

ROYAUME DU MAROC



INSTITUT DES TECHNICIENS SPECIALISES
EN GENIE RURAL ET TOPOGRAPHIE
DE MEKNES

Rapport du stage

VOIRIE ET RESEAU DIVERS

- Réalisé par : Essabery Faïçal / NOUACH Med
- Année scolaire : 2016/2017
- Option : Gestion et Maitrise de l'Eau
- Durée de stage : 01/04/17---30/04/17
- Lieu de stage : Global Topo Tech
- Encadré par : Abdel Mounaime

Adresse : Jnane Ben Hllima B.P 4003 Meknès

 05 35 53 16 16

 05 35 55 77 45

SOMMAIRE

Remerciement.....	4
Introduction.....	5
PARTIE I : PRESENTATION DE GTT	6
PARTIE II : VOIRIE	7
A- Définition de voirie	7
B- Profil en long	7
C- Profil en travers	8
PARTIE III : ASSAINISSEMENT	11
I-Introduction	11
II-Les systèmes d'assainissement	11
A- Le système unitaire	11
B- Le système séparatif	12
C- Le système pseudo-séparatif	13
D- Le système mixte	13
III-Les différents ouvrages annexes	13
IV-Calcul débit et de dimensionnement d'un réseau d'assainissement.....	14
V-Dimensionnement des collecteurs	17
PARTIE IV : ETUDE D'UN PROJETS DE VRD	23
A- Profils en long.....	23
B- Profils en travers type.....	23
C- Calcul des débits des eaux pluviales.....	23
D- Calage de collecteurs.....	24
Conclusion	25
Annexe	26

ANNEXE

- TABLEAU I : Calcul des débits Exutoire N°1**
- TABLEAU II : Assemblage des bassins Exutoire N°1**
- TABLEAU III : Vérification d'auto curage Exutoire N°1**
- TABLEAU IV : Dimensionnement Exutoire N°1**
- TABLEAU V : Avant métré Exutoire N°1**
- TABLEAU VI : Calcul des débits Exutoire N°2**
- TABLEAU VII : Assemblage des bassins Exutoire N°2**
- TABLEAU VIII : Dimensionnement Exutoire N°2**
- TABLEAU IX : Avant métré Exutoire N°2**
- TABLEAU X : Avant métré voirie**

Remerciement

Avant d'entamer la rédaction de ce rapport nous adressons mes vifs remerciements à Dieu et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à ma formation et à l'élaboration de ce travail ce qui nous a permis de connaître et découvrir de nouveaux horizons sur le plan professionnel.

*Il nous est agréable de saisir l'occasion pour représenter mes remerciements à Mme. **HILALI Halima**, La directrice de la société **GTT S.A.R.L.**, qui nous a donné la chance de passer un mois et demi à la société.*

*Un grand remerciement à Mr. **Mounaïme**, l'encadrant de stage, qui nous a accompagné durant la période de stage, Nous a orienté et nous a favorisé les conditions pour comprendre l'étude du projet **VRD** avec logiciel Covadis et passer le stage dans le meilleur état possible.*

Un remerciement à tous les organes de société, de leurs aider qui les a donnés durent ce période.

Introduction

Le but de l'assainissement est d'évacuer les déchets sans porter préjudice au milieu récepteur. Il s'agit de protéger l'environnement ou les écosystèmes contre toute dégradation. En effet, les effluents urbains rejetés sont pollués et si des mesures techniques ne sont pas prises, les cours d'eau, les nappes d'eau souterraines, l'air peuvent subir des conséquences négatives.

Les effluents rejetés doivent avoir un niveau de qualité qui soit adapté à l'usage qui en est envisagé à l'aval. Ceci conduit à choisir le point de rejet en conséquence : l'exutoire. Celui-ci est le point d'arrivée des collecteurs où émissaires.

De point de vue sanitaire, les réseaux d'assainissement devront assurer :

- L'évacuation rapide des matières fécales hors de l'habitat.
- Le transport des eaux usées dans des conditions d'hygiène satisfaisantes [1].

Pour cela le dimensionnement des réseaux d'assainissement doit être bien fait. Dans ce contexte, j'ai réalisé une étude des réseaux d'assainissement et de voiries du lotissement de Malika 1 situé à la commune rural de El Hajeb.

Cette étude comporte quatre grandes phases :

- ✓ L'étude du réseau de voirie ;
- ✓ L'étude d'assainissement ;
- ✓ Le dimensionnement des collecteurs ;
- ✓ L'avant métré et estimation du projet.

PARTIE 1 : PRESENTATION DE GTT

1-La fiche technique

Nom : Global TOPO TECH

Forme

juridique : SARL (Société à responsabilité limitée)

Siège social : N°1, Résidence Tafilalet, Av Abdelmoumen ALLmoahidi, Hamria, Meknès

