

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

**ECOLE NATIONALE SUPERIEURE DE L'HYDRAULIQUE
ARBAOUI ABDELLAH**

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE URBAINE

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

*EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLÔME
D'INGENIEUR D'ETAT EN HYDRAULIQUE*

OPTION : Conception Des Systèmes d'Assainissement

THEME:

**EXTENSION DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE LA VILLE
D'AFLOU (WILAYA DE LAGHOUE)**

Présenté par :

M^{elle} : KENI Meriem

Devant les membres de jury :

Noms et prénoms	Grade	Qualité
M^r HADJ SADOK.A	M.C.A	Président
M^{me} KAHLERRAS .M	M.A.A	Examinatrice
M^r Y.BOUNNAH.Y	M.A.B	Examineur
M^{me} TAFAT.L	M.A.A	Examinatrice
M^{me} DERNOUNI.F	M.A.A	Promotrice

Septembre 2017



Remerciement



Au terme de cette étude, je tiens à exprimer mes vifs remerciements :

- * A ma promotrice Madame : DERNOUNI FOUZIA pour ces conseils et ses consultations qui m'ont tout aidé à la réalisation de mon projet.*
- * A tout le corps enseignants et le personnel de l'ENSH qui ont contribués de près où de loin à ma formation.*
- * A Monsieur BOUACHE MOHAMMED pour leur soutien et ces conseils*
- * Aux membres de jury qui auront à juger et à apprécier ce travail.*
- * Je tiens aussi à remercier mes amis qui ma aidés pendant la réalisation de projet.*



Zeni Meriem

Dédicace



*Je rends un grand hommage à travers ce modeste travail, en
signe de respect et de reconnaissance envers :*

Ma mère Saadia

Mon père Salem

*Pour tous les sacrifices et leur soutien moral et matériel dont ils
ont fait preuve pour que je réussisse.*

Je le dédie également à

*Mes frères et mes sœurs: Naceur, Allal, Khaled, Zohra,
Mahjouba, Aicha et le petit Akram.*

*Mes amis de l'ENSH, l'EPSTO et surtout Asma ; Fatna ;
Fathia .*

*En un mot, à toute ma famille, mes amis et ceux qui ont
contribué de près ou de loin à ma formation.*



ملخص :

تناولنا في هذا العمل إنشاء شبكة لتصريف المياه القذرة و المستعملة للتجمع السكاني " 1400سكن" , وهذا بالاعتماد على معطيات مأخوذة من الميدان والمتعلقة بالمنطقة محل الدراسة. يعد جمع المعطيات مرحلة مهمة لإنجاز دراسة وافية وكاملة سواء من الجانب التقني أو الاقتصادي أي أنها غير مكلفة. لذا قمنا في هذا العمل بدراسة كاملة للمشروع بدءا بالتعريف بموقع الدراسة وصولا إلى تصميم شبكة الصرف الصحي و أخذنا بعين الاعتبار الجانب التقني و الاقتصادي .

Résumé :

Dans ce travail, nous avons projeté un réseau d'évacuation d'eaux usées et pluviales pour l'extension de la ville d'AFLOU -1400 lots, en se basant sur des données réelles concernant le site à étudier. L'élaboration d'une telle étude nécessite la collecte des données qui reste une phase importante pour tous les calculs.

Nous avons traité dans ce sujet une étude détaillée, tout en commençant par une présentation du site, jusqu'au dimensionnement du réseau en tenant compte des aspects technico-économiques.

Abstract:

In this work, we planned a wastewater and rainwater drainage network for the extension of the city of AFLOU-1400 lots, based on actual data concerning the site to be studied.

The development of such a study requires the collection of data, which is the basis of all calculations. In this subject we have dealt with a detailed study, starting with a presentation of the site, then the dimensioning of the network taking into account the technical and economic aspects.

Sommaire

Introduction générale	1
Chapitre I. Présentation de la zone d'étude	2
I.1. Introduction :	2
I.2. Situation géographique de la ville d'Aflou	2
I.3. Situation morphologique	3
I.2. Données naturelles du site	3
I.3.1. Hydrographie	4
I.3.2. Topographie :	4
I.3.3. Géologie :	4
I.3.4. Climatologie:	7
a) Précipitations :	7
b) Températures	8
c) Evaporation	9
d) Vent	9
e) Sismicité	9
I.3.5. Population :	9
I.3.6. Situation hydraulique:	9
a) Alimentation en eau potable	9
b) Assainissement	10
c) Futur station d'épuration	10
I.4. Site d'implantation de l'extension (nouveau pôle urbain 1400 lots):	12
I.4.1. Situation géographique du site :	12
I.4.2. Equipement	13
I.5. Conclusion :	14
Chapitre II. Etude hydrologique	15
II.1. Introduction :	15
II.2. Choix de la période de retour	15
II.3. Détermination de l'intensité moyenne des précipitations	15
I.3.1. Analyse des données pluviométrique et le choix de la loi d'ajustement	16

a) Analyse des données statistiques _____	17
b) Choix de la loi d'ajustement _____	18
c) Vérification de l'homogénéité de la série _____	18
I.3.2. Calcul des paramètres de la loi choisie : _____	19
a) Ajustement de la série pluviométrique a la loi de GUMBEL _____	19
b) Ajustement de la série pluviométrique a la loi de GALTON _____	23
c) Test d'adéquation (test du Khi2) : _____	25
II.3. Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI : _____	26
II.4. Conclusion : _____	26
Chapitre III. Calcul de base _____	27
III.1. Introduction _____	27
III.2. Situation démographique : _____	27
III.3. Découpage de l'air d'étude en sous bassin élémentaires _____	27
III.4. Système d'evacutaion _____	28
III.5. Choix du système d'évacuation _____	29
III.6.Schéma d'évacuation: _____	33
III.6.1. Schéma perpendiculaire _____	33
III.6.2. Schéma par déplacement latéral : _____	33
III.6. 3. Schéma à collecteur transversal ou oblique _____	34
III.6.4. Schéma à collecteur étagé _____	34
III.6.5. Schéma type radial : _____	34
III.7. Choix du schéma du réseau d'évacuation : _____	35
III.8.Choix du coefficient de ruissellement _____	36
III.8.1. Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps : _____	36
III.8.2. Coefficient du ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation _____	36
III.8. 3. Coefficient du ruissellement relatif a diverses surfaces _____	36
III.8.4. Coeficient du ruissellement en fonction de densité de la population _____	37
III.8.5. Coefficient du ruissellement en fonction de la zone d'influence _____	37
III.9. Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin : _____	38
III.9.1. Coefficient de ruissellement pondéré: _____	39
III.9.2. Calcule de la densité partielle _____	39

III.10. Conclusion:	40
Chapitre IV. Evaluation des débits	41
IV.1. Introduction	41
IV.2. Evaluation des débits des eaux usées :	41
IV.2.1. Nature des eaux usées à évacuer	41
IV.2.2. Estimation des débits des eaux usées	42
IV.2.3. Estimation des débits des eaux usées domestiques	43
IV.3. Evaluation des débits des eaux pluviales :	47
IV.3.1. Méthode rationnelle :	47
IV.3.2. Méthode superficielle	48
IV.4. Choix de la méthode	50
IV.5. Calcul des débits pluviaux :	50
IV.6. Conclusion	51
Chapitre V. Calcul hydraulique	52
V.1. Introduction :	52
V.2. Conception du réseau d'assainissement :	52
V.3. Dimensionnement du réseau d'assainissement :	52
V.3.1. Conditions d'écoulement et de dimensionnement :	52
V.3.2. Formules d'écoulement :	53
V.4. Principe de tracé des collecteurs :	55
V.5. Conclusion:	56
Chapitre VI. Éléments constitutif du réseau d'égout et Ouvrages annexes	57
VI.1. Introduction :	57
VI.2. Éléments constitutif du réseau d'égout :	57
VI.2.1. Canalisations	57
VI.2.2. Choix du type de matériaux à utiliser	60
VI.2.3. Les branchements :	60
VI.2.4. Les ouvrages de surfaces :	60
VI.2.5. Les regards :	61
VI.3. Les ouvrages annexes:	64

VI.2.1. Les déversoirs d'orage	64
VI.2.2. Bassin de dessablement	67
VI.4. Conclusion:	69
Chapitre VII. Organisation de chantier	70
VII.1. Introduction :	70
VII.2. Emplacement ds canalisations :	70
VII.3. Exécution des traveaux :	70
VII.4. Décapage de la couche de terre végétale :	71
VII.5. Emplacement des jalons des piquets (piquetage) :	71
VII.6. Exécution des tranchées et les regards :	71
VII.7. Aménagement du lit de sable :	73
VI.7.1. Profondeur de la tranchée	73
VI.7.2. Largeur de la tranchée	74
VI.7.3. Volume des déblais des tranchées	74
VII.8. Pose des canalisations en tranchées :	75
VI.8.1. Mise en place des conduites	75
VI.8.2. Assemblage des conduites PVC	75
VI.8.3. liaison avec le regard en béton:	76
VI.8.4. Essais d'étanchiété sur les canalisations PVC	76
VII.9. Réalisation des regards :	78
VII.10. Remblaiement et compactage des tranchées: :	78
VII.11. Choix des engins :	78
VII.12. Devis quantitatif et estimatif :	81
VII.13. Planifications des travaux:	85
VII.14. Conclusion :	86
Conclusion générale	87

Liste des tableaux

Chapitre I. Présentation de la zona d'étude

Tableau I.1 :Coordonnées de la station pluviométrique d'Aflou.....	7
Tableau I.2 : Répartition mensuelle moyenne des précipitations.....	7
Tableau I.3 :Répartition mensuelle moyenne des températures.....	8
Tableau I.4 : Evaporation moyenne mensuelle.....	9
Tableau I.5 : Répartition du taux de raccordement d'assainissement	10
Tableau I.6 : Caracteristiques de la station d'épuration.....	10
Tableau I.7 : Equipements de l'agglomération.....	13

Chapitre II. Etude hydrologique

Tableau II.1 : précipitations mensuelles et maximales journalières à la station de d'AFLOU.....	16
Tableau II.2 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL.....	22
Tableau II.3 : Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton	24

Chapitre III. Calcul de base

Tableau III.1 : Répartition de la population à différents horizons de calcul	27
Tableau III.2 : Avantages et inconvénients des trois systèmes de réseaux	30
Tableau III 3 : Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation	36
Tableau III 4 : Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée :.....	36
Tableau III 5 : Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population	37
Tableau III.6 : Coefficients de ruissellement en fonction de la zone d'influence.....	37
Tableau III.7 : Coefficient de ruissellement pour chaque sous bassin.....	38
Tableau III.8 : Nombre d'habitants de chaque sous bassin.....	39

Chapitre IV. Evaluation des débits

Tableau IV.1 : Evaluation des débits des eaux usées des équipements pour chaque sous bassin	44
Tableau IV.2 : Détermination des débits de pointe d'eaux usées	46
Tableau IV.3 : Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle....	50

Chapitre VI. Eléments consécutifs et ouvrages annexes

Tableau VI.1 : Epaisseurs minimales des parois des tuyaux en béton armé en fonction du diamètre .. 58

Tableau VI.2 : vitesses de sédimentation en fonction des diamètres des particules 68

Chapitre VII. Organisation de chantier

Tableau VII.1 : détermination du coefficient des talus (m).....74

Tableau VII.2 : Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet 84

Tableau VII.3 : Détermination des délais..... 85

Liste des figures

Chapitre I. Présentation de la zone d'étude

Figure I-1 : Carte de situation géographique de la zone d'étude.	2
Figure I-2 : Image satellite de la ville d'aflou.....	3
Figure I-3 : Répartition mensuelle moyenne des précipitations	8
Figure I-4 : Répartition mensuelle moyenne des températures	8
Figure I-5 : Position de la station d'épuration.....	11
Figure I-6 : Image de la station d'épuration d'Aflou.....	12
Figure I-7 : Situation géographique de l'extension.....	12

Chapitre II. Etude hydrologique

Figure II-1 : représentation graphique la loi de Gumbel.....	22
Figure II-2 : Représentation graphique la loi de Galton.	24

Chapitre III. Calcul de base

Figure III-1 :Divers systèmes d'évacuation.....	32
Figure III-2 : Schéma perpendiculaire	24
Figure III-3 :Schéma par déplacement latéral.....	32
Figure III-4 : Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique.....	34
Figure III-5 : Schéma à Collecteur Etagé.....	34
Figure III-6 : Schéma type radial	34

Chapitre VI. Eléments consécutifs et ouvrages annexes

Figure VI-1 : Exemple d'un branchement simple.....	60
Figure VI-2: Déversoir classique a seuil latéral.....	64
Figure VI-3: Déversoir latéral à double seuil	65
Figure VI-4: Déversoir avec ouverture de radier.....	65
Figure VI-5: Principe du déversement siphonide	66
Figure VI-6: Schéma d'un dessableur couloir	67

Chapitre VII. Organisation de chantier

Figure VII-1 : le pipelayers.....	75
Figure VII-2 : liason regard-PVC.	76
Figure VII-3 : L'essai d'étanchéité à l'eau	77
Figure VII-4 : Bulldozer.	76
Figure VII-5 : Niveleuse automotrice.....	80
Figure VII-6 : Pelle équipée en rétro.	79
Figure VII-7 : Chargeur	80
Figure VII-8 : Compacteur.....	81
Figure VII-9 : Niveleuse automotrice.....	77

Liste des planches

1. Plan de masse
2. Plan de réseau d'assainissement avec le découpage
3. Profil en long du collecteur principal (R572-R01)
4. Elément constitutifs du réseau d'égout

Introduction

L'assainissement est par définition une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique, le plus rapidement possible et sans stagnation les eaux usées provenant d'une agglomération urbaine ou plus généralement, d'un centre d'activité économique.

Le développement rapide de la population en milieu urbain, ainsi que l'évolution du mode de vie a entraîné un accroissement rapide des structures urbaines, impliquant des besoins en eaux importantes qui se traduisent par un volume important des rejets polluants.

Donc l'assainissement de l'agglomération a pour objet d'assurer l'évacuation des eaux usées et des eaux pluviales dans des conditions satisfaisantes pour la santé publique.

A cet effet le but de notre étude est de chercher un moyen d'assainir l'extension de la ville d'AFLOU (le nouveau pôle urbain 1400 lots d'AFLOU- wilaya de LAGHOUAT) par la projection d'un réseau d'assainissement approprié prenant en charge les équipements socio-économique actuels et futurs ainsi que les eaux pluviales par un système d'évacuation adapté à la topographie et au relief de la région.

Présentation de la zone d'étude

Introduction

Toute étude d'assainissement d'une zone urbanisée, d'un espace libre ou d'une zone d'extension raccordée à l'existant tient compte de tous les facteurs (topographie, l'urbanisme, le climat, etc....).

I.1-Situation géographique de la ville d'Aflou [1]

Localisée entre le parallèle **30°5'** de latitude Nord, et **2°5'** de longitude Est, la commune d'Aflou est Située sur les monts de l'Atlas Saharien, au cœur de Djebel Amour (**à 1400 m**). Elle est limitée par les communes : (figure I.1)

- d'Oued Morra à l'Est,
- de Sidi Bouzid au Nord,
- d'El.Ghicha au Sud,
- de Sebgag à l'Ouest.

Cette ville est desservie par la route nationale **N°23**, reliant la région Nord, vers Tiaret et la route nationale **N°47** la reliant à El.bayadh et la région Sud Ouest (voir figure I.2). Elle est distante de **110 km** du chef lieu de la wilaya Laghouat, dont elle dépend, de **180 km** de Tiaret, et de **130 km** d'EL bayadh.

