une inclinaison les deux mouvements combinés celui de la lame et de la couronne permettent donc à l'outil d'occuper toutes les positions de l'espace, cette mobilité de l'outil constitue le principal avantage de la machine et lui permet d'effectuer une gamme de travaux variés. On n'utilise plus ce type d'engins. [7]

Utilisation des niveleuses :

Niveleuse en plus de son travail de terrassement et de finition ces emplois sont multiples :

- Débroussaillage en terrain léger ne comportant pas des gros arbustes ou de grosses pierres.
- Décapage des terrains végétaux sur une faible épaisseur.
- Creusement ou Curage des fossés en inclinant la lame sur le coté, les terres extraites par la lame remontent le long de celle-ci et viennent se déposer en cavalier sur le bord du fossé.



FIG V- 11 : NIVELEUSE AUTOMOTRICE

V.6.2. Pour l'excavation des tranchées :

On utilise une pelle équipée en rétro

Les pelles sont des engins de terrassement qui conviennent à tous les types de terrains. Ce sont des engins dont le rôle est l'exécution des déblais et leur chargement. Ils sont de type à fonctionnement discontinu, c'est à dire que le cycle de travail comprend les temps suivants : [7]

- 1- Temps de fouille.
- 2- Temps de transport.
- 3- Temps de déchargement.
- 4- Temps de remise en position de déblais.

Ces engins sont très répandus et utilisés à grande échelle grâce à leur bon rendement et à la qualité du travail qu'ils peuvent fournir.



FIG V- 12: PELLE EQUIPEE EN RETRO

V.6.3. Pour le remblaiement des tranchées :

Pour les grands travaux de ce type, l'engin qui convient c'est le chargeur.

Les chargeurs : ce sont des tracteur sur les quels on monte à l'avant deux bras articulés, actionnées par des vérins et porte un godet. [7]

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur.



FIG V-13 : CHARGEUR

V.6.4. Pour le compactage :

L'engin qui convient à cette opération c'est le rouleau lisse.

Il comprend :

- Un châssis.
- Des roues larges (cylindres) avec une couche d'usure d'acier au manganèse.
- Les organes de manœuvre.



FIG V-14 : compacteur

V.7. Devis quantitatif et estimatif :

Afin d’avoir une idée sur le coût de réalisation de projet, il faut passer par le calcul du devis quantitatif et estimatif.

Ce calcul consiste à déterminer les quantités de toutes les opérations effectuées sur le terrain pour la réalisation du projet, ensuite les multiplier par le prix unitaire.

Pour bien comprendre la méthode de calcul le cout de réalisation des projets d’assainissement,

Ou prend un exemple pour calculer le devis estimatif et quantitatif

Tableau V-3: Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet

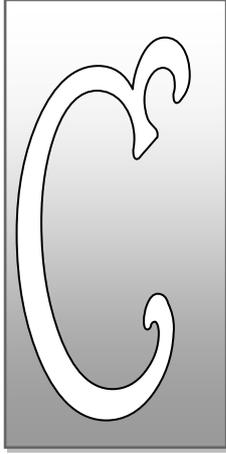
N°	DESIGNATION	U	Quantité	P/unitaire	MONTANT
1	Fouille en terrain ordinaire y compris transport à la DP	m ³	141,97	400	56 786,40
2	fouille en terrain rocheux y compris transport à la DP	m ³	204	3 500,00	713 982,50
3	Terrassement pour déviation de voie	m ³	1040	200	208 000,00
4	F/P de lit de sable	m ³	18,846	200	3 769,20
5	F/P conduit P V C P N 6	ml	40,5	2 900,00	117 450,00
	Ø315	ml	47	4 800,00	225 600,00
	Ø400	ml	27	7 500,00	202 500,00
6	Remblais	m ³	194,15	300	58 243,80
7	Béton de propreté pour regard de visite	m ³	1,372	7 000,00	9604,00
8	Enrobage de la conduite Ø400 avec du gros béton en ciment CRS	ml	17	6 000,00	102 000,00
9	F/P de béton armé dose à 350kg /m ³ en ciment CRS	m ³	23,526	28 000,00	658 728,00
10	Réalisation de l'void en béton armé	ml	12	120 000	1 44 0000,00
11	pompage des eaux	h	1 300	300	390 000,00
12	Raccordement ligne (réseaux) ben smara sur ovoïde y compris fermeture et curage	F	1	35000,00	35 000,00
13	Démolition de mur existant avec compresseur y compris transport a la DP	m ³	50	2 600,00	130 000,00
14	F/P des tampons S/lourd 0,85m × 0,85m	U	9	15 000,00	135 000,00
Total en H.T					4 486 663,90
T.V.A. 17%					762 732,86
Total en T.T.C					5 249 396,76