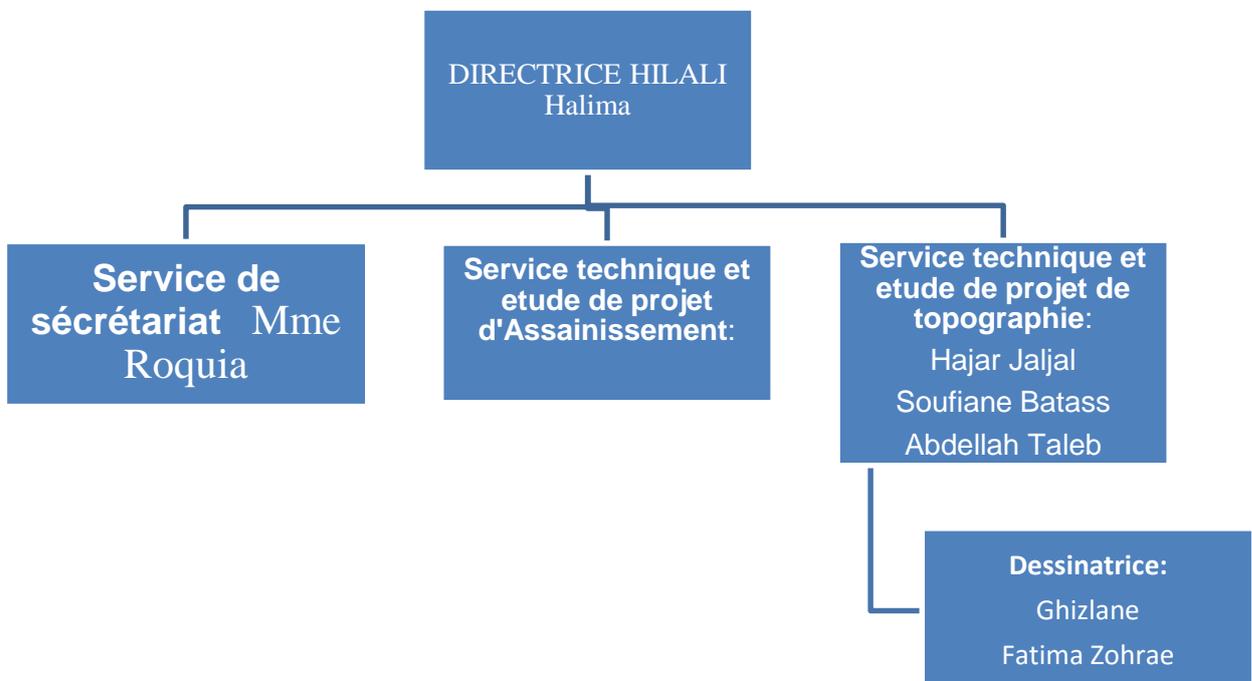
Téléphone : 05 35 51 00 38

Fax : 0551.03.00.39

E-mail : gtt.hilali@gmail.com

Activités : Topographie, Études VRD, Consulting, Expertise.

2- L'organigramme



PARTIE II : VOIRIE

A-Définition de voirie

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

B-Profiles en long

1-Définition

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

2-Terminologie

a- Les courbes de niveau sont destinées à donner sur une carte un aperçu du relief réel. Une courbe de niveau est l'intersection du relief réel avec un plan horizontal d'altitude donnée en cote ronde (généralement un nombre entier).



b- La ligne rouge : la construction de la ligne rouge doit être conforme aux recommandations exposées plus loin.

Prévoir la ligne rouge à niveau très proche aux accès des bâtiments pour éviter l'intervention des ouvrages spéciaux (mur de soutènement, escaliers) qui nécessitent des dépenses excessives.

Assurer une pente minimum de 0,5 % dans les terrains de morphologie jugée plate pour permettre l'écoulement des eaux de ruissellement.

Les pentes des alignements peuvent aller jusqu'à 7 % dans les terrains très accidentés.

c- Terrain naturel

d- Terrain projet

e- Point fictive : c'est l'intersection entre le terrain naturel et la ligne rouge de projet.

f- Remblaiement : est l'opération opposée à la première, elle consiste à apporter des terres en vue de combler un vide, ou former un massif de terre.

g- Déblaiement : c'est l'opération qui consiste à abaisser le niveau altimétrique du terrain, en vue de réaliser une fouille, une tranchée.

3- Les étapes de traçage de profil en long

Avant de commencer à tracer n'importe quel profil en long, on a besoin de :

-  Plan de masse : donné par l'architecte, (plan d'aménagement (maison, voies..))
-  Plan de côté : donné par le topographe.

Les étapes à suivre pour tracer un profil en long, sont :

- a) Afficher la barre d'outils projet linéaire par profil type,
- b) Calcul de M.N.T. (*Un modèle numérique de terrain*) est une représentation de la Topographie d'une zone terrestre sous une forme adaptée à son utilisation par un calcul numérique (ordinateur),
- c) Mettre en place l'axe de l'emprise au milieu,
- d) Choisir un nouveau profil,
- e) Tabuler l'axe,
- f) Tracer le profil en long (terrain naturel),
- g) Dessiner la ligne rouge (terrain projet),
- h) Remplir la cartouche.

C- Profil en travers

1- Définition

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

2- L'intérêt de profil en travers

Les profils en travers (sections transversales perpendiculaires à l'axe du projet) permettent de calculer les paramètres suivants :

- la position des points théoriques d'entrée en terre des terrassements ;
- l'assiette du projet et son emprise sur le terrain naturel ;
- les cubatures (volumes de déblais et de remblais).

3- Profil en travers type

Le long du tracé en plan d'un réseau de voirie en général, on rencontre des parkings, parfois des élargissements de la chaussée, ainsi que des rétrécissements ...etc.

Ceci fait, que le travers de la voirie change chaque fois qu'un pareil cas se présente.

Pour établir tous les profils en travers du réseau de voirie, il est recommandé et plus pratique de tracer un profil en travers projet pour chaque changement du travers de voirie appelé profil en travers TYPE, et le reste de PT doivent nécessairement appartenir à l'une des familles des profils en travers type.