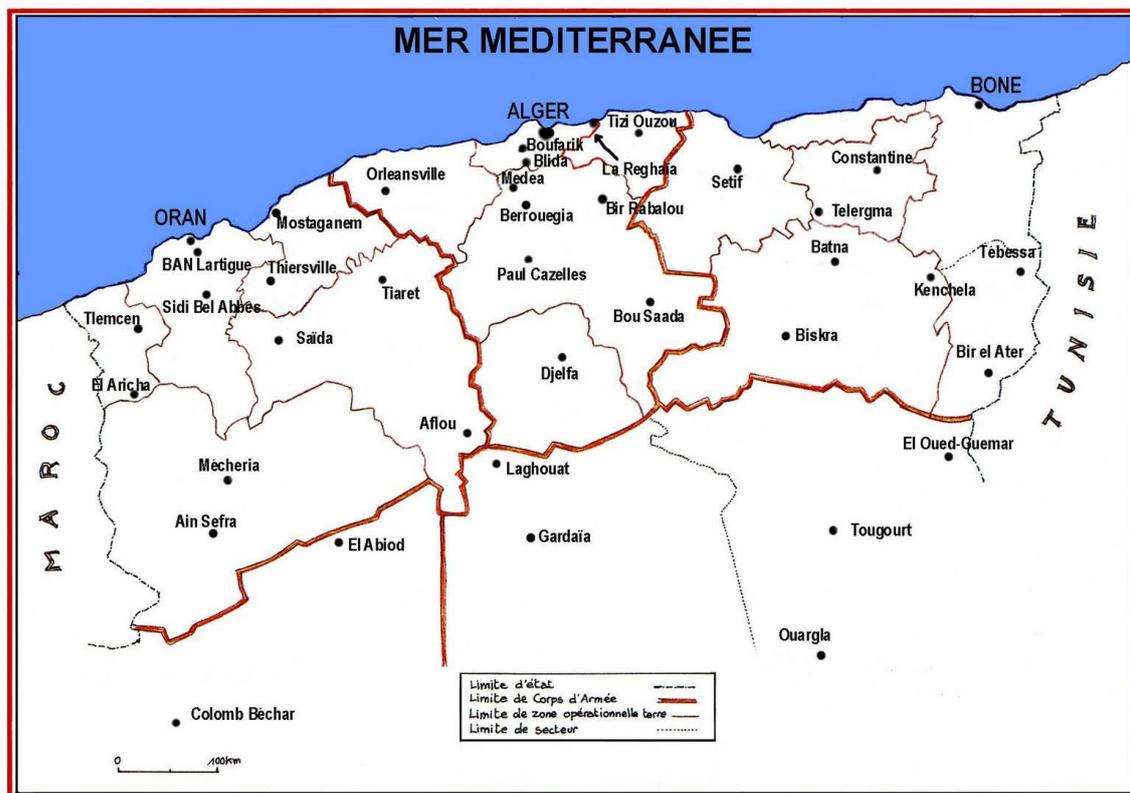


Figure I.1 : Carte de situation géographique de la zone d'étude



Figure I.2 : Image satellite de la ville d'aflou

I.2- Situation morphologique [1]

Le relief de la ville d'Aflou présente deux aspects morphologiques :

- Le massif montagneux au Nord constitué de chaînons à couches de grés ou parfois de calcaire, isolées les unes des autres par des dépressions en parties matelassées de dépôt quaternaires récents.
- Quand au Sud, le relief est assez tubulaire en anticlinaux et synclinaux constitués de couches épaisses de grés dominant des crêtes de même altitude, les synclinaux s'élargissent en plateaux comme El Gaâda dans la région de Manda et Anfous.

La ville d'Aflou est située dans une dépression (synclinal), bordée par des crêtes et des ravins, accusant un relief accidenté avec des pentes allant de **12 à 25%** freinant ainsi l'extension de la ville sur trois direction mise à part le coté Est ou les pentes douces varient entre **3 et 5%** et dont la majeure partie des terrains est à vocation agricole.

I.3- données naturelles du site [2]

I.3.1- Hydrographie

Situé dans la plus importante dépression du Djebel Amour, l'Oued Medsous constitue l'une des branches supérieures du bassin versant de l'Oued Touil. Ce dernier, coupe la ville

en deux parties présentant ainsi une menace d'inondation de la zone au moment des crues violentes.

Vu la nature topographique de la région, l'écoulement est orienté vers Oued El.Mellah au nord, qui à son tour constitue l'un des affluents de l'Oued Touil.

I.3.2- Topographie

Le relief des terrains peut avoir une influence considérable sur la trame urbaine et la topologie. La modification artificielle des déclivités a des répercussions financières importantes car des considérations techniques sont absolument nécessaires pour les constructions terrains en pente. La pente moyenne du terrain est de 2.14%.

I.3.3- Géologie

les monts de djebel amour forment un nœud organique très important et constituent un ensemble de plis plus ou moins individualisés d'âge jurassique et créacé. Ils enserrant une cuvette synclinale au centre de laquelle se trouve la ville d'aflou .

I.3.3.1-Trias

Il existe dans le Djebel Amour comme sur l'ensemble du domaine Atlasique, des points où l'on peut observer des formations caractérisées par un mélange d'argiles, de marnes, parfois de grès, brunâtres, violines ou versicolores avec des intercalations de gypse ou de halite et présentant des intrusions de roches vertes en dykes ou emballées dans les argiles.

➤ Pointement du Trias d'Ain Fourene :

Situé sur la route d'Aflou-El Guicha, il est constitué de roche verte sous forme de filons en grains fins et légèrement modifiés au contact des calcaires Jurassiques. Ces filons de 1 à 2 mètres et sur une dizaine de mètres de long se trouvent à l'intérieur des marnes salifères et gypses. Cet affleurement se trouve enserré par l'anticlinal du Djebel Chebka et Djebel Zlag.

➤ Pointement de Djebel Zlag :

En amont de l'Ain Djeneb et le long de l'axe anticlinal du Djebel Zlag, on rencontre un affleurement de gypse et de sel qui forme les berges de l'Oued M'zi d'une hauteur de quelques mètres.

➤ Pointement de Kef Gourou :

Il existe de nombreux petits pointements localisés dans les fonds et sur les bords des ravins souvent encaissés. Ils sont formés de gypse et micro-diorites.

I.3.3.2- Jurassique

a-Kimméridgien

➤ **Kimméridgien gréseux**

Il occupe le cœur des anticlinaux, c'est au niveau de l'anticlinal de Taouiala Kef Labiod au Nord de Ain Sidi Ali, Djebel Zlag qu'affleurent ces grès. D'après les forages effectués à Taouiala et Kef Labiod, et tout récemment à El Ghicha, l'épaisseur de ces grès varie d'un endroit à un autre. Ils ont une épaisseur de 100 mètres au niveau de Taouiala et plus de 200 mètres à Kef Labiod.

➤ **Kimméridgien marno-calcaire**

La série présente une épaisseur de 100 m au niveau de Djebel Djéhaifa et l'anticlinal de Taouiala au niveau de ses structures, la série se présente comme suit :

- Des calcaires sous forme de bancs métriques alternant avec des marnes vertes gypseuses.
- Une succession de calcaire et marno-calcaire de couleur grise.
- Des marnes parfois feuilletées de couleur grise dans lesquelles s'intercalent des bancs de calcaires.

b-Portlandien

Cette série a une épaisseur de 200 m, elle débute par :

- Une assise calcaire, la roche est homogène dure, de couleur grisâtre à jaunâtre.
- Des marnes vertes avec bancs de calcaires sous forme de plaquettes.
- Le Portlandien se termine par des bancs de calcaires bien visibles et forme parfois de véritables corniches. Ces calcaires à lumachelles deviennent parfois oolitiques et prennent des formes plus régulières. [2]

I.3.3.3-Crétacé

a-Valentinien-barrémien

- Dans le Djebel Amour, cet étage est présenté par un complexe très puissant de grès, présentant un faciès habituel de grès à stratifications entrecroisées allant de quelques centimètres à plusieurs mètres. La roche est friable avec un ciment calcaire. C'est une série uniforme à grains grossiers qui, en beaucoup de points, contient de nombreux galets de quartz de diamètre variable allant de quelques millimètres à 2-3 centimètres. Ces grès sont largement fissurés suivant deux directions

majeures d'orientation N60°E et N 130°E. Ce sont ces grès qui couvrent les plus grands espaces et constituent la cuvette du synclinal d'Aflou.

- Ces grès sont largement affectés par une tectonique cassante.
- Les forages effectués au niveau du synclinal d'Aflou, profonds de 850 m, sont restés en permanence dans les grès.

b- Albien-Aptien

Cet étage commence à affleurer au pied de la pente qui forme le djebel de Sidi Okba, Le kef Gourou .A la partie supérieure on trouve une brève alternance de marnes calcaire et calcaire gréseux cet ensemble est attribué à l'Albien supérieur. Puis des grès en gros bancs très faiblement inclinés, de 2 à 6 mètres séparés par des lits marneux de l'ordre du décimètre ; le tout est attribué à l'Albien inférieur. Au-dessous apparaissent des calcaires jaunes marneux. Ces calcaires présentent des niveaux fossilifères. Cette barre de calcaire est attribuée à l'Aptien.

c- Cénomanién

Correspond à une sédimentation marine transgressive sur les grès albiens. La formation du Cénomanién est constituée exclusivement de marnes verdâtres gypseuses. Dans certains cas, des bancs métriques de calcaire dolomitique viennent s'intercaler dans les marnes. Cette formation a une puissance de 200 m environ. [2]

d- Turonien

D'une épaisseur de 80 m, le Turonien apparait au niveau des sommets du Kef Gourou et Sidi Okba. Il forme des corniches constituées exclusivement de calcaire dolomitique, très dur de couleur blanchâtre et à surface rugueuse.

Dans l'ensemble, le Turonien n'est pas riche en faune, voire dans la plupart des cas, ces calcaires sont azoïques.

I.3.3.4- Tertiaire

a- Oligocène

Dans l'Atlas Saharien, on le rencontre au niveau de très nombreuses localités. C'est un conglomérat à éléments grossiers bien arrondis (5 à 8 cm), le ciment est marno-calcaire dans la plupart des cas dans le Djebel Amour. Ces dépôts sont localisés au Djebel Hairech et Djebel Gourou.

b- Miocène et Pliocène

Il est très difficile de les séparer ; mais dans le Djebel Amour, ils sont largement représentés. Toutefois, ces dépôts forment des collines à têtes plates dans les régions de Sidi Bouzid. Entre Hadj–Mechri et Sidi Naceur, ils occupent de vastes étendues. Dans la région de Beidha, ils comblent les dépressions ; leur puissance dépasse les 100 m (forage Beidha, Chelel, Ben Djebila et Herar) ; leur profondeur varie entre 120 et 150 m.

Le Miocène est caractérisé par des dépôts détritiques, il est constitué de la base au sommet par :

- des argiles grises alternant avec des sables grossiers siliceux et des calcaires à éléments béchiques;
- des marnes gréseuses alternantes avec des grès jaunâtres et quelques passées de calcaires et gypses;
- des argiles rouges avec des niveaux calcaires. [2]

I.3.3.5- Quaternaire

a- Le Quaternaire ancien

Il est déposé sur de très vastes étendues, généralement entre les collines témoins du Miocène et forme parfois les berges des Oueds qui atteignent plusieurs mètres.

b- Le Quaternaire récent

Lui aussi est largement représenté dans le Djebel Amour. On le rencontre au niveau de la cuvette synclinale d'Aflou. Au Nord, entre Aflou et Gueltet Sidi Saad, ce Quaternaire est formé par une argile sableuse de couleur grisâtre parfois rougeâtre et tranche par sa couleur sur les autres dépôts.

I.3.4- Climatologie

L'analyse des paramètres climatiques se fera sur la base des données disponibles au niveau de la station d'Aflou. Les caractéristiques de la station sont données dans le tableau I.1

Tableau I.1 : Coordonnées de la station pluviométrique d'Aflou

Station d'aflou	Longitude	Latitude	Altitude(m)	Installation
	2°6'8'' E	34°6'46''	1406	1874

a) Précipitations

La répartition mensuelle moyenne des précipitations est illustrée dans le tableau I.2 et la figure I.3

Tableau I.2 : Répartition mensuelle moyenne des précipitations : (période 1990/2010)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	P _{ann}
P(mm)	27.58	27.13	15.43	18.54	25.78	20.17	26.46	29.78	21.17	10.13	5.98	9.95	238.1

(Source : Station météologique Aflou)

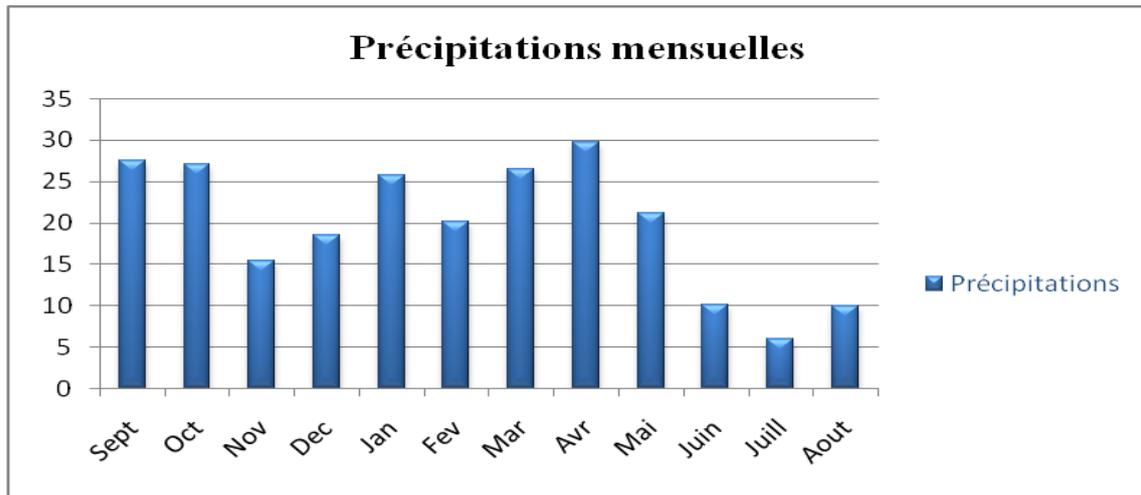


Figure I.3: Répartition mensuelle moyenne des précipitations (mm)(1990/2010)

b) Températures

La répartition mensuelle moyenne des températures est représentée dans le tableau I.3 et la figure I.4 sur la période 1990/2010.

Tableau I.3 : Répartition mensuelle moyenne des températures (période 1990/2010)

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout
T _{max} (°c)	27.06	19.77	14.08	9.2	9.64	9.48	13.99	16.32	22.3	28.82	32.19	31.58
T _{min} (°c)	12.49	8.10	2.34	-1.83	-2.27	-2.46	-0.23	3.64	8.69	12.36	15.69	16.01
T _{moy} (°c)	19.77	13.93	8.21	3.6	3.68	3.51	6.88	9.97	15.5	20.6	24	23.8

(Source : Station météologique Aflou)

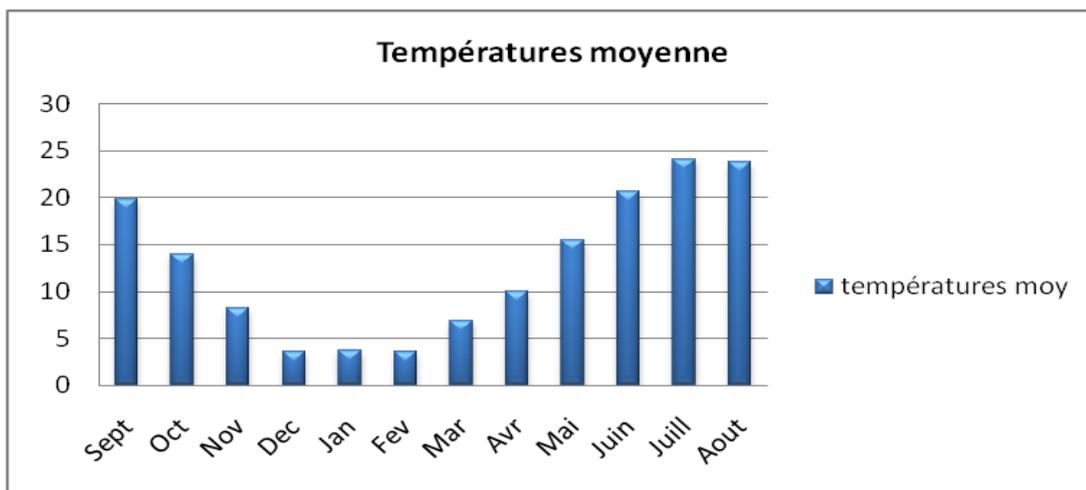


Figure I.4: Répartition mensuelle moyenne des températures (1990/2010)

c) Evaporation

Pour l'évaporation, les valeurs extremes sont observées durant le mois de juillet pour le maximum (108.5 mm) et le mois de janvier pour le minimum (9.10 mm), (voir tableau I.4).

Tableau I.4 : Evaporation moyenne mensuelle

Mois	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Fev	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout
Evap(mm)	65.10	40.1	19.52	11.73	9.10	12.07	25.43	35.13	62.00	85.60	108.5	95.22

d) Vents

Généralement en période hivernale, Les vents dominants sont de direction Nord-Ouest. En période estivale, les vents d'origine Sud-Ouest et Sud-Est, se caractérisant par le siroco provoquant une évaporation intense.

Le climat de la commune d'Aflou est semi-aride avec un été chaud et un hiver très froid.

I.3.5- Population

En 2016 La population a été estimée à 134911 habitants.

I.3.6- Situation hydraulique

a) Alimentation en eau potable

Au niveau de l'agglomération d'Aflou, on compte 14 forages destinés à l'alimentation en eau potable. Ces forages desservent 12 réservoirs.