V.8. Conclusion :

L'organisation d'un chantier repose essentiellement sur plusieurs Critère, à savoir :

- ◆ Qualification du personnel assurant des tâches spécialisées.
- ◆ Compétence du staff technique dirigeant.
- ◆ Permanence et suivi des travaux à réaliser.
- ◆ Respect des normes techniques.
- ◆ Financement à payer à terme pour entrepreneur des travaux qui la déjà réalisés.
- ◆ Matériel de réalisation adéquat.
- ◆ La bonne planification des travaux

L'étude estimative des volumes des travaux, nous permet d'établir une estimation du coût total du projet.



Conclusion

CONCLUSION GENERALE

Ce travail nous a permis de faire une étude sur un réseau des eaux usées et les matériaux utilisés dans sa réalisation, la qualité de ses matériaux, leur dimensionnements. On peut conclure que la réalisation d'un réseau d'assainissement domestique repose sur plusieurs critères, dépendant de la nature du terrain, , la nature et la quantité de l'eau à évacuer, ainsi que le plan d'urbanisation de l'agglomération. De tous ces critères résulte, le choix du système d'évacuation et que le schéma qui lui correspond.

Notre défi était de réaliser une étude qui colle le plus possible à la réalité tant du point de vue Physique (données topographiques récentes), économique (enquête sur la volonté à payer des Populations, options en faveur des solutions économiques) que sociologique (pratiques Sociales influant sur le comportement des populations vis à vis des ouvrages).

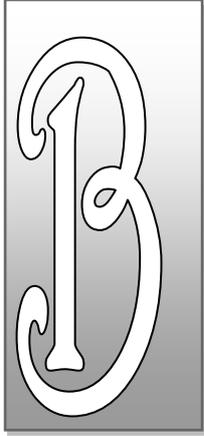
Le tracé des collecteurs suit le sens d'écoulement naturel topographie du terrain, toute on essayant de vérifier les deux conditions suivantes :

- La profondeur des regards tolérable,
- La pente admissible d'auto curage.

Condition d'écoulement hydraulique (taux de remplissage, vitesses...)

Pour assurer le bon fonctionnement de notre réseau, la pose de canalisation doit être d'une manière correcte.

Pour que les conduites résistent aux forces dues au charges fixes où mobiles ainsi qu'au remblai il faut choisir des matériaux qui garantissent la résistance à ces derniers.



ibliographie

BIBLIOGRAPHIE

[1]: Y.Azzout, F.N.Cres, S.BARRAUD et E.Alfakih 1994

"Techniques alternatives en assainissement pluvial" Paris

[2]: GOMELLA, C., GUERREE, H., 1982

« Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales, Eyrolles, Paris

[3] : Marc, Bachir, 1999

"Guide de technique de l'assainissement" Paris

[4] : Sous la direction de Michel DESBORDES 1998

"Nouvelles techniques d'assainissement pluvial" Lyon France

[5] :P.FOUQUE 1978

" Evacuation des eaux pluviales" Paris

[6] : LCPC Laboratoire Central des ponts et chaussées 1999

" Bulletin Thématiqueeau" Paris

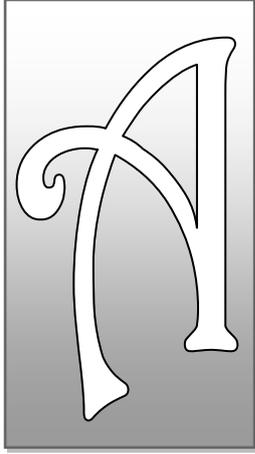
[7] : Hydrologie continentale Paris 1989