Sur la totalité des profils en travers, on distingue plusieurs catégories :

- profils en travers avec des parkings
- profils en travers avec parking sur la droite
- profils en travers avec parking sur la gauche
- profils en travers sans parking.

4- Terminologie

a- la chaussée : est la partie de la voirie réservée à la circulation de tous les types de véhicules, elle doit faire l'objet du confort lors du déplacement des automobilistes.

b- Bordure : La séparation physique entre la, chaussée et le trottoir est matérialisée par des bordures qui constituent un obstacle pour l'envahissement du trottoir par les véhicules pendant les manœuvres de stationnement, la hauteur de bordure est fixée selon l'endroit de son implantation.

Type A : Destinées aux routes.

Type T : Destinées aux voiries urbaines.

c- Accotement : zones latérales de la PLATE-FORME qui bordent extérieurement la chaussée. L'accotement est constitué de la berme et de la bande dérasée.

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

e- Plate-forme : est la partie du terrain devant recevoir la chaussée et les accotements.

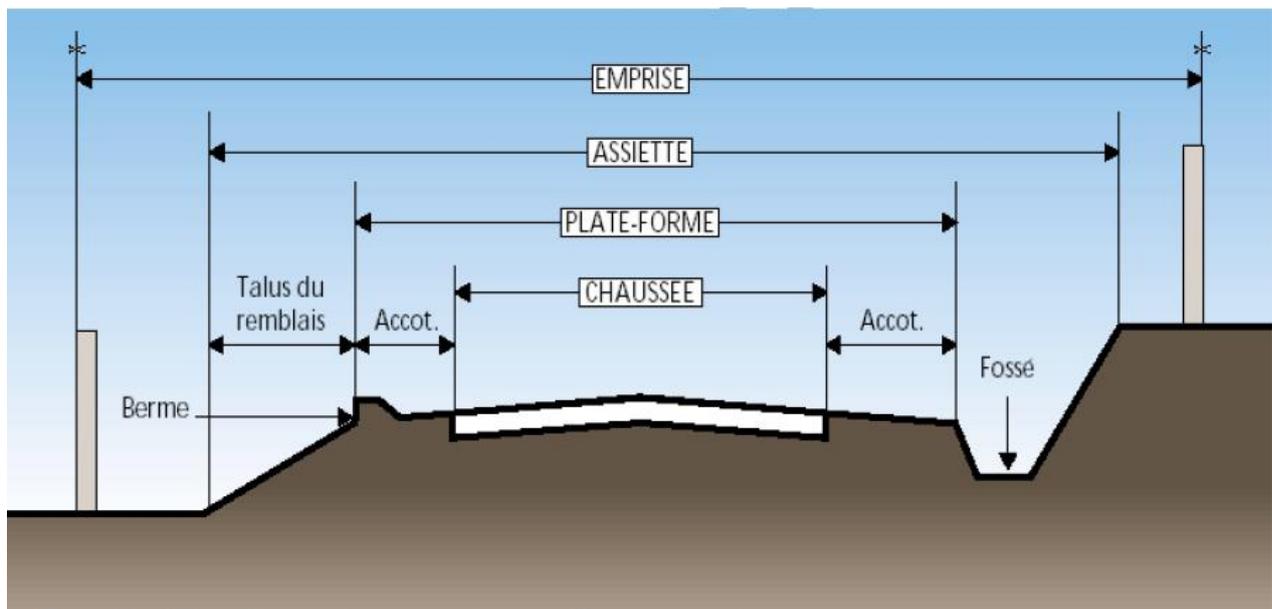
f- Talus : est l'inclination qu'on doit donner au terrain de part et d'autre de la plate-forme pour éviter l'éboulement (glissement) du terrain sur la chaussée en période hivernale. Il est selon la configuration du T.N, soit déblai, soit remblai

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

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

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

La figure suivant résume les définitions au-dessus :



5- Dessiner le profil type

- Dessiner la(les) profil(s) type(s) (chaussé et ses couches, bordure, trottoir et ses couches et talus s'il est besoin sans oublier les parkings) ;
- Affecter le profil type de chaque voie ;
- Calculer le projet.

Après l'affectation de profil en travers type en peut savoir de chaque voie :

- Remblais et déblais,
- Volume des couches utilisées dans la chaussé et le trottoir,
- Longueur en (ml) de bordure.

PARTIE III : ASSAINISSEMENT

I- Introduction

1- Définition

L'assainissement englobe toutes les techniques de collecte, de transport et de traitement des déchets solides et des eaux usées et pluviales d'une agglomération, d'un site industriel ou d'une parcelle privée avant leur rejet dans le milieu naturel.

2- Objectifs



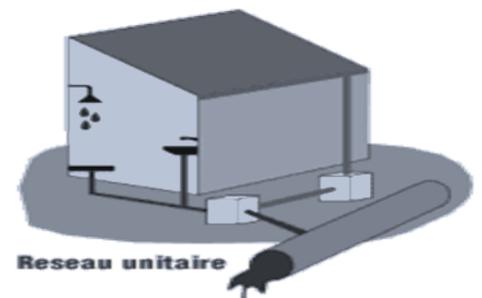
- Gestion des eaux usées
 - Gestion des eaux pluviales
-
- Protection sanitaire
 - Protection contre les inondations
 - Protection de l'environnement

II- Les systèmes d'assainissement

A- Le système unitaire

1- Définition

Appelé également « tout à l'égout » permet l'évacuation de l'ensemble des eaux usées et tout ou partie des eaux pluviales est assurée par un réseau unique, équipé généralement de déversoirs d'orage, vannages permettant en périodes de crues l'évacuation par surverse dans le milieu naturel (soit directement ou après traitement).