- L'agglomération accuse un taux de satisfaction en eau potable de 95%.
- Le débit d'exploitation est de 14687,8 m³/j
- Le débit distribué est égal à 13297,9 m³/j

- Le réseau compte un linéaire de 116117 m
- La capacité totale des réservoirs est de 12100 m³

b) Assainissement

La morphologie de la ville d'Aflou joue un rôle très important dans la conception du réseau des eaux usées et les eaux pluviales.

En effet la ville est disposée sur les deux côtés du bassin drainé par l'oued Medsous ainsi que plusieurs de ses affluents.

Tableau I.5: Répartition du taux de raccordement d'assainissement

Communes	Assainissement		
	Nombre Des Foyers	Linéaire Posé (ml)	Taux De Raccordement (%)
Aflou	17050	128 559	98

c) Futur station d'épuration (STEP)

La réalisation d'une unité de traitement des eaux usées domestiques sera projetée pour protéger notre milieu environnemental contre la pollution : (figure 1.5). Dans le cas de ce projet la station d'épuration est du type biologique par boue activée à faible charge: (figure 1.6). Deux filiales de traitement sont prévues au sein de notre station de caractéristiques données dans le tableau I.5.

Tableau I.6 : Caractéristiques de la station d'épuration

Volume journalier à traité	Horizons 2020 :10.365 m ³ /j Horizons 2030 :14.866 m ³ /j
Superficie totale de la station	10 ha
Rendement épuratoire	90%
Nature de l'effluent	domestique
Boues produites	1677 kg/j
Destination de la boue produite et des eaux épurées	agriculture
Nature des travaux	
Pre-traitement	2 grilles grossières 40 mm 2 grilles fines 8 mm 2 dessableurs dégraisseurs Convoyage et compactage des refus et stockage en bennes

	Classification des sables extraits et stockage en bennes.
Filière eau	Traitement biologique par boue activée à faible charge (bassins de 7500m ³ chacun) 2 filiales de traitement indépendantes avec zone de contact et d'aération 2 clarificateurs (diamètre 30m) désinfection
filière boues	Epaississeur herse (diamètre 14 m) 2 lignes indépendantes par filtres à bande Lits de séchages de secours et évacuation en bennes (surfaces 2000 m ²)
Filière air	Ventilation double flux du prétraitement et du traitement des boues
Capacité de traitement	Debit : 10365 m ³ /j Debit de Pointe : 1123 m ³ /h DBO5 : 10134 kg/j MES :5528 kg/j
Qualité de l'eau traitée	DBO5 : 25 mg/l DCO :90 ml/l MES : 30 mg /l

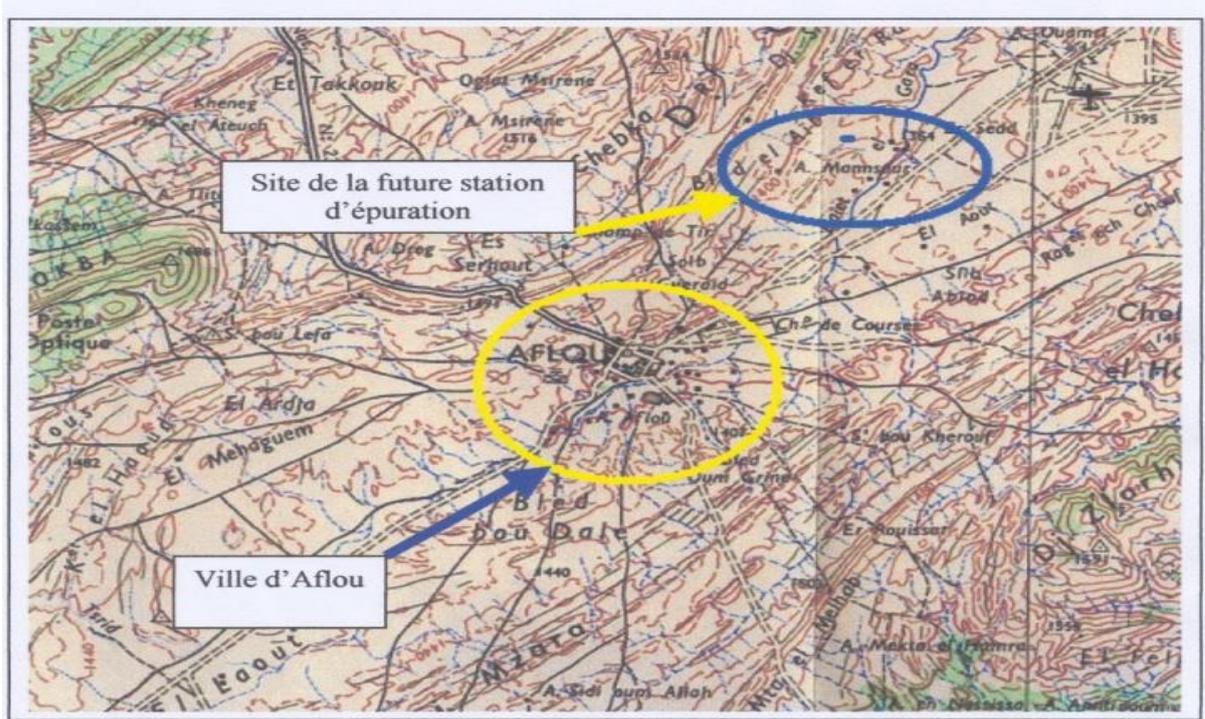


Figure I.5 : Position de la station d'épuration



Figure I.6 : Image de la station d'épuration d'Aflou

I.4- Site d'implantation de l'extension (nouveau pôle urbain 1400 lots)

I.4.1-Situation géographique du site

Le lotissement situé au nord-ouest de la commune d'Aflou (figure I.7) est limité par :

- le carrefour vers le centre universitaire et vers le centre-ville au nord
- les terrains agricoles au sud
- la gare routière en cour - déviation vers RN23 à l'est
- la route qui conduit à el Bayadh à l'ouest

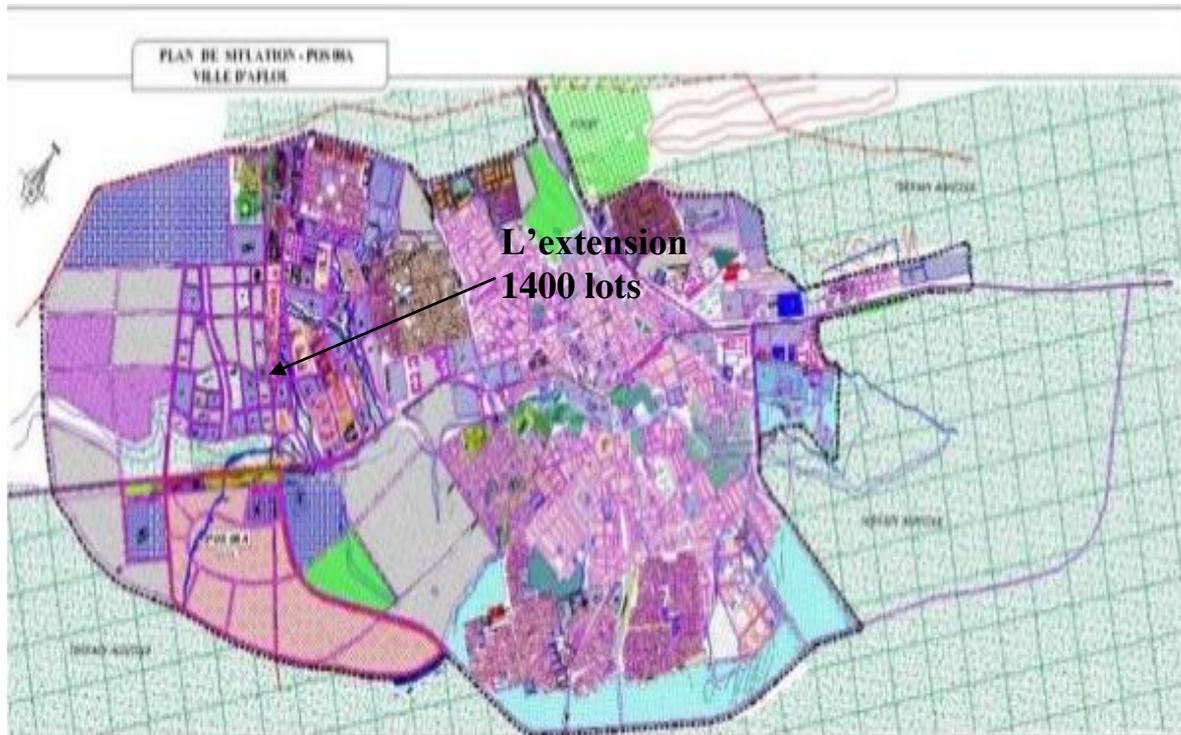


Figure I.7: Situation géographique de l'extension

I.4.2- Equipements

Comme toute zone urbaine, l'extension de 1400 lots est dotée avec tous les équipements nécessaires pour une population. Le tableau I.6 ressense tous les équipements de notre site

Tableau I.7 : Equipements de l'agglomération

secteur	Equipement
scolaire	Quatre écoles primaires
	Trois écoles fondamentales
	Deux lycées
	Centre de formation professionnelle

sanitaire	Hopital 240 lits
	Polyclinique
	Deux centres de santé
Administration	Annexe APC
	Telecom
	Agence postale
	Protection civile
	Surete urbaine
sportif	Piscine couverte
	Salle de sport
culturel	Centre culturel
	Maison de jeunes
commerce	Centre commercial
	Deux marchés couverts
	Trois commerces
	Grande mosquée
	Mosquée

I.5. Conclusion

Ayant suffisamment défini les données concernant notre agglomération du point de vue topographie, géologie, climat et démographie ainsi que l'urbanisation, nous aboutirons à l'élaboration de notre étude de conception du réseau d'assainissement de l'extension de la ville d'Aflou (1400 lots) .

Etude Hydrologique

Chapitre II

II.1. Introduction

Les ouvrages d'assainissement doivent assurer un degré de protection suffisant contre les inondations causées par la pluie. Une protection absolue nécessiterait la construction de réseaux aux dimensions excessives par les dépenses de premier établissement et d'entretien qu'elles impliqueraient; de tels ouvrages seraient en outre d'une exploitation défectueuse parce qu'ils risqueraient de favoriser la formation de dépôts fermentescibles.

Le caractère plus ou moins exceptionnel d'un événement pluvieux (h millimètres pendant une Durée de t minutes) s'apprécie par sa fréquence de dépassement « F » ou sa période de retour « $T = 1/F$ »

L'estimation des débits des eaux pluviales a pour objectif de pouvoir dimensionner le réseau d'assainissement et les ouvrages annexes (déversoir d'orage, bassin de retenue ...) ainsi que les conditions favorables à leur fonctionnement dans le temps.

Notion d'averse

On entend par averse une période de forte pluie interrompue. L'averse est caractérisée par son intensité, c'est-à-dire par la quantité de pluie ΔH tombé en un temps Δt . [3]

II.2. Choix de la période de retour

La période de retour représente la période que met une averse d'une intensité donnée pour se manifester.

Une pluie de période de retour de 10 ans est une pluie qui peut se manifester une fois tous les 10 ans. Pour les projets d'assainissement, nous optons généralement pour une pluie décennale. Le choix d'une période de retour est le résultat d'un compromis entre le coût du réseau d'égout, l'entretien et la protection de ce dernier contre les risques auxquels il est exposé et ceux qu'il risque de provoquer en cas d'insuffisance. [3]

II.3. Détermination de l'intensité moyenne des précipitations

L'analyse de cette intensité moyenne maximale est très importante dans le dimensionnement des réseaux d'égout.

Lors de l'étude d'une averse, il convient de déterminer les intensités moyennes maximales qui se définissent par le rapport de la hauteur d'eau tombée et la durée Δt , [3]

Soit :

$$i_m = \frac{\Delta h}{\Delta t} \dots\dots\dots (II.1)$$

Avec : i_m : intensité moyenne en mm/h.

Δh : hauteur de pluie tombée pendant la durée Δt .

Pour le calcul de l'intensité, on doit :

- Analyser les données pluviométriques et faire le choix du type de loi à laquelle il faut ajuster nos résultats.
- Calculer les paramètres de la loi choisie et vérifier son adéquation.
- Calculer la valeur de l'intensité moyenne de précipitation.

II.3.1-Analyse des données pluviométriques et choix de la loi d'ajustement :(logiciel utilisé HYFRAN)

a) Analyse des données statistiques

Pour l'étude des précipitations en assainissement on a besoin d'une série pluviométrique qui comporte les précipitations maximales journalières pour la période la plus longue possible.

Nous prenons comme base de calcul la série pluviométrique de la station pluviométrique d'AFLOU dont le code est : **010103**, sur une période d'observations de 1990 à 2011 qui a été fournie par l'AN RH d'AFLOU.

L'analyse statistique des données pluviométriques consiste à déterminer les caractéristiques empiriques d'un échantillon d'une série d'observations de précipitations maximales journalières, de 21 ans.

Tableau II.1 : précipitations maximales journalières à la station d'AFLOU

Année	$P_{j,max}$	Année	$P_{j,max}$	Année	$P_{j,max}$
1990/1991	35	1997/1998	9	2004/2005	15.2
1991/1992	10	1998/1999	13	2005/2006	11.3
1992/1993	10	1999/2000	15	2006/2007	10.5
1993/1994	11	2000/2001	5	2007/2008	10
1994/1995	39	2001/2002	12	2008/2009	16
1995/1996	12	2002/2003	10	2009/2010	15.3
1996/1997	30	2003/2004	12	2010/2011	14

(Source A.N.R.H AFLOU)

➤ Les caractéristiques de cette série sont :

1400 lots	
Nombre de données [n] :	21
Minimum :	5.00
Maximum :	39.0
Moyenne :	15.5
Écart-type :	8.86
Médiane :	12.0
Coefficient de variation [Cv] :	0.570
Coefficient d'asymétrie [Cs] :	1.69
Coefficient d'aplatissement [Ck] :	3.97

- La somme des précipitations maximales journalières durant 21 ans d'observations :

$$\sum P_{\max,j} = 315.3 \text{ mm}$$

- Moyenne des précipitations maximales journalières :

$$\overline{P_{\max,j}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_{\max,j}}{n} = \frac{315,3}{21} = 15.5 \dots\dots\dots (II.2)$$

n : le nombre d'années d'observations (n= **21 ans**).

➤ **Ecart type σ_x :**

Pour n < 30 ans on a :

$$\sigma_{P_{\max,j}} = \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=n} (P_{\max,j} - \overline{P_{\max,j}})^2}{n - 1}} \right] \dots\dots\dots (II.3)$$

$$\sigma_{P_{\max,j}} = \left[\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{21} (P_{\max,j} - 15.5)^2}{21 - 1}} \right] = 8.86 \text{ mm}$$



➤ **Coefficient de variation :**

$$C_v = \frac{\sigma_{P_{\max,j}}}{P_{\max,j}} \dots\dots\dots (II.4)$$

$$C_v = \frac{\sigma_{P_{\max,j}}}{P_{\max,j}} = \frac{8.86}{15.5} = 0.57$$

➤ **Exposant climatique**

Il est donné par l’A.N.R.H d’AFLOU **b= 0,27**

b) Choix de la loi d’ajustement

Les lois d’ajustement sont nombreuses et ne peuvent être appliquées à un échantillon que si les conditions homogénéité - stationnarité sont réunies.

- loi de GALTON ou loi log normale.
- Loi de GUMBEL.

Les critères de choix d’une loi sont liés à un ajustement graphique d’abord et ensuite à un test de dispersion. L’allure des points sur du papier à probabilité permet à prime abord d’accepter ou de rejeter la loi (Toute sinuosité, mauvaise courbure ou cassure de pente est considérée comme un mauvais ajustement).

c) Vérification de l’homogénéité de la série

La vérification de l’homogénéité de la série est indispensable avant de passer à l’ajustement.

L’homogénéisation des données est une analyse statistique de l’information aidant à une prise de décision conséquente. Elle consiste en :

- La détection des anomalies dans les série hydrologiques et d’en chercher la cause ;
- La correction de ces anomalies par des méthodes appropriées ;

On vérifie l’homogénéité de notre série par la méthode de test de la médiane dont le principe est :

- Classer l’échantillon par ordre croissant ;
- Déterminer la médiane M_e ;
- Remplacer la série des valeurs non classes par un signe (-) ou un signe (+)

(-) pour $X_i > M_e$;

(+) pour $X_i < M_e$;

- Calculons les quantités N_s et T_s , avec :

N_s : nombre totale de séries de + ou de - ;

T_s : taille de la plus grande série de + ou de - ;

$$N_s > \frac{1}{2} (n + 1 - u_{1-\alpha/2} \sqrt{n+1})$$

$$T_s < 3.3 (\log(n) + 1)$$

➤ **Test de la médiane**

Après le classement de la série de la plus petite valeur jusqu'à la plus grande, on calcule :

La médiane :

Puisque la série est impaire, la médiane est observée en rang $(N+1)/2$ c'est-à-dire en rang 11.

$$\text{Médiane}(X_{50\%}) = 12 \text{ mm}$$

$$N_s = 13.$$

$$T_s = 3.$$

Pour que la série soit homogène, les deux conditions suivantes doivent être vérifiées :

$$N_s > \frac{1}{2} (n + 1 - u_{1-\frac{\alpha}{2}} \cdot \sqrt{n+1}) = 6.4$$

$$T_s < 3.3 (\log_{10}(n) + 1) = 7.66$$

Avec : $\alpha = 5\%$ $u_{1-\frac{\alpha}{2}} = 1.96$

Les deux conditions sont vérifiées donc la série est homogène.