[8] : REGIS, B, 1984 "les réseaux d'assainissement, calculs application et perspective "

[9] : FRANCOIS, v ,1994 "mémonte du gestionnaire de l'alimentation en eau et de l'assainissement "

SITE INTRNAET :

WWW.plastub.com



n n e x e

ANNEXES

TABLEAU II-5 : Les caractéristiques des tuyaux en grès

Diamètre nominal (mm)	Charges de rupture (R) (daN/m) et épaisseur minimale (e) (mm)			
	Série normale (N)		Série renforcée (R)	
	R	e	R	e
100	2 800	15		
125	2 800	16		
150	2 800	17		
200	2 800	20	4 000	30
250	3 000	22	4 500	33
300	3 200	24	5 000	36
400	3 600	29	6 000	44
500	4 000	35	6 000	52
600	4 000	39	7 000	59
800	4 000	45	7 000	68
1 000	4 000	51		

TABLEAU II-6 : Les Caractéristiques des tuyaux en polyéthylène

Diamètre extérieur nominal (mm)	Epaisseur minimale (mm)	Charge d'essai (daN/m)
110	4,2	2310
125	4,8	2625
160	6,2	3360
200	7,7	4200
250	9,6	5250
315	12,1	6615
400	15,4	8400
500	19,2	10500

TABLEAU III-1 : LES VALEURS DE γ EN FONCTION DE NATURE DES PAROIS

Catégorie	Nature des parois	$\gamma(m^{1/2})$
1	Enduit de ciment lissé Planches soigneusement rabotées	0,06
2	Tôles lisses bien jointoyées	0,16
3	Même parois qu'en 1, moins soignées	0,46
4	Béton sans enduit Maçonnerie ordinaire Dépôt de boue	0,85
5	Canaux en terre unis sans végétation	1,30
6	Canaux en terre revêtus d'herbe	1,75

Le paramètre γ est une caractéristique directe de la rugosité des parois et de la viscosité du fluide.

En fait, ce paramètre renseigne sur les pertes de charge dues à l'écoulement.

En absence d'expérience algérienne, fondée sur des mesures sur le réseau on utilise les valeurs données dans la littérature française (voir tableau ci-dessus).

Le choix du coefficient c est difficile à faire, en raison du manque de normalisation des conduites fabriquées. Les fabricant proposent des coefficients > 80 , alors qu'on utilise dans la formule un coefficient c égal à 60 ou 70.

TABLEAU III-4 : DE CHOIX DES CONDUITES :

DIAMETRE	ZONE URBAINE		ZONE INDUSTRIELLE	
	TERRAIN NON AGRESSIF	TERRAIN AGRESSIF	TERRAIN NON AGRESSIF	TERRAIN AGRESSIF
$\varnothing < 300$	P.V.C	P.V.C	A.C/BA	A.C + RA
	1) P.V.C 2) A.C/BA	P.V.C	A.C + RA	A.C + RA
$300 < \varnothing < 700$	A.C/BA	A.C	A.C/BA + RA	A.C + RA
$700 < \varnothing < 1000$	C.A.O.	C.A.O	CAO + RA	CAO + RA
$\varnothing > 1000$				

TABLEAU III-5 : PRIX DE QUELQUE TUYAU D'ASSAINISSEMENT

SERIE ASSAINISSEMENT À COLLER 4 BARS SUIVANTNORME EN1401

Diamètre	Prix HT du m/l	Prix TTC du m/l	Prix HT le tube	Prix TTC le tube
90	98,58	115,33	591,45	692,00
110	146,01	170,83	876,07	1 025,00
160	292,59	342,33	1 755,56	2 054,00
200	439,89	514,67	2 639,32	3 088,00
250	717,52	839,50	4 305,13	5 037,00
315	1 105,41	1 293,33	6 632,48	7 760,00
400	1 724,93	2 018,17	10 349,57	12 109,00
500	2 855,70	3 341,17	17 134,19	20 047,00
630	4 561,54	5 337,00	27 369,23	32 022,00