2- Les avantages et les inconvénients

a- Les avantages

Les avantages du système unitaire résident dans trois facteurs :

- ☞ Facteur économique : Un seul réseau au lieu de deux, ceci doit pourtant être nuancé par le fait que les réseaux unitaires peuvent avoir des linéaires importants avec des tailles de tuyaux importantes,

- ☞ Facteur lié à l'entretien : L'auto-curage est assuré pendant la période pluvieuse ;
- ☞ Faible besoin en espace : Un seul réseau au lieu de deux.

b- Les inconvénients

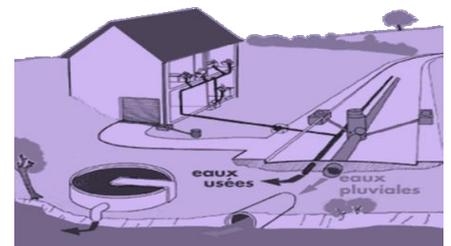
Les inconvénients du système unitaire sont liés à :

- ☞ La nécessité de séparer à un endroit du réseau les débits des eaux usées et des eaux pluviales, afin de limiter le débit en aval du réseau et à la STEP en temps d'orage, ce qui entraîne des problèmes de pollution par le rejet d'une partie des eaux usées dans la nature,
- ☞ Impossibilité de différer les investissements dans le temps.

B- Le système séparatif

1- Définition

Système d'évacuation qui consiste à affecter un réseau à l'évacuation des usées domestiques et, avec des réserves, certains effluents industriels, alors que l'évacuation de toutes les eaux pluviales est assurée par un autre réseau.



2- Les avantages et les inconvénients

a- Les avantages

Le système séparatif présente les avantages suivants :

- ☞ Il évite en principe tout rejet direct d'eau usée dans le milieu naturel
- ☞ Réalise des économies sur les coûts de pompage
- ☞ Réalise des économies considérables si la topographie permet le raccordement rapide des collecteurs des eaux pluviales sur la nature

b- Les inconvénients

Les inconvénients du système séparatif sont :

- ☞ Rejet dans le réseau des eaux pluviales d'une partie des eaux usées provenant des opérations ménagères et des branchements illégaux des eaux usées sur le collecteur des eaux pluviales ce qui entraîne une pollution du milieu naturel,
- ☞ Rejet dans le réseau des eaux usées d'une partie des eaux pluviales provenant des branchements non conformes de descentes de gouttières dans le réseau des eaux usées et des infiltrations d'eau parasite dans le réseau des eaux usées engendrant une surcharge hydraulique de la station de pompage et d'épuration,
- ☞ Manque d'auto-curage,
- ☞ Occupe une place plus importante dans le profil transversal des rues.

C- Le système pseudo-séparatif

1- Définition

Admet des variantes dans l'évacuation des eaux pluviales et permet de recueillir une partie d'entre elles dans le réseau d'eaux usées (soit toitures, cours et jardins, soit voiries seules).



2- Les avantages

Le système pseudo-séparatif présente les avantages suivants :

- ☞ Collecte de la totalité des eaux domestiques par le raccordement des terrasses et/ou cours intérieurs au réseau,
- ☞ Il permet de différer les investissements dans le temps en réalisant les ouvrages de collecte des eaux pluviales progressivement en fonction de l'aménagement des voiries qui constituent la contrainte principale pour le fonctionnement des réseaux des eaux pluviales.

D- Le système mixte

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

III- Les différents ouvrages annexes

1- Regard de visite : ils permettent la surveillance et le curage des égouts ainsi que leur aération qui est assurée grâce à une fonte sur le couvercle du regard, ce type de regard est prévu dans les cas suivants :

- ❖ À chaque changement de direction,
- ❖ À chaque changement de pente,
- ❖ Entre 30 et 50 m d'alignement droit.
- ❖ Au niveau de chaque branchement avec un autre collecteur,



2- Regard chute : ce sont des regards analogues aux regards de visite, seulement la chute est plus importante, ce type de regard est prévu lorsque les canalisations sont disposées en forte pente, ce qui entraîne des vitesses très importantes, la chute des effluents dans ces regards permet de briser la vitesse d'écoulement.

3- Bouche d'égout : destinées à recueillir les eaux usées de la chausse, elles doivent être sélectives pour permettre la retenue du maximum de déchets, elles sont généralement disposées sous le trottoir

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

5- **Regards à grille** : ce sont des regards de petites dimensions, couvert par une grille en fonte, il sert à évacuer les eaux de ruissellement des parcs, allées piétonnes et des pelouses.

6- **Regards de façade** : ils sont utilisés pour les branchements particuliers, disposés plus près de la façade de la propriété à raccorder.



7- **Regards de branchement** : servent au branchement du réseau sanitaire d'un immeuble au réseau d'assainissement, les regards siphonides sont conseillés pour éviter les relents des mauvaises odeurs.