II.3.2- Calcul des paramètres de la loi choisie

a) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de GUMBEL

La fonction de répartition de la loi de GUMBEL est :

$$F(X) = e^{-e^{\frac{(x-x_0)}{\alpha}}} \dots\dots\dots (II.5)$$

$F(x)$: Fréquence au dépassement de la valeur de x.

α, x_0 : Coefficients d'ajustement.

x_0 : Paramètre de position (mode).

α : Paramètre d'échelle différent de zéro et positif appelé aussi « gradex »

Par changement de variable $y = \frac{x - x_0}{\alpha}$, la loi de GUMBEL s'écrit

$$F(x) = e^{-e^{-y}} \dots\dots\dots (II.6)$$



$$y = \frac{\alpha}{(x - x_0)} \text{ Variable réduite de GUMBEL.}$$

L'intervalle de variation de x est ; $x \in]-\infty, +\infty [$.

L'équation présent sous la forme : $x = \left(\frac{1}{\alpha}\right) y + x_0$.

Est l'équation d'une droite qui représente la loi de GUMBEL sur papier à probabilité GUMBEL.

Procédé d'ajustement

- Classement des valeurs par ordre croissant en leur affectant un numéro d'ordre.
- Calculer la fréquence expérimentale en utilisant la formule de HAZEN qui s'applique pour les lois normales et quasi normales :

$$F(x) = \frac{m - 0.5}{n} \dots\dots\dots (II.7)$$

- Calculer les caractéristiques empiriques de la série (**moyenne, écart type ...**).
- Calculer la variable de GUMBEL pour chaque valeur observée.

$$y = -[Ln(-LnF(x))] \dots\dots\dots (II.8)$$

Reporter les valeurs observées sur papier GUMBEL.

- Calculer le coefficient de corrélation entre les valeurs observées et la variable de GUMBEL dont la formule générale est :

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \dots\dots\dots (II.9)$$

\bar{x} et \bar{y} : Sont respectivement les moyennes arithmétiques des variables x et y.

- Si la corrélation est bonne, Calculer les paramètres d'ajustement de la droite de GUMBEL .la droite de régression ou droite de GUMBEL est :

$$x = \left(\frac{1}{\alpha}\right)y + x_0 \dots\dots\dots (II.10)$$

Les paramètres $\frac{1}{\alpha}$ et de x_0 peuvent être aussi déterminés par la méthode de moindres carrés.

- Tracer la droite de régression sur papier GUMBEL.
- Calculer l'intervalle de confiance.

Calcul des paramètres d’ajustement par la loi de GUMBEL

➤ **Méthode des moments**

La méthode des moments conduit à des estimations de calcul particulièrement simple et d’emploi très fréquent.

$\frac{1}{\alpha}$: La pente de la droite de GUMBEL

$$\frac{1}{\alpha} = \frac{\sqrt{6}}{\pi} * \sigma_{P_{max,j}} = 0.78 * \sigma_x$$

$$\frac{1}{\alpha} = 0,78 \times 8.86 = 6.91 ; \quad \text{donc } \frac{1}{\alpha} = 6.91 \text{ mm.}$$

\bar{y} : Moyenne de la variable réduite de Gumbel

$$\bar{y} = \frac{\sum_{i=1}^{N=21} y_i}{n} = 0.567 \text{ mm}$$

X_0 : Paramètre de position (mode).

$$x_0 = \bar{x} - \frac{1}{\alpha} \bar{y} \Rightarrow x_0 = 15.5 - 6.91(0,567) = 11.55 \text{ mm}$$

Donc ; la droite de GUMBEL devient :

$$x = 6.91y + 11.55$$

D’où : **$P_{maxj,p\%} = 6.91y + 11.55$**

La précipitation maximale journalière pour une période de retour 10 ans c.à.d une fréquence au non dépassement $F(x) = 90\%$ ou $y = -[\ln(-\ln 0.9)] = 2.25$;

Pour faciliter le travail on a utilisé le logiciel (HYFRAN), pour calculer et tracer la droite de GUMBEL.

Les résultats sont résumés dans le tableau récapitulatif (II.2) et la représentation graphique par la figure (II.1).

Tableau II.2: Ajustement à la loi de Gumbel .

Titre | 1400 lots

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	75.2	14.8	46.2 - 104
2000.0	0.9995	64.0	12.3	40.0 - 88.1
1000.0	0.9990	59.3	11.2	37.3 - 81.2
200.0	0.9950	48.1	8.66	31.1 - 65.1
100.0	0.9900	43.3	7.58	28.5 - 58.2
50.0	0.9800	38.5	6.51	25.7 - 51.3
20.0	0.9500	32.1	5.10	22.1 - 42.1
10.0	0.9000	27.1	4.04	19.2 - 35.0
5.0	0.8000	21.9	2.99	16.1 - 27.8
3.0	0.6667	17.8	2.25	13.4 - 22.2
2.0	0.5000	14.1	1.77	10.6 - 17.6
1.4286	0.3000	10.3	1.63	7.07 - 13.5

Paramètres estimés

u : 11.5519

alpha : 6.90591

Niveau de confiance

95 %

Donc :

$$P_{max, j, 10\%} \approx 27.1 \text{ mm}$$

Son intervalle de confiance est : $P [19.2 < 27.1 < 35.0] = 95\%$

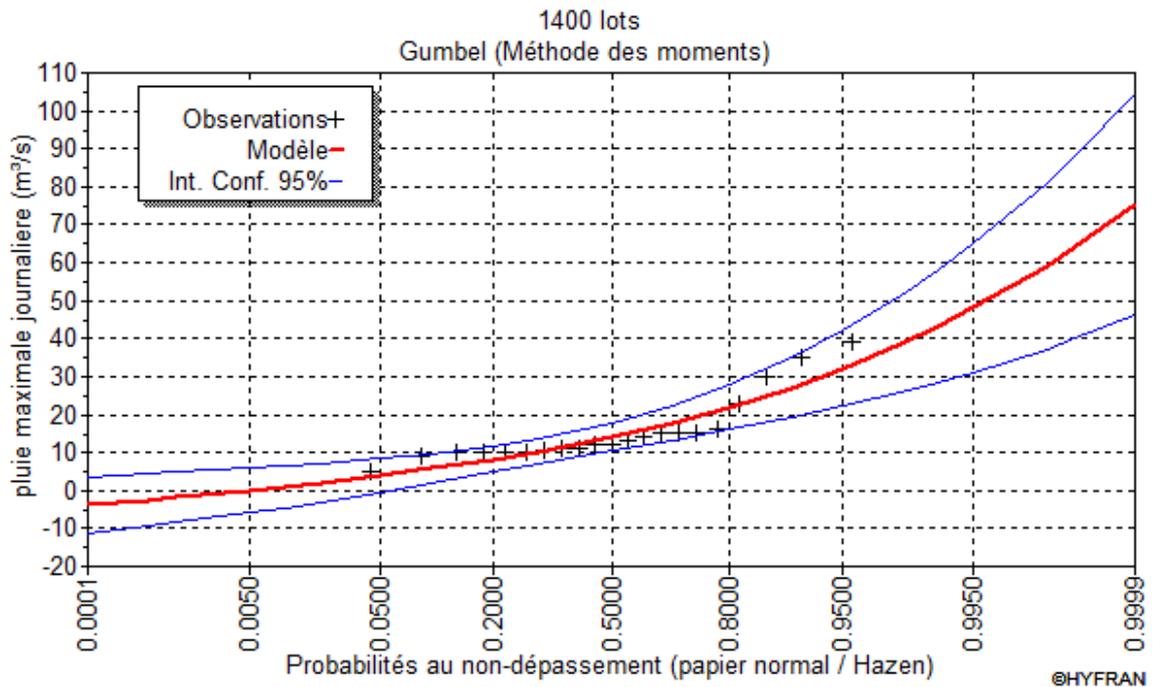


Figure II.1 : représentation graphique la loi de Gumbel



b) Ajustement de la série pluviométrique à la loi de Galton

Une variable aléatoire a une distribution log normale lorsque $y = \ln(x)$ est normale. La loi de Galton résulte de la loi normale mais est rendue dissymétrique par un changement de variables. Sa fonction de répartition est donnée par :

$$F(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du \dots\dots\dots (II.11)$$

F(x) : Fréquence au non dépassement.

La variable réduite est de la forme :

$$u = \frac{x - \bar{x}}{\sigma_x} \dots\dots\dots (II.12)$$

L'équation de la variable réduite présentée sous la forme : $\ln x = \overline{\ln x} + u \cdot \sigma_{\ln x}$

Est l'équation d'une droite sur papier GAUSSO-LOGARITHMIQUE avec en abscisse l'échelle gaussienne et en ordonnée l'échelle logarithmique.

Procédé d'ajustement

- 1- Classement des valeurs par ordre décroissant (fréquence au non dépassement).
- 2- Calcul de la fréquence expérimentale.
- 3- Calcul des caractéristiques empiriques de la série initiale \bar{x} et σ
- 4- Calcul des caractéristiques de la série transformée en logarithme $\overline{\ln x}$ et $\sigma_{\ln x}$.
- 5- Report des valeurs sur papier GAUSSO LOGARITHMIQUE.
- 6- Détermination de la droite de Galton $\ln x = \overline{\ln x} + u \cdot \sigma_{\ln x}$
- 7- Détermination de la valeur extrême soit graphiquement sur la droite, soit analytiquement par :

$$x_{p\%} = e^{\ln p\%} = e^{\overline{\ln x} + u_{p\%} \cdot \sigma_{\ln x}} \dots\dots\dots (II.13)$$

Calcul des paramètres d'ajustement par la loi de Galton

$$\overline{\ln x} = \frac{\sum \ln x_i}{N} \Rightarrow \overline{\ln x} = 2.6214mm$$

$$\sigma_{\ln x_i} = 0.4845mm$$

L'équation totale devient :

$$\ln x = 2.6214 + u * 0,4845$$

$U_{p\%}$: Variable réduite de GAUSS pour une fréquence donnée 10% ; $U_{p\%} = 1,28$.

Tableau II.3 : Ajustement à la loi de Galton.

T	q	XT	Ecart-type	Intervalle de confiance
10000.0	0.9999	83.4	25.3	33.7 - 133
2000.0	0.9995	67.8	18.5	31.4 - 104
1000.0	0.9990	61.5	15.9	30.2 - 92.7
200.0	0.9950	47.9	10.7	26.9 - 69.0
100.0	0.9900	42.5	8.80	25.2 - 59.7
50.0	0.9800	37.2	7.06	23.4 - 51.0
20.0	0.9500	30.5	5.02	20.7 - 40.4
10.0	0.9000	25.6	3.69	18.4 - 32.8
5.0	0.8000	20.7	2.56	15.7 - 25.7
3.0	0.6667	16.9	1.88	13.3 - 20.6
2.0	0.5000	13.8	1.45	10.9 - 16.6
1.4286	0.3000	10.7	1.21	8.31 - 13.0

Paramètres estimés

mu : 2.62144

sigma : 0.484523

Niveau de confiance : 95 %

Donc :

$$P_{max, j, 10\%} \approx 25.6\text{mm}$$

Son intervalle de confiance est : $P [18.4 < 25.6 < 32.8] = 95\%$

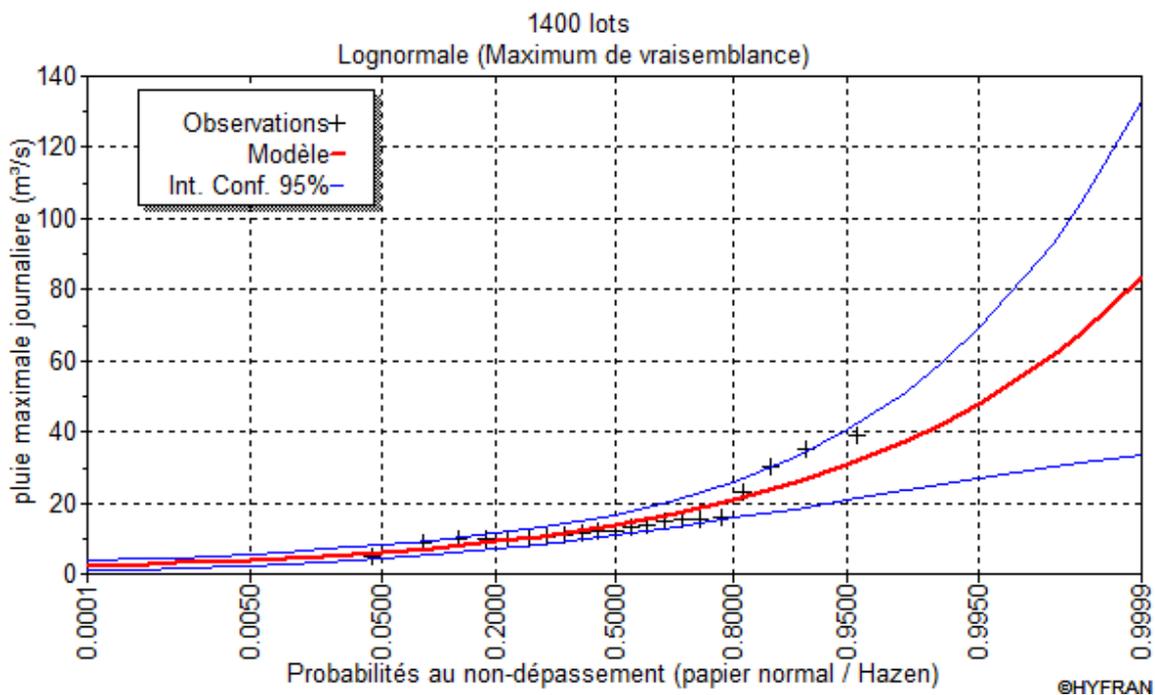


Figure II.2 : Représentation graphique la loi de Galton.

c) Test d'adéquation (test du Khi2)

Lognormale (Maximum de vraisemblance)

Statuts | Graphiques | Adequation | Discordance | Caractéristiques

Type du test : Test du Khi carré

Chemical path : C:\Users\MERIEEM\Desktop\HYFRAN\haricana.hyf

Number of lots : 1400 lots

Hypotheses

Null hypothesis : L'échantillon provient d'une loi Lognormale

Alternative hypothesis : L'échantillon ne provient pas d'une loi Lognormale

Results

Résultat de la statistique :	X ² = 9.57
p-value	p = 0.0226
Degrés de liberté :	3
Nombre de classes :	6

Gumbel (Méthode des moments)

Statuts | Graphiques | Adequation | Caractéristiques

Type du test : Test du Khi carré

Chemical path : C:\Users\MERIEEM\Desktop\HYFRAN\haricana.hyf

Number of lots : 1400 lots

Hypotheses

Null hypothesis : L'échantillon provient d'une loi Gumbel

Alternative hypothesis : L'échantillon ne provient pas d'une loi Gumbel

Results

Résultat de la statistique :	X ² = 7.29
p-value	p = 0.0633
Degrés de liberté :	3
Nombre de classes :	6

Remarque :

Le meilleur ajustement est celui pour lequel le χ^2 est le plus petit, dans notre cas le meilleur ajustement est celui de gumbel avec un khi carré = 7.29

$$P_{\max,j,90\%} = 27.1 \text{ mm}$$



II.3- Calcul de l'intensité de pluie de durée de 15 minutes et de période de retour de 10 ans par la formule de MONTANARI

Pour le calcul de l'intensité moyenne de précipitation nous utilisons la formule de MONTANARI :

$$I_{t(15\text{min}),P\%} = I_{24,P\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} \dots\dots\dots(\text{II-14})$$

Où :

$I_{24} (p\%)$: Intensité moyenne de précipitation pour une journée de fréquence (p%) donnée.

t : durée de l'averse en heure, $t=0.25\text{h} = 15 \text{ min}$ pour une période de retour de 10 ans.

b : exposant climatique de la région ($b=0.27$), il est donné par l'A.N.R.H D'AFLOU Pour l'estimation de l'intensité, nous admettons qu'une averse ayant lieu une fois tous les 10 ans durant 15 mn, peut être la valeur optimale

Nous aurons donc :

$$I_{15\text{min},10\%} = I_{24,10\%} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1} = \frac{P_{24,10\%}}{24} \left(\frac{t}{24}\right)^{b-1}$$

➤ D'après la loi de **GUMBEL** :

$$I_{15\text{min},10\%} = \frac{27.1}{24} \left(\frac{0,25}{24}\right)^{0,27-1} = 31.61\text{mm} / h$$

$$I_{15\text{min},10\%} = 31.61\text{mm} / h$$

II.4. Conclusion :

L'étude hydrologique nous a permis de déterminer l'intensité moyenne des précipitations.