SERIE ASSAINISSEMENT À JOINTS INTEGRES 4 BARS SUIVANT NORME EN 1401

Diamètre	Prix HT du m/l	Prix TTC du m/l	Prix HT le tube	Prix TTC le tube
160	305,41	357,33	1 832,48	2 144,00
200	458,40	536,33	2 750,43	3 218,00
250	758,12	887,00	4 548,72	5 322,00
315	1 151,00	1 346,67	6 905,98	8 080,00
400	1 804,70	2 111,50	10 828,21	12 669,00
500	3 085,04	3 609,50	18 510,26	21 657,00
630	4 820,80	5 640,33	28 924,79	33 842,00

SERIE ASSAINISSEMENT À COLLER 6 BARS SUIVANT NORME EN1401

Diamètre	Prix HT du m/l	Prix TTC du m/l	Prix HT le tube	Prix TTC le tube
160	402,56	471,00	2 415,38	2 826,00
200	623,22	729,17	3 739,32	4 375,00
250	995,16	1 164,33	5 970,94	6 986,00
315	1 561,68	1 827,17	9 370,09	10 963,00
400	2 495,01	2 919,17	14 970,09	17 515,00
500	4 109,69	4 808,33	24 658,12	28 850,00
630	6 524,93	7 634,17	39 149,57	45 805,00

SERIE ASSAINISSEMENT À JOINTS INTEGRES 6 BARS SUIVANT NORME EN 1401

Diamètre	Prix HT du m/l	Prix TTC du m/l	Prix HT le tube	Prix TTC le tube
160	415,38	486,00	2 492,31	2 916,00
200	641,74	750,83	3 850,43	4 505,00
250	1 035,75	1 211,83	6 214,53	7 271,00
315	1 607,26	1 880,50	9 643,59	11 283,00
400	2 574,79	3 012,50	15 448,72	18 075,00
500	4 339,03	5 076,67	26 034,19	30 460,00
630	6 784,19	7 937,50	40 705,13	47 625,00

TABLEAU V-1 : COEFFICIENT DE FOISSONNEMENT

Type de sol	K_f
sable, matériaux fins	1.08-1.17
Limon argileux	1.14-1.28
Argile	1.25-1.3

TABLEAU V-2 : DETERMINATION DES DELAIS

OPERATION	TR(jours)	DP		DPP		MT
		DCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	90	35	125	35	125	0
D	20	125	145	145	165	20
E	40	125	165	125	165	0

F	20	125	145	145	165	20
G	30	125	155	135	165	10
H	15	165	180	165	180	0
I	15	180	195	180	195	0
J	30	195	225	195	225	0
K	20	225	245	225	245	0

**TABLEAU V-3: DETERMINATION DU DEVIS QUANTITATIF ET ESTIMATIF
DU PROJET**

N°	DESIGNATION	U	Quantité	P/unitaire	MONTANT
1	Fouille en terrain ordinaire y compris transport à la DP	m ³	141,97	400	56 786,40
2	fouille en terrain rocheux y compris transport à la DP	m ³	204	3 500,00	713 982,50
3	Terrassement pour déviation de voie	m ³	1040	200	208 000,00
4	F/P de lit de sable	m ³	18,846	200	3 769,20
5	F/P conduit P V C P N 6	ml	40,5	2 900,00	117 450,00
	Ø315				
	Ø400				
	Ø500		27	7 500,00	202 500,00
6	Remblais	m ³	194,15	300	58 243,80
7	Béton de propreté pour regard de visite	m ³	1,372	7 000,00	9604
8	Enrobage de la conduite Ø400 avec du gros béton en ciment CRS	ml	17	6 000,00	102 000,00
9	F/P de béton armé dose à 350kg /m ³ en ciment CRS	m ³	23,526	28000,00	658 728,00
10	Réalisation de l'void en béton armé	ml	12	120000	1 440000,00
11	pompage des eaux	h	1 300	300	390 000,00
12	Raccordement ligne (réseaux) ben smara sur ovoïde y compris fermeture et curage	F	1	35000,00	35 000,00
13	Démolition de mur existant avec compresseur y compris transport a la DP	m ³	50	2 600,00	130 000,00
14	F/P des tampons S/lourd 0,85m × 0,85m	U	9	15000,00	135 000,00
Total en H.T					4 486663,90
T.V.A. 17%					762 732,86
Total en T.T.C					5 249396,76