8- **Déversoirs d'orage** : c'est un ouvrage en béton armé de section rectangulaire, sa fonction est d'évacuer les pointes exceptionnelles de débit d'orage vers un milieu récepteur, en d'autres termes, il est prévu pour soulager le réseau sanitaire en période d'orage

IV- Calcul de débit et de diamètre d'un réseau d'assainissement

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

Il existe plusieurs méthodes d'évaluation des débits des eaux pluviales. Parmi ses méthodes, on cite :

- Le modèle Mac-Math ;
- Le modèle Malet- Gauthier.
- Le modèle superficiel de Caquot ;
- Le modèle Hybride ;
- Le modèle de Transfert ;
- Le modèle d'Harton ;
- Le modèle Globalistes
- La méthode rationnelle ;

Les plus courants sont :

- La méthode rationnelle ;
- La méthode superficielle ou de CAQUOT ;

1- Découpage en bassin élémentaire :

Dans le but de calcul des débits, il faut découper le réseau en tronçon ayant les mêmes caractéristiques (surfaces, longueur, pentes, coefficient de ruissellement).a défaut d'une représentation schématique, on pourra rappeler toutes les données dans un tableau général récapitulatif.

a- Les caractéristiques des sous bassins versants :

Chaque bassin versant est caractérisé par :

Sa surface : Elle est exprimée en hectare et on peut la déterminer par le logiciel AUTOCAD qui est le logiciel de dessin le plus utilisé pour ce genre d'opération.

Sa longueur hydraulique : c'est la longueur du plus cheminement hydraulique, autrement dit ; C'est la longueur parcourue par une goutte d'eau tombée au point le plus éloigné de l'exutoire du bassin.

Sa pente : Soit un bassin versant, dont le plus long cheminement hydraulique L de la canalisation est constitués des tançons successifs de longueur Lk de pentes successifs IK.

Son coefficient de ruissellement : le coefficient de ruissellement dépend de la nature de surface du sol et de son urbanisation. C'est le rapport de la surface imperméable A_r par la surface totale A.

2- Calcul du débit d'un bassin versant :

Le calcul du débit des eaux pluviales sera effectué par la méthode de Caquot préconisée par l'instruction technique relative aux réseaux d'assainissement elle prend l'expression générale suivante :

$$Q_p(T) = K \frac{1}{U} \times I \frac{V}{U} \times A \frac{W}{U} \times C \frac{1}{U}$$

Q(T) : débit de période de retour T en m^3/s

I : pente moyenne du bassin versant élémentaire en m/m

A : superficie du bassin versant en **ha**

C : coefficient de ruissellement.

Avec

$$K = \frac{a \times 0,5^b}{6,6}$$

$$U = 1 + 0,278 \times b$$

$$V = -0,41 \times b$$

$$W = 0,95 + 0,507 \times b$$

- **a** et **b** coefficient de *MONTANA* dépend de la région et la période de retour.

3- Allongement M

On définit l'allongement M comme étant le rapport entre le plus long cheminement et la racine de la surface de bassin :

$$M = \frac{L}{\sqrt{A}} \quad \text{Avec} \quad M \geq 0,8$$

L le plus long cheminement hydraulique de l'eau (en **hm**)

A est la surface de bassin (en **ha**).

4- Coefficient de correction

Le débit $Q(T)$ calculé par la formule précédente doit être corrigé par le facteur correcteur m donné par :

$$m = \left(\frac{M}{2}\right)^{\frac{0,84b}{u}}$$

Le débit pluvial calculé sera le débit corrigé $Qc = m \times Qp$

5- Assemblage de bassins versants élémentaires

L'assemblage des bassins se fait selon le réseau d'écoulement proposé en vue de suivre l'évolution du débit dans les collecteurs de l'amont vers l'aval.

Les caractéristiques équivalentes de Caquot calculées à partir des caractéristiques des sous bassins assemblés. Et suivant assemblage ont été que l'assemblage est en série ou en parallèle.

☞ On dit que deux bassins en série quand les deux bassins ayant un même collecteur, c'est-à-dire l'un verse dans l'autre.

☞ On dit que deux bassins en parallèle quand chaque bassin a un collecteur, c'est-à-dire que les deux bassins versent dans un autre bassin.

6- Assemblage de bassins versants élémentaires

Paramètres équivalents	A équivalent	C équivalent	I équivalent	M équivalent
Bassins en série	ΣA_j	$\frac{\Sigma C_j A_j}{\Sigma A_j}$	$\left[\frac{\Sigma L_j}{\Sigma \frac{L_j}{\sqrt{A_j}}} \right]^2$	$\frac{\Sigma L_j}{\sqrt{\Sigma A_j}}$
Bassins en parallèle	ΣA_j	$\frac{\Sigma C_j A_j}{\Sigma A_j}$	$\frac{\Sigma I_j Q_{pj}}{\Sigma Q_{pj}}$	$\frac{L(Q_{pj} \text{MAX})}{\sqrt{\Sigma A_j}}$

7- Calcul des eaux pluviales pour chaque assemblage

Les sous bassins versants élémentaires du projet seront assemblés selon le réseau d'écoulement proposé. Le débit à retenir doit satisfaire la condition suivante :

$$\text{Max}(Q_1, Q_2) < Q < Q_1 + Q_2$$

Avec

Q_1 et Q_2 = débits des deux bassins assemblés ;

Q = débit corrigé de l'assemblage

☞ Si $Q < \text{Max}(Q_1 \text{ et } Q_2) \Rightarrow Q_{\text{calcul}} = \text{Max}(Q_1 \text{ et } Q_2)$