Pour le dimensionnement de notre réseau d'assainissement on va prendre la valeur obtenue par la loi de **GUMBEL** et on déterminera la valeur de l'intensité pluviale qui est le débit spécifique.

$$i = \frac{31.61(10000)}{3600} = 87.80\text{l} / \text{s} / \text{ha}$$



$i=87.80$ l/s/ha

Calcul de base

III.1- Introduction

L'assainissement des agglomérations est une technique qui consiste à évacuer par voie hydraulique au plus bas prix, le plus rapidement possible et sans stagnation des eaux usées de différentes origines, provenant d'une agglomération ou d'un centre d'activité, de telle façon que les produits évacués ne puissent polluer l'environnement.

Dans ce contexte, le dimensionnement d'un réseau d'assainissement est indispensable, d'où la contrainte de passer par certaines phases préliminaires, parmi lesquelles on trouve, le calcul de base.

Au sein de cette phase on fait l'estimation du nombre d'habitants pour un horizon de calcul donné, le choix du système d'assainissement ainsi que le schéma de collecte et d'évacuation des eaux

III.2- Situation démographique

Le nombre d'habitants programmé logé dans le site d'étude : 13200 habitant.

Avec un taux d'accroissement de 2.60 % .

L'évolution démographique est calculée suivant la loi des accroissements géométriques donnée par la formule des intérêts composés :

$$P_N = P_0 (1 + T)^N \dots\dots\dots (III.1)$$

T=2.60% d'après l'APC

Notre étude est fixée à long terme (30 ans), L'évaluation de la population ; selon les différents horizons est estimée comme suit :

Tableau III.1: Répartition de la population à différents horizons de calcul

Horizon	2017	2020	2027	2037	2047
Population (hab)	13200	14257	17063	22056	28510

III.3 -Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires

En général, le bassin versant est un secteur géographique limité par les lignes de crête ou par les lignes de partage des eaux.

Le découpage du site en sous bassins élémentaires doit être fait selon :

- La nature des sols.
- La densité des habitations.

- Les courbes de niveau.
- Les routes et les voiries existantes.
- Les pentes et les contre pentes.
- Les limites naturelles (oueds, talwegs.....).

Pour notre projet ; le découpage de la zone à étudier se fait suivant la nature du sol et la densité des habitants. Les routes et les voiries existantes ; les courbes de niveaux, ainsi que les pentes et les contres pentes. [4]

III.4- Système d'évacuation

L'établissement du réseau d'une agglomération doit répondre à deux catégories de pré-occupation, à savoir :

- Assurer une évacuation correcte des eaux pluviales de manière à empêcher la submersion des zones urbanisées et d'éviter toute stagnation après les averses.
- Assurer l'évacuation des eaux usées ménagères, ainsi que les eaux résiduaires industrielles. Il est permis d'imaginer un ou plusieurs réseaux de canalisations où l'effluent s'écoule généralement gravitairement.

Trois systèmes d'évacuations sont susceptibles d'être mis en service :

- Système unitaire.
- Système séparatif.
- Système pseudo séparatif. [4]

➤ **Système séparatif**

Il consiste à réserver un réseau à l'évacuation des eaux usées domestiques et, sous certaines Réserves, de certains effluents industriels alors que l'évacuation de toutes les eaux météoriques est assurée par un autre réseau.

➤ **Système unitaire**

L'évacuation de l'ensemble des eaux usées et pluviales est assurée par un seul réseau Généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet direct, par sur verse, D'une partie des eaux dans le milieu naturel.

➤ **Système mixte**

On appelle communément système mixte un réseau constitué suivant les zones en partie en Système unitaire et en partie en système séparatif.

➤ **Système pseudo séparatif**

L'usage a prévalu de désigner sous ce vocable des réseaux séparatifs où le réseau d'eaux usées Peut recevoir certaines eaux pluviales provenant des propriétés riveraines.

➤ **Systeme composite**

C'est une variante du système séparatif qui prévoit, grâce à divers aménagements, une dérivation partielle des eaux les plus polluées du réseau pluvial vers le réseau d'eaux usées en vue de leur traitement.

III.5- Choix du système d'évacuation

Les paramètres prépondérants pour le choix du système d'assainissement sont :

- L'aspect économique : une étude comparative de plusieurs variantes est nécessaire.
- Il faut tenir compte les conditions de rejet.
- S'il s'agit d'une extension du réseau, il faut tenir compte du système existant.
- La topographie du terrain naturel.

Remarque

Dans notre travail nous avons opté pour le système unitaire

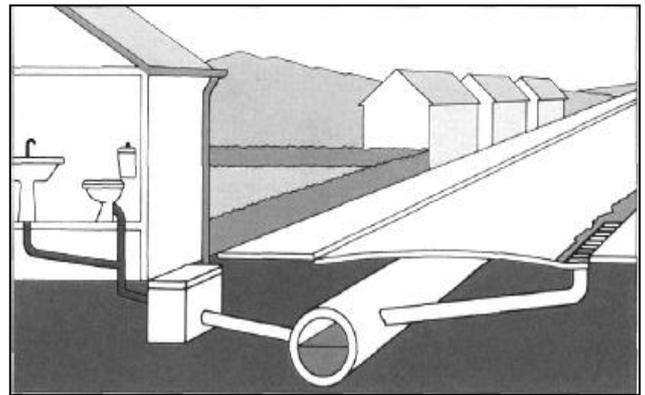
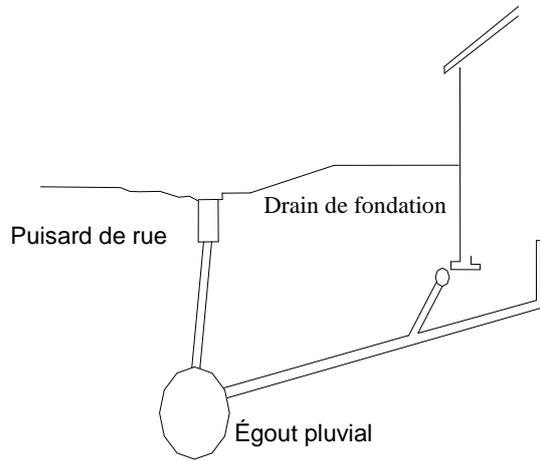
Tableau III.2: Avantages et inconvénients des trois systèmes de réseaux

Système	Domaine d'utilisation privilégié	Avantages	Inconvénients	Contraintes d'exploitation
Unitaire	<ul style="list-style-type: none"> - milieu récepteur éloigné des points de collecte. - topographie à faible relief. - imperméabilisation importante et topographie accentuée de la commune. - débit d'étiage du cours d'eau récepteur important. 	<ul style="list-style-type: none"> - conception simple : un seul collecteur, un seul branchement par immeuble. - encombrement réduit du sous-sol. - à priori économique (dimensionnement moyen imposé par les seules eaux pluviales). - aspect traditionnel, dans l'évolution historique des cités. - pas de risque d'inversion de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - débit à la station d'épuration très variable. - lors d'un orage, les eaux usées sont diluées par les eaux pluviales. - apport de sable important à la station d'épuration. - acheminement d'un flot de pollution assez important lors des premières pluies après une période sèche. - rejet direct vers le milieu récepteur du mélange " eaux usées - eaux pluviales " au droit des déversoirs d'orage. 	<ul style="list-style-type: none"> - entretien régulier des déversoirs d'orage et des bassins de stockage. - difficulté d'évaluation des rejets directs vers le milieu récepteur.
Séparatif	<ul style="list-style-type: none"> - petites et moyennes agglomérations. - extension des villes. - faible débit d'étiage du cours d'eau récepteur. 	<ul style="list-style-type: none"> - diminution du diamètre moyen du réseau de collecte des eaux usées. - exploitation plus facile de la station d'épuration. - meilleure préservation de l'environnement des flux polluants domestiques. - certains coûts d'exploitation sont limités (relevage des effluents notamment). 	<ul style="list-style-type: none"> - encombrement important du sous-sol. - coût d'investissement élevé. - risque important d'erreur de branchement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Surveillance accrue des branchements. - entretien d'un linéaire important de collecteurs (eaux usées et pluviales). - entretien des ouvrages particuliers (si-phons, chasses d'eau, avaloirs). - entretien des postes de relèvement et des chambres à sables.

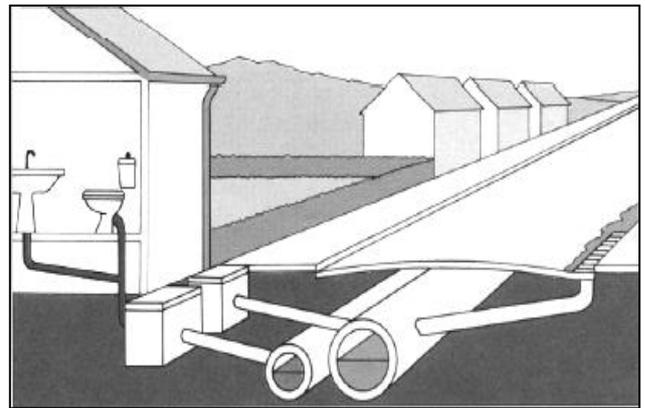
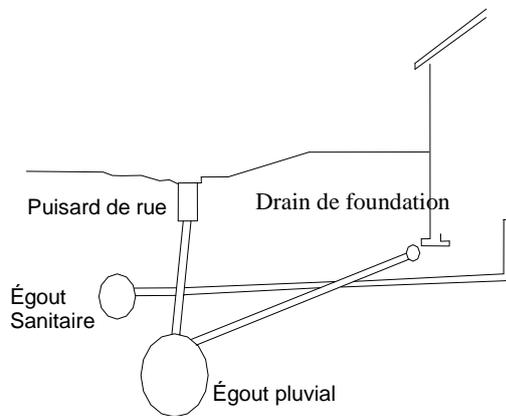
Avantages et inconvénients des trois systèmes de réseaux (la suite du tableau III.2)

<p>Spéciaux</p>	<p>L'utilisation de ces systèmes correspond à des cas d'espèce et leurs avantages dépendent de conditions locales spécifiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> - topographies spéciales. - liaisons intercommunales. 	<ul style="list-style-type: none"> - utilisable en terrain plat. - adapté lorsque la nappe est proche de la surface. - pas de surprofondeur des canalisations. 	<ul style="list-style-type: none"> - coût d'exploitation plus élevé qu'avec un système gravitaire. - risque de développement de gaz toxique et corrosif (H₂S) sur les refoulements de grande longueur. - équipements fragiles : pompe, pompe à vide, vanne automatique d'isolement, etc. - les systèmes en dépression ne fonctionnent plus en cas de fuite. 	<ul style="list-style-type: none"> - entretien et contrôle régulier des postes de pompage et des vannes automatiques d'isolement. - contrôle de l'étanchéité des réseaux en dépression. - traitement des effluents septiques (cas d'H₂S). - détection et localisation des arrivées d'eaux parasites.
------------------------	--	---	--	---

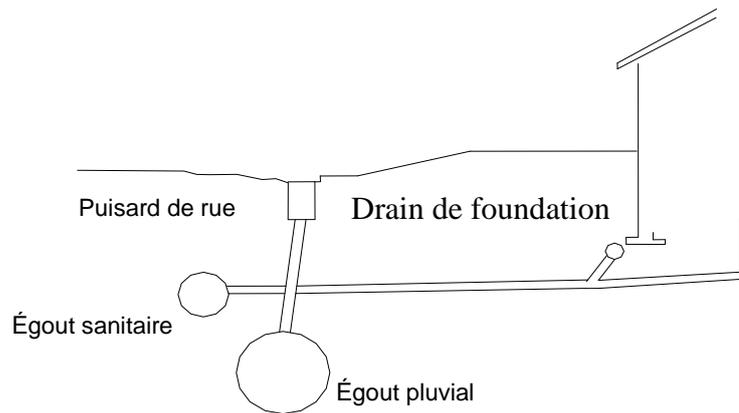
Source : Office International de l'Eau - Janvier 2000



Réseau unitaire



Réseau séparatif



Réseau pseudo séparatif

Figure III.1 : divers systèmes d'évacuation

III.6 -Schémas d'évacuation

Les réseaux d'assainissement fonctionnent essentiellement en écoulement gravitaire et peuvent avoir des dispositions diverses selon le système choisi, leur schéma se rapproche le plus souvent de l'un des types suivants : [4]

III.6.1- Schéma perpendiculaire

Ce schéma consiste à amener perpendiculairement à la rivière un certain nombre de collecteurs. Il ne permet pas la concentration des eaux vers un point unique d'épuration, il convient lorsque l'épuration n'est pas jugée nécessaire et aussi pour l'évacuation des eaux pluviales en système séparatif.

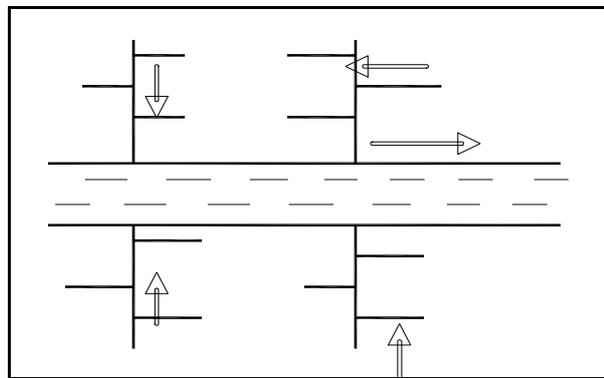


Figure III.2 : Schéma perpendiculaire

III.6.2 -Schéma par déplacement latéral

Le schéma par déplacement latéral est le plus simple, permettant de transporter l'effluent à l'aval de l'agglomération en vue de son traitement, les eaux sont recueillies dans un collecteur parallèle au cours d'eau, dans ce cas l'épuration est nécessaire.

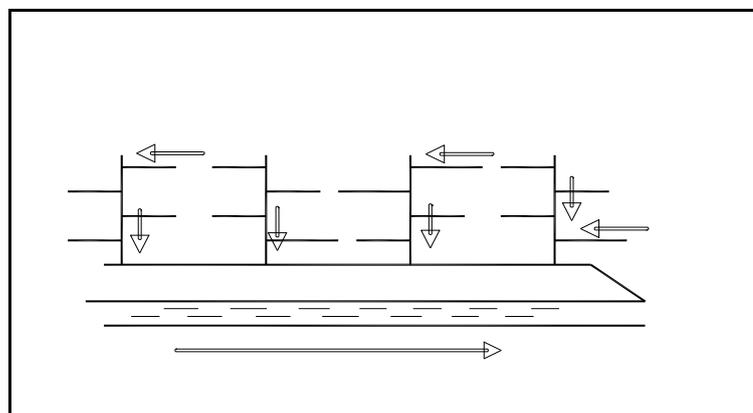


Figure III.3 : Schéma par déplacement latéral

III.6.3- Schéma à collecteur transversal ou oblique

Ce schéma comporte des ramifications de collecteurs qui permettent de rapporter l'effluent à l'aval de l'agglomération. Ce type de schéma est adopté lorsque la pente du terrain est faible.

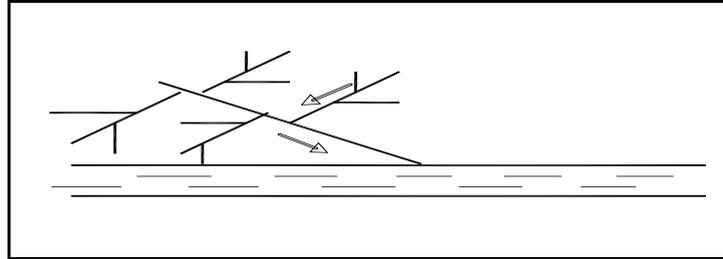


Figure III.4 : Schéma à Collecteur Transversal ou Oblique

III.6.4- Schéma à collecteur étagé

Ce schéma est une transposition du schéma à déplacement latéral, mais avec multiplication des collecteurs longitudinaux .Il permettent de décharger le collecteur bas des apports en provenance du haut de l'agglomération.

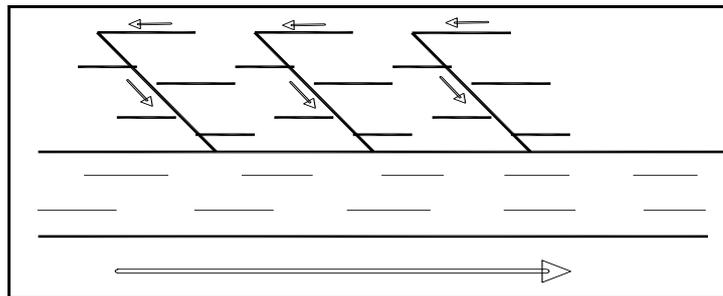


Figure III.5 : Schéma à Collecteur Etagé

III.6.5 -Schéma type radial

Le schéma radial convient pour les régions plates, il permet de concentrer l'effluent en un ou plusieurs points où il sera relevé pour être évacué en un point éloigné de l'agglomération.

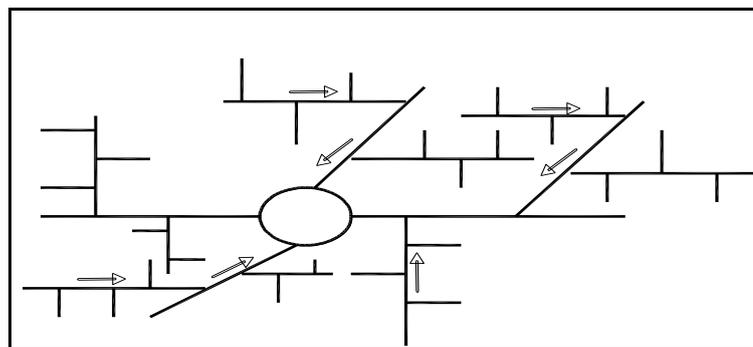


Figure III.6 : schéma type radial

III.7- Choix du schéma du réseau d'évacuation

Le choix du schéma du réseau d'évacuation à adopter, dépend des divers paramètres :

- Les conditions techniques et locales du cite, du système existant, de la topographie du terrain et de la répartition géographique des habitants à desservir.
- Les conditions économiques ; le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur.
- L'implantation des canalisations dans le domaine public.

Pour notre agglomération, on adoptera le réseau d'eau usée avec schéma à déplacement latéral. Ce schéma permet de ne pas charger les collecteurs et de ne pas avoir des diamètres importants au centre de l'agglomération. [5]

III.8- Choix du coefficient de ruissellement

Le coefficient de ruissellement « Cr » sera pris égal au taux d'imperméabilisation. Si « A » est La surface totale du bassin versant, « A' » la superficie de surface revêtue

$$C = A' / A \dots\dots\dots (III.2)$$

Ce coefficient a la possibilité de faire varier le débit d'eau pluviale du simple au double, c'est pour cela que lors du découpage des sous bassins il faut que ces derniers soient aussi homogènes que possible, pour minimiser les erreurs commises sur l'évaluation du coefficient de ruissellement.

Il dépend de plusieurs facteurs :

- La nature du sol.
- La pente du terrain.
- Le mode d'occupation du sol.
- La densité de la population.
- La durée de pluie.
- Humidité de l'air.



III.8.1- Coefficient de ruissellement pondéré dans le temps

Dans le cas où la surface du bassin est formée de plusieurs aires élémentaires « Ai », auxquelles on affecte le coefficient de ruissellement « Cri », on calcule le coefficient de ruissellement pondéré par :

$$C_{rp} = \frac{\sum A_i * C_{ri}}{A} \dots\dots\dots(III.3)$$

III.8.2 -Coefficient de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Le coefficient de ruissellement augmente avec l'accroissement de la population car on aura une augmentation de la surface couverte par rapport à celle perméable. Ce qui donne un ruissellement important.

Tableau III.3: Coefficients de ruissellement en fonction de la catégorie d'urbanisation

Catégorie d'urbanisation	C _r
Habitations très denses	0.90
Habitations denses	0.60 – 0.70
Habitations moins denses	0.40 – 0.50
Quartiers résidentiels	0.20 – 0.30
Square – garde – prairie	0.05 – 0.20

III.8.3 -Coefficient de ruissellement relatif à diverses surfaces

Tableau III.4 : Coefficient de ruissellement en fonction de surface drainée

Surface	Coefficient de ruissellement
Chaussée en béton asphaltée	0.70 – 0.95
Chaussée en brique	0.70 – 0.85
Toiture	0.75 – 0.95
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %).	0.05 – 0.10
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.10 – 0.15
- Pente abrupte	0.15 – 0.20
Terrain gazonné, sol sablonneux	
- Plat (pente < à 2 %).	0.13 – 0.17
- Pente moyenne de 2 à 7 %.	0.18 – 0.22
- Pente abrupte	0.25 – 0.35
Entrée de garage en gravier	0.15 – 0.30

III.8.4- Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de la population

Le coefficient de ruissellement augmente avec l'accroissement de la population car on aura une augmentation de la surface couverte par rapport à celle qu'est perméable. Ce qui donne un ruissellement important

Tableau III.5: Coefficient de ruissellement en fonction de la densité de population

Densité de la population (hab / ha)	Cr
20	0.20
30 – 80	0.20 – 0.25
60 – 150	0.25 – 0.30
150 – 200	0.30 – 0.45
200 – 300	0.45 – 0.60
300 – 400	0.60 – 0.80
400 et plus	0.80 – 0.90

Source : cours d'assainissement de la 4^{ème} année

III.8.5-Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence

Tableau III.6: Coefficient de ruissellement en fonction de la zone d'influence.

Zones d'influence	Cr
Surface imperméable	0.90
Pavage à larges joints	0.60
Voirie non goudronnées	0.35
Allées en gravier	0.20
Surfaces boisées	0.05

Source : cours d'assainissement de la 4^{ème} année

Remarque :

Pour le cas de notre projet, le coefficient de ruissellement est estimé en fonction des surfaces drainées en tenant compte de la densité des habitations.

Tableau III.7: Coefficient de ruissellement pour chaque sous bassins

N° de SB	Aire (ha)	Cr
1	6,83	0,2
2	5,46	0,25
3	3,32	0,7
4	3,9	0,75
5	2,9	0,75
6	4,95	0,25
7	5,46	0,6
8	2,4	0,6
9	10	0,62
10	6,47	0,55
11	4	0,3
12	1,34	0,5
13	2,2	0,25
14	5,36	0,5
15	4,02	0,5
16	3,5	0,35
17	7,72	0,65
18	5,45	0,55
19	8,01	0,7
20	4,5	0,8
21	8,48	0,8
22	2	0,05

III.9- Calcul du nombre d'habitants pour chaque sous bassin

A défaut de connaître le nombre exact d'habitants de chaque sous bassins, on suit les étapes suivantes afin de pouvoir estimer ce dernier.

- On estime le coefficient de ruissellement de chaque sous bassin.
- On calcule le coefficient de ruissellement pondéré total.
- On calcule la densité partielle de chaque sous bassin.
- On déduit le nombre d'habitant dans chaque sous bassins.



III.9.1-Coefficient de ruissellement pondéré

$$Crp = \frac{\sum Ai * Cri}{A} = \frac{57,31}{109,5} = 0.53854715 \dots\dots\dots (III.4)$$

$$Crp = 0,53854715$$

III.9.2 Calcul de la densité partielle

$$Di = \frac{Cri .Pt}{Crp .A} \dots\dots\dots (III.5)$$

Avec : la surface totale du lotissement **A=108.27ha.**

Pt : nombre total d’habitants (hab) à l’horizon **2047 = 28510 hab.**

On procède par la suite au calcul du nombre d’habitants correspondant à chaque sous bassin par la relation ci-dessous :

$$Pi = Di . Ai \dots\dots\dots (III.6)$$

Remarque : les résultats de calcul du nombre d’habitants de chaque sous bassins, sont portés dans le tableau III.8.

Tableau III.8: nombre d’habitants de chaque sous bassin

N° : S-B	Surface A (ha)	Cri	Cri*A	Di	Nbre d'habitant
1	6,83	0,2	1,37	98	668
2	5,46	0,25	1,37	122	667
3	3,32	0,7	2,32	342	1136
4	3,9	0,75	2,93	367	1430
5	2,9	0,75	2,18	367	1063
6	4,95	0,25	1,24	122	605
7	5,46	0,6	3,28	293	1602
8	2,4	0,6	1,44	293	704
9	10	0,62	6,20	303	3031
10	6,47	0,55	3,56	269	1740
11	4	0,3	1,20	147	587
12	1,34	0,5	0,67	244	328
13	2,2	0,25	0,55	122	269
14	5,36	0,5	2,68	244	1310
15	4,02	0,5	2,01	244	983
16	3,5	0,35	1,23	171	599
17	7,72	0,65	5,02	318	2454
18	5,45	0,55	3,00	269	1466
19	8,01	0,7	5,61	342	2742
20	4,5	0,8	3,60	391	1760
21	8,48	0,8	6,78	391	3317
22	2	0,05	0,10	24	49

III.10.Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons passé en revue différents systèmes d'évacuation, et décidé du choix du système (unitaire) et du schéma d'évacuation (schéma par déplacement latéral) à adopter et répartir les habitants par sous bassin (22 sous bassins) afin de pouvoir faire un calcul hydraulique adéquat.

Evaluation des Débits

IV.1 Introduction :

L'établissement des réseaux d'assainissement d'une agglomération doit répondre à deux objectifs principaux :

- l'évacuation correcte des eaux pluviales permettant :
 - d'empêcher la submersion des zones urbanisées.
 - d'éviter la stagnation de ces eaux particulièrement dans les points bas de l'agglomération.
- la collecte et l'évacuation des eaux usées de toutes natures (eaux vannes, eaux ménagères, eaux industrielles) en assurant leur transport, le plus rapidement possible, jusqu'au lieu de leur traitement (la station d'épuration).

IV.2- Evaluation des débits des eaux usées :

Les calculs des débits d'eaux usées portent essentiellement sur l'estimation des quantités de rejets liquides provenant des habitations et des lieux des différentes activités.

L'évaluation quantitative des rejets peut donc se caractériser en fonction du type d'agglomération et des diverses catégories d'occupation des sols.

D'une manière générale les débits seront évalués sur la base de la consommation d'eau potable par la population de l'agglomération dont 80% de cette eau doit être rejetée on doit donc déterminer deux valeurs du débit :

- Le débit de pointe qui rentre dans le dimensionnement des collecteurs.
- Le débit minimum qui permet d'apprécier la capacité d'auto curage.

IV.2.1- Nature des eaux usées à évacuer :

La nature des matières polluantes contenues dans l'effluent dépend de l'origine des ces eaux usées.

On distingue:

- Les eaux usées d'origine domestique.
- Eaux des services publics
- Les eaux usées d'origine industrielle.

A. Les eaux usées d'origine domestique :

Les eaux usées d'origine domestique comprennent :

- Les eaux ménagères (eaux de cuisine, de lessive, de toilette, etc.).
- Les eaux vannes (en provenance des W.C, matière fécales et urines). [1]

➤ **Qualité des eaux usées :**

Les eaux usées constituent un effluent pollué et nocif .leur étude doit s’effectuer sous le double point de vue physico-chimique et biologique,

➤ **Quantité à évacuer :**

La quantité des eaux à évacuer est, en seconde analyse, à considérer sous l’angle des débits qui conditionnent le calcul des sections des canalisations d’égout. A cet effet, il y a lieu de distinguer entre les réseaux urbains courants et ceux desservant les agglomérations d’un type particulier telles que cités, casernes, etc. Elle dépend des normes de consommation en eaux potable et qui à leur tour dépendent de l’évaluation de la consommation actuelle.

Pour la quantification actuelle ou prévisible de la consommation en eaux potable, on a les facteurs suivants qui interviennent :

- Type d’habitats et leur degré de confort.
- Dotation en eaux potable.
- Conditions climatiques.
- Prise en compte forfaitaire des eaux publiques et industrielles.

B. Eaux des services publics :

Les eaux de lavage des espaces publics (cours, rue,...) sont évacuer vers le réseau par l’intermédiaire de puisard menu d’une grille. Les eaux usées des services publics : éducatifs, sanitaires, touristiques, administratifs et différents autres services d’utilité publique seront pris en compte avec les besoins domestiques

C. Eaux usées industrielles :

Ce sont celles qui proviennent de diverses usines de fabrications ou de transformations, ces eaux contiennent des substances chimiques (toxiques, acides, bases...), elles doivent être traitées avant de les rejeter dans le réseau d’assainissement.

Remarque :

Notre projet ne comporte pas d’industrie, nous ne considérerons que les eaux usées provenant de l’agglomération soit les rejets d’origine domestique et du service public

IV.2.2 -Estimation des débits des eaux usées :

L’évaluation de la quantité des eaux usées à évacuer quotidiennement s’effectuera à partir de la consommation d’eau par habitant.



L'évacuation quantitative des rejets est en fonction du type de l'agglomération ainsi que le mode d'occupation du sol. Plus l'agglomération est urbanisée, plus la proportion d'eau rejetée est élevée. [3]

IV.2.3- Estimation des débits des eaux usées domestiques :

Pour calculer le débit des eaux usées à évacuer, nous prendrons comme base une dotation d'eau potable de 200 l/j hab. (Source A.P.C),

Nous considérons que les 80% de l'eau consommée sont rejetée comme eaux usées dans le réseau d'évacuation. [3]

a) Evaluation du débit moyen journalier :

Le débit moyen journalier rejeté est calculé par la relation suivante :

$$Q_{moy.j} = \frac{N \cdot Dot \cdot Kr}{86400} \dots\dots\dots(IV.1)$$

Avec:

- Q_{moy,j}: débit moyen rejeté quotidiennement en (l /s)
- K_r : coefficient de rejet pris égale à 80% de la quantité d'eau potable
- Dot : dotation journalière prise égale à 200 (l / j / hab)
- N : nombre d'habitants.

b) Evaluation du débit de pointe :

Comme la consommation, le rejet des eaux usées est aussi variable dans la journée, d'où on est appelé à déterminer le débit de pointe qu'il est donné par la formule qui suit :

$$Q_{pte} = K_p \cdot Q_{moyj} \dots\dots\dots(IV.2)$$

- Q_{pte} : debit de pointe
- K_p : Coefficient de pointe, Ce coefficient de pointe peut être :

➤ **Calculé à partir du débit moyen journalier :**

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_{moy,j}}} \quad si \quad Q_{moy.j} \geq 2,8 \text{ l/s} \quad \dots\dots\dots(IV-3)$$

$$K_p = 3 \quad si \quad Q_{moy.j} < 2,8 \text{ l/s}$$

Remarque :

Pour notre étude le coefficient de pointe k_p est calculé à partir du débit moyen journalier, selon la relation (IV-3)

Les débits d'eaux usées des équipements et les débits d'eaux usées de pointe sont respectivement illustrés dans le tableau N° IV.1 et le tableau N° IV.2

Tableau IV.1 : Evaluation des débits des eaux usées des équipements pour chaque sous bassin :

N° du S.B	Type d'équipement	Unité de mesure	Nbre d'unité	Dotation l/j.h ou l/j.m2	Qmoy (m ³ /j)	Qequi usée (m ³ /j)	Qequi total (m ³ /j)	Qequi total (l/s)
1	Protection civil	Fonctionnaire	300	20	6	4,8	7,2	0,08
	Sûreté urbaine	Fonctionnaire	150	20	3	2,4		
2	Hopital	Lit	350	200	70	56	56	0,65
3	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Ecole primaire	élèves	490	50	24,5	19,6	19,6	0,23
5	CEM	élèves	600	50	30	24	24	0,28
6	R-EQ Réserve pour l'équipement	employés	80	10	0,8	0,64	0,64	0,01
7	Ecole primaire	élèves	490	50	24,5	19,6	19,6	0,23
8	Marché couvert	Commerçant	70	20	1,4	1,12	1,12	0,01
9	CEM	élèves	800	50	40	32	32,24	0,37
	commerce	commerçant	30	10	0,3	0,24		
10	Lycée	élèves	900	50	45	36	45,52	0,53
	Maison de jeunes	personne	100	60	6	4,8		
	Polyclinique	Patient/j	60	15	0,9	0,72		
	Sale de sport	personne	100	50	5	4		
11	Grande mosquée	fidèles	300	10	3	2,4	3,04	0,04
	Annexe maison de culture	personne	80	10	0,8	0,64		
12	Agence postale	Employés	50	20	1	0,8	1,6	0,019
	Télécom	Employés	50	20	1	0,8		
13	Annexe APC	Employés	30	20	0,6	0,48	15,8	0,183
	Centre commercial	Personne	150	30	4,5	3,6		
	Jardin	M ²	2930	5	14,65	11,72		
14	Piscine couvert	personne	100	150	15	12	41,12	0,476
	Ecole primaire	élèves	450	50	22,5	18		
	Centre de formation professionnelle	stagiaire	250	50	12,5	10		
	R-EQ Réserve pour l'équipement	employés	70	20	1,4	1,12		