☞ Si $Q > Q_1 + Q_2 \Rightarrow Q_{\text{calcul}} = Q_1 + Q_2$

8- Les limites de validité de formule

- La surface du bassin ou des groupements de bassin < **200 ha**
- La pente doit être : **0,2% < I < 5%**
- Le coefficient de ruissellement : **0,2 < C < 1**
- L'allongement de bassin : **M ≥ 0,8**

V-Dimensionnement des collecteurs d'Assainissement**1- Section et Diamètre des canalisations :**

La formule la plus adoptée pour le dimensionnement des canalisations en écoulement à surface libre est la formule de *MANNING STRICKLER* :

$$Q = K_s \times S \times R_h^\alpha \times I^{0.5}$$

Q_c : Débit de pointe transité par la canalisation en m³/s,

S : Section de la canalisation (surface mouillée en pleine section) en m²,

R_h : Rayon hydraulique de la canalisation ($R_h = D/4$ en m pour une conduite circulaire),

I : Pente de la canalisation,

K_s : Coefficient de MANNING & STRICKLER qui dépend de la rugosité de la canalisation en fonction du matériau choisi,

☞ Pour le réseau eaux usées (Réseaux séparatif) : $\alpha = 2/3$

☞ Pour le réseau eaux pluviales (Réseau séparatif / réseau unitaire) : $\alpha = 3/4$

Coefficient de rugosité K_s :

✚ Pour les canalisations en *C.A.O* ou *B.V.A* : $K_s = 70$

✚ Pour les canalisations en *P.V.C* : $K_s = 100$

Ainsi suivant la forme de la conduite (rectangulaire ou circulaire), le dimensionnement peut se faire.

2- Vitesse d'écoulement et conditions d'auto-curage

Les conditions d'auto-curage permettent de concevoir des réseaux auto cureurs en limitant la vitesse minimale appelée « vitesse d'auto curage ». Ces conditions seront satisfaites pour les deux conditions suivantes :

$$0,6 \text{ m/s} \leq V \leq 4 \text{ m/s}$$

Pour les eaux pluviales, la vitesse d'auto curage est calculée par la formule suivante :

$$V_{(1/2)} = V_{ps} \times 0,6$$

La vitesse d'écoulement doit dépasser 0.6 m/s.

La vitesse à pleine section est donnée par la formule suivante :

$$V_{ps} = 100 \times I^{1/2} \times (D/4)^{3/4}$$

V_{ps} : la vitesse à pleine section (m/s)

D : le diamètre adopté en (m)

I : Pente de la canalisation en m/m

3- Implantation des collecteurs :

Pour les voies d'emprise inférieure ou égale à 10 m, les collecteurs des eaux usées et des eaux pluviales doivent être implantés dans les axes des voies.

Pour les voies d'emprise de 12 ou de 15 m, les collecteurs des eaux usées et des eaux pluviales doivent être implantés dans le côté Nord et Est de ces voies (sous trottoir pour les collecteurs des eaux pluviales et sous chaussée pour les collecteurs des eaux usées).

Pour les voies d'emprise supérieure ou égale à 20 m, les collecteurs des eaux usées et des eaux pluviales doivent être implantés sous trottoir dans les deux côtés des voies.

Les collecteurs de diamètre supérieur ou égal à 1000 mm doivent être implantés dans les axes des voies.

4- Calage des collecteurs

Lors du calage d'un réseau d'assainissement, les contraintes et exigences techniques énumérées ci-après sont à satisfaire :

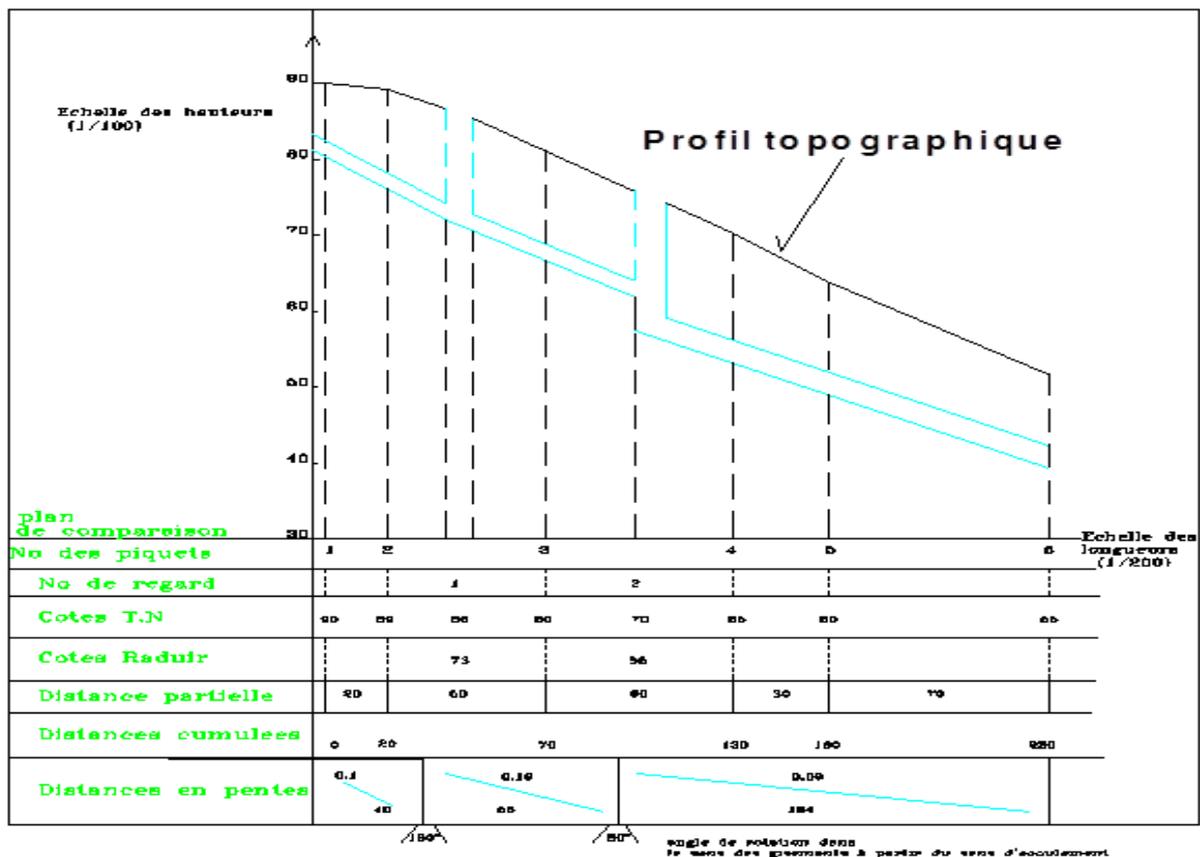
- a) La jonction des différents collecteurs secondaires devra être dans le sens d'écoulement de l'effluent avec un angle entre 45° et 67° et d'un angle de 45° à un collecteur principal.