Evaluation des débits des eaux usées des équipements pour chaque sous bassin (suite de Tableau IV.1) :

N° du S.B	Type d'équipement	Unité de mesure	Surfaces, usagers	Dotation l/j.h ou l/j.m2	Qmoy (m ³ /j)	Qequi usée (m ³ /j)	Qequi total (m ³ /j)	Qequi total (l/s)
15	-	-	-	-	-	-	-	-
16	Station de bus urbaine	personne	120	10	1,2	0,96	0,96	0,01
17	commerce	commerçant	30	10	0,3	0,24	40,608	0,47
	Ecole primaire	élèves	400	50	20	16		
	Jardin	M ²	5972		29,86	23,89		
	Centre de santé	Patient/j	40	15	0,6	0,48		
18	-	-	-	-	-	-	-	
19	Lycée	élèves	700	50	35	28	32,8	0,38
	Mosquée	fidèles	500	10	5	4		
	R-EQ Réserve pour l'équipement	employés	50	20	1	0,8		
20	CEM	élèves	800	50	40	32	34,96	0,40
	Marché couvert	Commerçant	100	20	2	1,6		
	Centre de santé	Patient/j	60	15	0,9	0,72		
	2 R-EQ Réserve pour l'équipement	employés	80		0,8	0,64		
21	Ecole primaire	élèves	400	50	20	16	16	0,19
22	Jardin	M ²	8902		44,51	35,61	35,61	0,41

Tableau IV.2: Détermination des débits de pointe d'eaux usées

N° de SB	Aire (ha)	Nombre d'habitant	Q _{moy,j} (l/s)	K _p	Q _{pte,usé} (l/s)	Q _{equip} (l/s)	Q _{total} (l/s)	Q _{total} (m3/s)
1	6,83	668	1,5462963	3	4,63889	0,08	4,71889	0,004719
2	5,46	667	1,54398148	3	4,63194	0,65	5,28194	0,005282
3	3,32	1136	2,62962963	3	7,88889		7,88889	0,007889
4	3,9	1430	3,31018519	2,874	9,51376	0,23	9,74376	0,009744
5	2,9	1063	2,46064815	3	7,38194	0,28	7,66194	0,007662
6	4,95	605	1,40046296	3	4,20139	0,01	4,21139	0,004211
7	5,46	1602	3,70833333	2,798	10,37676	0,23	10,60676	0,010607
8	2,4	704	1,62962963	3	4,88889	0,01	4,89889	0,004899
9	10	3031	7,0162037	2,444	17,14633	0,37	17,51633	0,017516
10	6,47	1740	4,02777778	2,746	11,05900	0,53	11,58900	0,011589
11	4	587	1,3587963	3	4,07639	0,04	4,11639	0,004116
12	1,34	328	0,75925926	3	2,27778	0,019	2,29678	0,002297
13	2,2	269	0,62268519	3	1,86806	0,183	2,05106	0,002051
14	5,36	1310	3,03240741	2,936	8,90206	0,476	9,37806	0,009378
15	4,02	983	2,27546296	3	6,82639		6,82639	0,006826
16	3,5	599	1,38657407	3	4,15972	0,01	4,16972	0,004170
17	7,72	2454	5,68055556	2,549	14,47931	0,47	14,94931	0,014949
18	5,45	1466	3,39351852	2,857	9,69565		9,69565	0,009696
19	8,01	2742	6,34722222	2,492	15,81926	0,38	16,19926	0,016199
20	4,5	1760	4,07407407	2,739	11,15720	0,4	11,55720	0,011557
21	8,48	3317	7,67824074	2,402	18,44477	0,19	18,63477	0,018635
22	2	49	0,11342593	3	0,34028	0,41	0,75028	0,000750

IV.3- Evaluation des débits des eaux pluviales :

Différentes méthodes sont utilisées pour l'évaluation du débit pluvial. Dans notre travail nous considérons les deux les plus utilisées.

IV.3.1- Méthode rationnelle :

C'est une méthode qui consiste à estimer le débit à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs limités par les lignes isochrones, cette méthode fut découverte en 1889, mais ce n'est qu'en 1906 qu'elle a été généralisée, elle est connue aussi par la méthode de LLOYD DAVIS, c'est une méthode qui a fait ses preuves surtout pour les bassins urbains de faible surface (≤ 10 ha).

Elle consiste à estimer les débits pluviaux suite à une averse d'intensité moyenne « i » supposée constante durant la chute de pluie sur des surfaces d'influence de superficie « A », caractérisée par un coefficient de ruissellement « Cr ». La méthode rationnelle s'exprime par la formule suivante :

$$Q = \alpha.Cr.i.A \dots\dots\dots (IV.4)$$

a) Hypothèses De La Méthode Rationnelle :

- Le débit de pointe Q_p est observé à l'exutoire seulement si la durée de l'averse est supérieure au temps de concentration du bassin versant.
- Le débit de pointe a la même période de retour que l'intensité moyenne que le provoque.
- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne sur une durée égale au temps de concentration. [6]

b) Validité De La Méthode Rationnelle :

Cette méthode est utilisée pour des surfaces limitées (généralement inférieures à 10 ha) le résultat est encore plus fiable du fait de la bonne estimation du coefficient de ruissellement, ainsi elle est applicable pour des zones où le temps de concentration ne dépasse pas 30 minutes. Par contre, elle n'est pas susceptible d'être utilisée pour les zones étendues, car les calculs deviendraient fastidieux.

c) Démarche de la méthode rationnelle

Il faut délimiter l'aire générale du bassin afin d'y tracer le schéma d'ossature. Ensuite, il convient d'étudier les subdivisions correspondant aux sous bassins d'apport avec toutes les caractéristiques concernant : Les surfaces, les longueurs, les pentes, les coefficients de ruissellement moyens et pondérés,... etc.

- On procèdera ensuite au calcul proprement dit ; étant entendu que l'essentiel des calculs élémentaires préalables ont été effectués pendant la première étape.

d) Temps de concentration :

Le temps de concentration relatif à un bassin versant est le temps le plus long que met l'eau qui ruisselle pour atteindre l'exutoire. Pour évaluer ce dernier on sait qu'il :

t_1 , t_2 et t_3 tels que :

- $t_1 = \frac{1}{60.v}$: C'est le temps mis par l'eau pour s'écouler dans les conduites. (Min)
- t_2 : Temps mis par l'eau pour atteindre le premier ouvrage d'engouffrement on l'estime compris entre 2 et 20 minutes.
- $t_3 = \frac{L}{11\sqrt{I}}$: Temps de ruissellement sur un parcours ne comportant pas de canalisation.
- Le bassin ne comporte pas de canalisation : $t_c = t_3$.
- Le bassin comporte un parcours superficiel, puis une canalisation: $t_c = t_1 + t_3$.
- Le bassin est urbanisé et comporte une canalisation : $t_c = t_1 + t_2$.

Ou :

- l : Longueur de la conduite (m).
- L : Cheminement hydraulique le plus long.
- V : Vitesse d'écoulement de l'eau des la conduite.(m/s).
- I : Pente moyenne du chemin parcouru par l'eau (m).^[7]

IV.3.2- Méthode superficielle :

L'expression littérale du débit provenant d'un bassin versant urbanisé pour une fréquence « F » donnée a été établie à partir des travaux de **M. Caquot**. Les études les plus récentes, Confirmées par des vérifications expérimentales, ont permis de fixer la valeur numérique des coefficients de cette expression.

La formule superficielle du débit de fréquence de dépassement « F » prend l'aspect suivant :

$$Q(F) = K^{1/u} . I^{v/u} . C^{1/u} . A^{w/u} \dots\dots\dots(IV.5)$$

- $Q(f)$: débi t pluvial en (m3 / s)
- I : pente moyenne du col lecteur du sous bassin considéré (m/m)
- Cr : coeff icient de ruissel lement
- A : sur face du bassin considéré (ha)

Dans laquelle les divers paramètres sont des fonctions de **a (F)** et (ou) de **b (F)** qui sont eux-mêmes.

Les paramètres de la relation :

$$i(t.F) = a(F)tb(F) \dots\dots\dots (IV.6)$$

$$\text{➤} \quad K = \frac{0.5b(F) a(F)}{6,6} \dots\dots\dots (IV.7)$$

$$\text{➤} \quad U = 1+0.287b(F) \dots\dots\dots (IV.8)$$

$$\text{➤} \quad V = -0.41b(F) \dots\dots\dots (IV.9)$$

$$\text{➤} \quad W = 0.95 + 0.507b(F) \dots\dots\dots (IV.10)$$

Remarque :

La formule de Caquot est donnée pour M=2 et pour des valeurs de M≠2 , le débit de pointe donné par la formule doit être corrigé par m.

$$Q (f) \text{ corrigé} = mQ(f)$$

Avec :

- m = coefficient (correcteur) d’influence donnée par l’expression suivante :

$$m = \left(\frac{M}{2} \right)^{\frac{0.84*b(f)}{1+0.287*b(f)}}$$

- M : coefficient d’allongement $M = \frac{L}{\sqrt{A}} \geq 0,8$
- L : longueur du plus long parcourt hydraulique en (m).
- A : sur face du bassin considéré en (m²).

a) Validité de la méthode superficielle

Elle est valable pour les limites d’application suivantes :

- une superficie totale < 200 ha
- la pente doit être comprise entre (0.2 < I < 5) %
- le coefficient de ruissellement (0.2 < Cr < 1)
- le coefficient d’allongement (M > 0.8)

V.4 -Choix de la méthode

Toutefois selon les conditions aux limites de chacune de ces méthodes, nous choisissons la méthode rationnelle pour l'évaluation des débits pluviaux, car est la meilleure adoptée aux critères de notre site d'étude.

V.5. Calcul des débits pluviaux

V.5.1 - Coefficient de correction (Minorateur)

Pour tenir compte de la distribution de la pluie dans l'espace, il y a lieu d'appliquer un coefficient minorateur α déterminé d'après une loi de répartition de pluie :

Pour des bassins longs (rectangle étroit, largeur = 1/2 de la longueur), ce coefficient sera égal à : $\alpha = 1-0.006 (2 / d)^{1/2}$;

➤ Pour des bassins ramassés (carrés ou cercles), $\alpha =,1-0.005 (2 / d)^{1/2}$.

d : Distance du milieu du bassin.

Remarque

Nous supposons que la répartition de la pluie dans les sous bassin ou la surface est inférieur a 15ha est régulière et constante durant la chute de pluie, les valeurs du coefficient réducteur α s'approchent de l'unité, par conséquent sera pris égal à 1, et pour les autres sous bassins on calcule le coefficient

Les débits d'eaux pluviaux sont illustrés dans le tableau N° V.3;

$$Q = \alpha . Cr.i.A$$

Avec :

Q : en (l / s)

A : en (ha)

i =87.80 (l / s / ha)

On prend les eaux parasites = 0.15 l/s.h. (source DRE)

Tableau IV.3: Calcul des débits pluviaux pour chaque sous bassin par la méthode rationnelle

S -B	Surface (ha)	C _r	I	α	Q _{pluv} (l/s)	Q _{parasit} (l/s)	Q _{total} (l/s)	Q _{m³/s}
1	6,83	0,2	87,80	1	17,56	1,0245	18,5845	0,0185845
2	5,46	0,25	87,80	1	21,95	0,819	22,769	0,022769
3	3,32	0,7	87,80	1	61,46	0,498	61,958	0,061958
4	3,9	0,75	87,80	1	65,85	0,585	66,435	0,066435
5	2,9	0,75	87,80	1	65,85	0,435	66,285	0,066285

6	4,95	0,25	87,80	1	21,95	0,7425	22,6925	0,0226925
7	5,46	0,6	87,80	1	52,68	0,819	53,499	0,053499
8	2,4	0,6	87,80	1	52,68	0,36	53,04	0,05304
9	10	0,62	87,80	1	54,436	1,5	55,936	0,055936
10	6,47	0,55	87,80	1	48,29	0,9705	49,2605	0,0492605
11	4	0,3	87,80	1	26,34	0,6	26,94	0,02694
12	1,34	0,5	87,80	1	43,9	0,201	44,101	0,044101
13	2,2	0,25	87,80	1	21,95	0,33	22,28	0,02228
14	5,36	0,5	87,80	1	43,9	0,804	44,704	0,044704
15	4,02	0,5	87,80	1	43,9	0,603	44,503	0,044503
16	3,5	0,35	87,80	1	30,73	0,525	31,255	0,031255
17	7,72	0,65	87,80	1	57,07	1,158	58,228	0,058228
18	5,45	0,55	87,80	1	48,29	0,8175	49,1075	0,0491075
19	8,01	0,7	87,80	1	61,46	1,2015	62,6615	0,0626615
20	4,5	0,8	87,80	1	70,24	0,675	70,915	0,070915
21	8,48	0,8	87,80	1	70,24	1,272	71,512	0,071512
22	2	0,05	87,80	1	4,39	0,3	4,69	0,00469

V.5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons calculé les différents débits pour connaître la quantification des débits à évacuer pour chaque surface élémentaire.

Ces débits incluent les débits d'eaux usées et d'eaux pluviales. Nous avons conclu notre travail par une évaluation des débits afin de pouvoir procéder au calcul hydraulique du réseau d'évacuation.

Calcul Hydraulique

Chapitre V

V.1-Introduction

Une fois que la totalité des débits est déterminée, on passe au dimensionnement proprement dit des ouvrages principaux tout en respectant certaines normes d'écoulement

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

- L'évacuation rapide des matières fécales hors d'habitation.
- 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

V. 2 -Conception du réseau d'assainissement

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

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

V. 3 – Dimensionnement du réseau d'assainissement

V.3.1 -Conditions d'écoulement et de dimensionnement

L'écoulement en assainissement doit être gravitaire dans la mesure du possible, donc tributaire de la topographie du terrain naturel, en plus cet écoulement doit avoir une vitesse qui permet l'auto curage, et ne détériore pas les conduites.

La vitesse d'auto curage : comme les eaux usées sont des eaux chargées, qui contiennent du sable, facilement a décanté. Pour empêcher ce phénomène il faut avoir une vitesse d'écoulement qui satisfait les conditions suivantes :

- une vitesse minimale de 0.6m /s pour le (1/10) du débit de pleine section.
- une vitesse de 0.3m / s pour le (1/100) de ce même débit.



- 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 conduisons à poser des limites supérieures aux pentes admissibles.

Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de 5 m / s. [8]

V.3.2 – Formules d'écoulement

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

a-Formule de CHEZY

$$V = C\sqrt{R_h \cdot I} \dots\dots\dots (V-1)$$

Où :

I : Pente du collecteur (m/m).

R_h : Rayon hydraulique (m).

C: Coefficient de Chézy, qui dépend des paramètres hydrauliques et géométriques de l'écoulement.

Le coefficient « **C** » est donné à son tour par la formule de BAZIN :

$$C = \frac{87}{1 + \frac{\delta}{\sqrt{R_h}}} \dots\dots\dots (V-2)$$

δ : Coefficient de Bazin qui varie suivant les matériaux employés et la nature des eaux transportées. Dans laquelle :

δ = 0.06 pour les collecteurs d'eaux pluviales.

δ = 0.16 pour les collecteurs d'eaux usées.

b-Formule de Manning-Strickler

$$V = K_s R_h^{2/3} \sqrt{I} \dots\dots\dots (V-3)$$

K_s: Coefficient de rugosité dépend de la nature des parois.

Dans notre cas **K_s(pvc)=120**

Mode de calcul

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

- 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 perdue égale à la différence des côtes du plan d'eau en amont et en aval.

$$I_r = \frac{C_{am} - C_{av}}{L} \dots\dots\dots (V-4)$$

- 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.

A partir de l'abaque N°1 (en annexe) valable pour le réseau pluvial en système unitaire ou séparatif, et pour les valeurs données des pentes, des débits, on déduit des diamètres normalisés, le débit Q_{ps} et la vitesse V_{ps} de la conduite remplie entièrement.

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

$$Q = V.S \dots\dots\dots (V-5)$$

Avec :

Q : Débit véhiculé par le collecteur (m³/s).

V : Vitesse moyenne d'écoulement dans le collecteur qui est le rapport entre le débit volumique (m³/s) et la section mouillée (m/s).

S : Section mouillée transversale de la conduite occupée par l'eau (m²).