b) La distance maximale entre deux regards visitables consécutifs est fixée par le marché, sans dépasser 80 m.

c) Les regards à chute accompagnée doivent être réalisés au cas où les hauteurs de chute dépassent 1.00m

d) Diamètres et pentes minimaux adoptés pour les collecteurs sont :

- $\Phi 300$ mm pour les eaux usées
- $\Phi 400$ mm pour les eaux pluviales.
- Pente minimale 0.5% (exceptionnellement 0.2% en terrain plat tout en respectant les critères d'auto curage).



5- Matériaux et séries utilisés pour les conduites :

Les matériaux utilisés pour les conduites sont :

- * **CAO** (Centrifuge Armé Ordinaire), séries 90A et 135A
- * **AC** (Amiante Ciment), séries 9000 et 12000 (n'est plus utilisé à cause des réglementations),
- * **PVC** (Polychlorure de Vinyle non plastifié) de classe 1 uniquement pour les branchements particuliers,
- * Collecteurs en **PEHD**,
- * Collecteurs en dalot en **BA**.

Le choix entre ces variantes est tributaire des contraintes suivantes :

- * Diamètre maximale fabriqué par les fournisseurs,
- * Capacité de support des charges et surcharges,
- * Résistance aux actions chimiques et physiques de la mer,
- * Coût d'approvisionnement, de transport et de mise en œuvre.

6- Installation du réseau sur chantier :

a- Lit de pose

L'intérêt de la mise en place d'un lit de pose est :

- * D'uniformiser l'assise sous l'arête inférieure de la conduite,
- * D'assurer une protection vis-à-vis du sol en place,
- * De respecter les pentes.

b- Remblai primaire

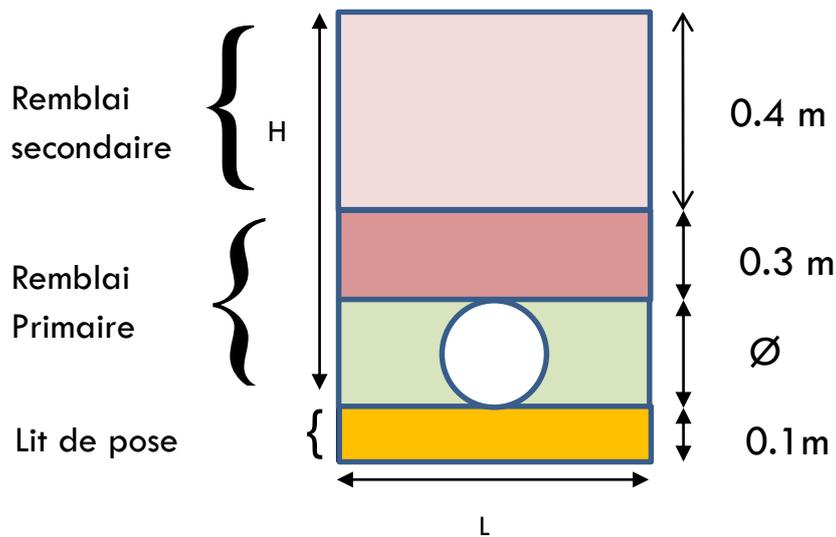
Le remblai primaire sera constitué, suivant le cas, de :

- * Collecteur PVC en l'absence d'eau : A l'aide de sable de concassage 0/5 en entourant les deux flancs de celle-ci. L'arrosage et le compactage se feront par couche de hauteur maximale de 30 cm jusqu'à l'Optimum Proctor de 92 % OPN.
- * Collecteur Béton en l'absence d'eau : A l'aide de tout-venant. L'arrosage et le compactage se feront par couche de hauteur maximale de 30cm à l'Optimum Proctor de 92 % OPN.

c- Remblai secondaire

- * Le remblai secondaire sera constitué, suivant le cas, par : Sous chaussées, accotements et trottoirs : A l'aide de tout-venant, arrosé et compacté par couche de hauteur maximale 30cm à l'Optimum Proctor de 98%. Le tout-venant sera réservé aux chaussées sensibles à fort trafic.
- * En pleine nature ou en quartiers non structurés : A l'aide de matériau extrait des déblais, arrosé et compacté par couche de hauteur maximale de 30 cm à l'Optimum Proctor de 95% OPN. De plus, un merlon de 15 cm sera mis au-dessus de la tranchée.

Le remblai secondaire est réalisé jusqu'à là sous face du corps de chaussée, lequel sera réalisé avec un épaulement de 15 cm de part et d'autre de la tranchée.



VI-Avant métré

L'étude de coût reste une étape très importante dans tout projet, il est réalisé en prenant en compte plusieurs paramètres liés à l'assainissement (collecteurs, ouvrages, ...traitement) et aux voiries (remblais, déblais, couche de base, couche de roulement ...):

1- Estimation du coût d'assainissement :

Les éléments de réseaux d'assainissement qui serviront de base pour une analyse des coûts ont été classés comme suit :

- Installation et repliement de chantier
- Travaux de terrassement tranché pour assainissement,
- Le volume total et le type de remblais primaire et secondaire,
- Le volume total de lit de pose,
- La longueur totale en mètre linéaire des conduites leur diamètre et leur natures (PVC, CAO ...),
- Le nombre total des ouvrages (regards de visites, regards avaloirs, regards borgnes, boîtes de branchement (simple et double), nombre des grilles),
- Les frais de fourniture de la pose de canalisations et des différents ouvrages.

2- Avant métré du réseau d'assainissement

Paramètre	Formule de calcul
Largeur (m)	$\emptyset \leq 0,5m, \emptyset + 0,4m$ ou $\emptyset > 0,5m, \emptyset + 0,5m$
Volume (m ³)	$L \times l \times Prm - Vchaussé$
Lit de pose (m ³)	$0,1 \times l \times L$
H.R .primaire (m)	$\emptyset + 0,3$
R. primaire (m ³)	$Hrp \times l \times L - \pi \times \frac{\emptyset^2}{4} \times L$
H.R. secondaire (m)	$Prm - Hpr$
R. secondaire (m ³)	$Hrs \times l \times L$

3- Avant métré de voirie

Le chaussé de voirie est constitué de :

GNF = Granulat Normalisé de Fondation = L x (1+0,6) x épaisseur

GNB = Granulat Normalisé de Base = L x (1+0,6) x épaisseur

EB = Enrobage = Lx l x épaisseur

PARTIE IV : ÉTUDE D'UN PROJET DE VRD

Données de base :

- Ce projet est effectué sur le lotissement de Malika 1 qui est à la commune rural urbaine **EL HAJEB**.
- Le système d'assainissement est **le système unitaire**.
- Surface nette de projet est **3,08 ha**.

A- PROFIL EN LONG

Voir les dessins de profils en long des voies

B- PROFIL EN TRAVERS TYPE

La réalisation des voies sera conforme au profils en travers type, Dont les caractéristiques sont :

- Pente transversale de la chaussée et parking est de 2.00 %.
- Pente transversale du trottoir est de 2.5 %.
- Les bordures du trottoir sont de type T4.

En l'absence d'études géotechniques à ce stade des études, nous adoptons la chaussée suivante :

- ❖ 20 cm de GNF dans la couche de fondation.
- ❖ 20 cm de GNB dans la couche de base.
- ❖ 5 cm CR dans la couche de roulement.

La structure des trottoirs, Dont les constituants sont comme suit :

- Une couche de base en FONDATION de 15 cm d'épaisseur au minimum.
- Une couche de revêtement en BETON de 07 cm d'épaisseur.
- Une couche de revêtement en CR de 05 cm d'épaisseur.

C- CALCUL DES DEBITS DES EAUX PLUVIALS

- Les coefficients de MONTANA :
 - * $a = 8,014$
 - * $b = -0,69$
 - * Période de retour $T = 10$ ans.
- Il existe deux exutoires pour le rejet des eaux pluviales.

- Coefficient de Manning & Strickler $K_s = 80$.

Calcul des débits :

$$Q_p(T) = K \frac{1}{U} \times I^{\frac{V}{U}} \times A^{\frac{W}{U}} \times C^{\frac{1}{U}}$$

$Q(T)$: débit de période de retour T en m^3/s

I : pente moyenne du bassin versant élémentaire en m/m

A : superficie du bassin versant en ha

C : coefficient de ruissellement.

Avec :

$$K = \frac{a \times 0,5^b}{6,6}$$

$$U = 1 + 0,278 \times b$$

$$V = -0,41 \times b$$

$$W = 0,95 + 0,507 \times b$$

U	0,802	1/U	1,247
V	0,353	V/U	0,440
W	0,748	W/U	0,933
K	2,313		

La formule de CAQUOT sera : $Q_p = 2,313 \times I^{0,440} \times A^{0,933} \times C^{1,247}$

D- CALAGE DE COLLECTEURS

- Nature de canalisation : **PVC**.

CONCLUSION

Ce sont des moments inoubliables dans nous vie professionnelle. Nous avons découvert beaucoup des choses fondamentales et nécessaires. Travaillé sur Covadis pour les études des projets de VRD, avons exécuté un peu dans le domaine de travail et avons complété tous qui est théorique avec la pratique.

L'étude d'un projet de VRD n'est pas une chose facile, il y a des étapes nécessaires qu'il faut respecter pour que le projet soit correct, acceptable et plus économique.

Nous voulons remercier tous les personnes qui nous aide durent ce période de stage.