Les relations (V.3) et (V.5) serviront de base pour le dimensionnement de notre réseau, qui après combinaison, aboutissent à la relation suivante donnant le débit :

$$Q = K_s . S . R^{\frac{2}{3}} . \sqrt{I} \dots\dots\dots (V-6)$$

La relation (V.6) permet de déduire le diamètre d'un collecteur appelé à véhiculer le débit total dans les hypothèses suscitées :

$$D_{cal} = \left(\frac{3,2036 * Q_t}{K_s * \sqrt{I}} \right)^{\frac{3}{8}} \dots\dots\dots (V-7)$$

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

$$Q_{ps} = V_{ps} * \frac{\pi * (D_{nor})^2}{4} \dots\dots\dots (V-8)$$

D'après la méthode des régressions polynomiales et à partir des valeurs fournies par l'annexe (voir abaque N°2) nous avons établi les relations entre R_q et R_v , ainsi entre R_q et R_h . Les relations sont les suivantes :

- $R_h = -11,423 \cdot R_q^6 + 40,641 \cdot R_q^5 - 55,497 \cdot R_q^4 + 37,115 \cdot R_q^3 - 12,857 \cdot R_q^2 + 2,8373 \cdot R_q + 0,0359$
- $R_v = -25,63 \cdot R_q^6 + 93,647 \cdot R_q^5 - 134,25 \cdot R_q^4 + 95,24 \cdot R_q^3 - 35,151 \cdot R_q^2 + 7,0395 \cdot R_q + 0,2263$

Tel que : $R_q = Q_t / Q_{ps}$

$$R_{q, \min} = Q_{eu} / Q_{ps}$$

La vitesse moyenne et la hauteur de remplissage dans la conduite sont calculées à partir des relations suivantes :

- Rapport des débits : $R_q = Q_t / Q_{ps}$
- Rapport des vitesses : $R_v = V / V_{ps}$
- Rapport des hauteurs : $R_h = H / D_{nor}$

Pour la vérification de la vitesse d'auto curage on a deux conditions à vérifier:

Condition 1: Vitesse d'écoulement ($V > 1.00 \text{ m / s}$)

Condition 2:

- * $V_{\min} > 0.60 \text{ m / s}$ **pour** $(Q_{ps} / 10) \approx Q_{\min}$
- * $V_{\min} > 0.30 \text{ m / s}$ **pour** $(Q_{ps} / 100) \approx Q_{\min}$

V.4- Principe de tracé des collecteurs

Les collecteurs doivent être placés dans les rues prévues par le plan d'urbanisation ; les contre-inclinaisons sont à éviter dans la mesure du possible.

Les égouts collecteurs principaux et secondaires doivent être placés dans les grandes rues larges aussi rectilignes que possible ; les rues à circulation peu intense sont à préférer.

Lors du choix de la profondeur à laquelle se fait la pose des canalisations d'eau usée ; on doit tenir compte :

- Des profondeurs des caves avoisinantes ; si les caves sont anormalement profondes, les maisons doivent être reliées à l'aide des pompes aux collecteurs.

En général, les épaisseurs de terre au dessus des canalisations ne doivent pas dépasser 2 à 2.5m sauf cas particulier ;

- la résistance au gel des canalisations : L'épaisseur de terre nécessaire et minimale pour empêcher la congélation du contenu des canalisations dépend du climat local (1.2 à 1.6m).
- Dans le cas où la nappe est proche de la surface du sol ; le tracé choisi doit l'éviter dans toute la mesure du possible pour limiter le problème de pose de canalisation, sinon, il faut analyser les eaux afin de choisir le matériau de la canalisation ; il faut veiller à l'étanchéité des canalisations et des joints afin d'éviter de drainer la nappe.

Remarques :

- Les résultats de la variante choisie sont illustrés dans les tableaux (voir annexe II).
- Le nouveau réseau va être raccorder avec le réseau existant de la ville ; on a comme données : le diamètre du collecteur existant **D(PVC)=600 mm** et la pente **I=0.045631 m/m**

Vérification de la capacité du réseau existant :

Le débit à pleine section du collecteur existant :

$$Q_{ps} = \frac{K_S * \sqrt{I} * (D_{existent})^{8/3}}{3.2036}$$

Application numérique : **Q_{ps}=2.98 m³/s**

Le débit à pleine section du notre réseau (sortant de notre agglomération) :

$$Q_{ps}=2.24m^3/s$$

Vérification : 2.98-2.24= **0.74 m³/s**

$$Q_t = 0.65 m^3/s$$

Résultat : Donc le réseau existant a la capacité de recevoir le débit du nouveau réseau

V.5-Conclusion

D'après les tableaux du calcul hydraulique que l'on a fait précédemment, et qui visent essentiellement la détermination des diamètres des collecteurs toutes en vérifiant les vitesses d'auto curage.

Etant donné que dans la plupart des cas la condition d'auto curage est satisfaisante ($V > 0.3m/s$), ainsi avec des vitesses acceptables dans l'ensemble des tronçons ($V < 5m/s$), donc on ne prévoit pas la mise en place des chasses automatiques. Il suffit d'utiliser périodiquement des engins de curage mobile.

Eléments Constitutifs du Réseau D'égout et ouvrages annexes

VI.1 Introduction

Un réseau d'Assainissement a pour objet de collecter les eaux usées et pluviales, et pour objectif, la protection du milieu naturel.

Il constitue un équipement public essentiel. Il doit être parfaitement étanche, même en cas de mouvement de terrain. Il assure l'écoulement rapide des eaux usées ou des eaux pluviales, et doit avoir un degré très élevé de durabilité.

Les ouvrages d'Assainissement comprennent des éléments constitutifs du réseau d'égout et des ouvrages annexes :

VI.2.Éléments constitutif du réseau d'égout

Les Eléments constitutif du réseau d'égout se présentent sous la forme :

- Des conduites circulaires avec un diamètre normalisé, pouvant être visitables ou non.
- Des conduites ovoïdes visitables, préfabriqués sur chantier et normalisés également

Dans notre cas ; les ouvrages principaux se composent deux collecteurs principaux de diamètre allant de **300mm à 600mm** et des collecteurs secondaires de diamètre variant de **300mm à 500mm**.

VI.2.1.Canalisations

Elles se présentent sous plusieurs formes cylindriques préfabriquées en usine. Elles sont désignées par leurs diamètres intérieurs, dites diamètres nominaux exprimés en millimètre, ou ovoïdes préfabriqués désignés par leur hauteur exprimée en centimètre et, des ouvrages visitables.^[8]

Dans notre projet nous adoptons pour les canalisations de forme circulaire.

Il existe plusieurs types de conduites qui diffèrent suivant le type de matériaux qui les constituent et suivant leur destination.

➤ Conduites circulaires^[9]

Conduites en béton non armé

Les tuyaux en béton non armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation,...etc.).

La longueur utile ne doit pas dépasser **2.5m**.

Les tuyaux non armés ont une rupture brutale ; mais à moins que la hauteur de recouvrement soit insuffisante, elle survient aux premiers âges de la canalisation.

Il est déconseillé d'utiliser les tuyaux non armés pour des canalisations visitables.

L'essai à l'étanchéité est effectué sous une pression de 1 bar pendant **30** minutes. Les principaux joints sont du type emboîtement à gorge pour joint élastomère.

Conduites en béton armé

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement par un procédé assurant une compacité élevée du béton (centrifugation, compression radiale, vibration, ... etc.).

Pour pouvoir être dit « armé », un tuyau doit comporter deux séries d'armatures :

- Des barres droites appelées « génératrice » ;
- Des spires en hélice continues, d'un pas régulier maximal de **15cm**.

Ces tuyaux doivent satisfaire aux essais de résistance à la rupture et aux essais d'étanchéité (sous une pression de 1 bar pendant 30 minutes).

A titre indicatif ; il est possible de se procurer les tuyaux dont les caractéristiques figurent dans tableau suivant :

Tableau VI.1 : Epaisseurs minimales des parois des tuyaux en béton armé en fonction du diamètre :

Diamètre nominal (mm)	Epaisseur minimale(mm)	Diamètre nominal (mm)	Epaisseur minimale (mm)
800	De 66 à 116	1600	De 130 à 158
1000	De 66 à 116	1800	De 133 à 177
1200	De 71 à 121	2000	De 141 à 194
1400	De 119 à 146	-	-

Conduites en amiante – ciment

Les tuyaux et pièces de raccord en amiante - ciment se composent d'un mélange de ciment Portland et d'amiante en fibre fait en présence d'eau.

Ce genre se fabrique en deux types selon le mode d'assemblage ; à emboîtement ou sans emboîtement avec deux bouts lisses. Les diamètres varient de 60 à 500 mm pour des longueurs variant de 4 à 5 m Les joints sont exclusivement du type préformé.

Conduite en fonte

Des conduites sont rarement utiliser en assainissement sauf pour des cas spéciaux tels que :

- Traversée d'un bassin hydro – minéral ;
- Les cas de refoulement ;
- Traversée des oueds par conduite siphon ;
- Pour évacuer les eaux usées industrielles ;

Conduites en grès

Le grès servant à la fabrication des tuyaux est obtenu à parties égales d'argile et de sable argileux cuits entre 1200°C à 1300°C . Le matériau obtenu est très imperméable. Il est inattaquable aux agents chimiques, sauf l'acide fluorhydrique. L'utilisation de ce genre est recommandée dans les zones industrielles. La longueur minimale est de 1 m, et les parois intérieurs très lisses permettant une très faible perte de charge.

Conduite en P.V.C

Le PVC fait partie de la famille des thermoplastiques, c'est une résine Synthétique résultant de la polymérisation du chlorure de vinyle monomère ; celui-ci étant obtenu par synthèse à partir du chlorure d'hydrogène.

Le PVC rigide non plastifié, utilisé en Assainissement, est opaque et de couleur normalisée gris clair. Il offre une exceptionnelle résistance à l'agression d'ordre chimique, de ce fait, offrir un intérêt dans les installations internes industrielles.

Si les tuyaux ne sont pas destinés à être assemblés par manchons à doubles bagues d'étanchéité ; il comporte à l'une de leurs extrémités une emboîture façonnée en usine ; munie d'un dispositif pour loger ou retenir une bague en élastomère.

Les joints collés ne peuvent être admis que pour les tuyaux de faible diamètre ; c'est-à-dire pour les branchements.

Les tuyaux en PVC non plastifiés sont sensibles à l'effet de température

➤ les conduites Ovoïdes

Ce sont des conduites de forme parabolique évasée, fermées à leur partie supérieure.

Jusqu'à ces dernières années, lorsque les calculs montrent qu'un tuyau de plus de 0.6m de diamètre était nécessaire, il est préférable d'utiliser des tuyaux ovoïdes préfabriqués.

La longueur utile minimale est fixée à 1m, la tolérance de $\pm 1\%$; les dimensions intérieures ne doivent pas être inférieures aux dimensions nominales de plus de 3mm.

Généralement les conduites ovoïdes remplacent le profil circulaire quand celui-ci dépasse 800mm de diamètre (problème d'auto curage).

Peuvent être présentés soit en béton armé ou en béton non armé.

VI.2.2. Choix du type de matériaux à utiliser

Dans notre mémoire nous optons pour des conduites en PVC car il réunit un ensemble de propriétés , parmi lesquelles on peut distinguer :

- légèreté, facilité de mis en œuvre
- repère d'emboîtement sur bout mâle
- Capacité hydraulique maximale
- La solidité
- Fiabilité et étanchéité des réseaux
- Longévité du réseau
- La résistance à la corrosion
- Durabilité

VI.2.3- Les 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
- Des canalisations de branchement qui sont de préférence raccordées suivant une oblique inclinée à 45° ou 60° par rapport à l'axe général du réseau public.
- Les dispositifs de raccordement de la canalisation de branchement sont liés à la nature et aux dimensions du réseau public.

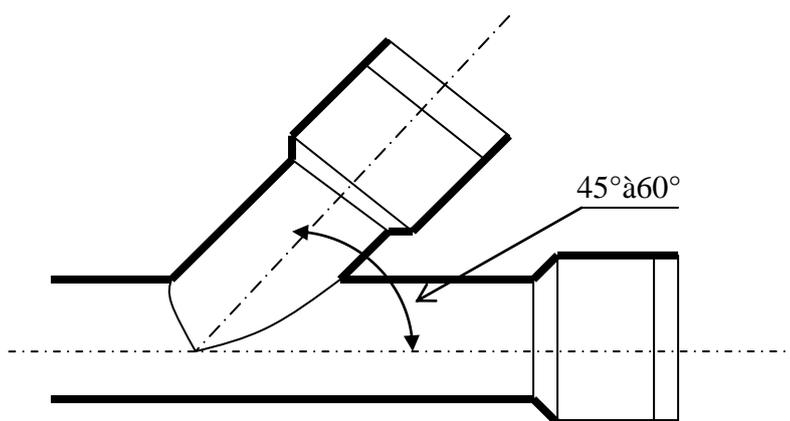


Figure VI.1 Exemple d'un branchement simple

VI.1.4- Ouvrages des surfaces

Ce type d'ouvrages est destiné à recueillir des eaux pluviales. On distingue :

- **Les fossés**

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

- **Les caniveaux ou rigoles**

Les caniveaux sont destinés à recueillir des eaux pluviales ruisselant sur le profil transversal de la chaussée et des trottoirs et au transport de ces eaux jusqu'aux bouches d'égout.

- **Les bouches d'égout**

Les bouches d'égout sont destinées à collecter les eaux en surface (Pluviale et de lavage des chaussées) Elles sont généralement disposées au point bas des caniveaux, soit sur 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 des eaux et la manière dont les déchets sont retenus.

- **Les bouches d'égouts à section circulaire de 0,5m de diamètre avec ou sans décantation**

Ce type de bouche d'égout peut s'adapter surtout si le réseau risque de ne pas faire l'objet d'un entretien permanent.

Selon le type de recueil des eaux, on distingue cinq types de bouche d'égout.

- **Les bouches d'égout avec grille et couronnement métallique**

Ces bouches peuvent être sélectives ou non. Lorsqu'il est prévu une décantation, l'entrée des eaux dans le réseau s'effectue soit au moyen d'un siphon, soit directement par sur verse au-dessus du seuil du puisard de décantation.

- **Les bouches d'égout avec bavette en pierre ou en béton et couronnement métallique**

Elles peuvent être sélectives ou non, avec ou sans décantation siphonide ou non. Dans ce dernier cas l'entonnoir est prolongé par une jupe dont la base doit plonger au moins à 0,05 m au-dessous du niveau permanent du puisard de décantation.

- **Les bouches d'égout avec bavette et couronnement en pierres ou en béton**

Ce type est une variante applicable aux deux types précédents.

- **Les bouches d'égout avec avaloir métallique**

Elles sont comme les précédentes, la seule particularité repose dans le fait que le dispositif métallique supérieur s'emboîte directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

- **La bouche d'égout à grille seule**

Les bouches d'égouts à grille seule s'emboîtent directement sur l'arase supérieure de la cheminée.

VI.1.5 - les regards

a) Généralité

Les regards sont en fait des fenêtres par les quelles le personnel d'entretien pénètre pour assurer le service et la surveillance du réseau. Ce type de regard varie en fonction de l'encombrement et de la pente du terrain ainsi que du système d'évacuation, et on distingue :

- **Les regards simples** : Destinés pour raccordement des collecteurs de mêmes diamètres ou de diamètres différents ;
- **Les regards latéraux** : Utilisés en cas d'encombrement du V.R.D ou collecteurs de diamètre important .
- **Les regards de chute** : En cas de forte pente.
 - La distance entre deux regards est variable :
 - 35 à 50m en terrain accidenté ;
 - 50 à 80m 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 de pente ;
 - A chaque changement de diamètre.

b) Types des regards

On distingue différents types qui sont :

b-1) Regard de visite

Ces regards sont destinés à l'entretien courant et le curage régulier des canalisations tout en assurant une bonne ventilation de ces dernières, l'intervalle d'espacement est de **35 à 80m**.

Les dimensions minimales de ces regards sont les suivantes :

- Profondeur inférieure à **1.5m** ; diamètre **80cm** ;
- Profondeur supérieure à **1.5m** ; diamètre **1.00m** avec échelon d'accès
- L'épaisseur des parois est de **8cm** en béton préfabriqué en usine, **12cm** en béton coulé sur place avec un enduit étanche de **2cm**.

b-2) Regard de ventilation

La présence d'air dans les égouts est la meilleure garantie contre la fermentation et la production du sulfure d'hydrogène gazeux ; la ventilation s'opère par :

- Les tampons des regards munis d'orifices appropriés ;
- Les tuyaux de chute qui doivent être prolongés jusqu'à l'air libre ;
- Les cheminées placées sur l'axe de la canalisation.

b-3) Regard de jonction

Ils servent à unir deux collecteurs de même ou de différentes sections ; ils sont construits de telle manière à avoir :

- Une bonne aération des collecteurs en jonction (regard) ;
 - Les dénivelées entre les radiers des collecteurs ;
 - Une absence de reflux d'eau par temps sec ;
 - Les niveaux d'eau des conduites doivent être à la même hauteur.
- Pour notre agglomération, les regards de jonction sont indispensables, ce sont les plus rependus, car le terrain est accidenté, ainsi les pistes existantes suivent plusieurs directions, d'où l'utilité de projeter des regards de jonction.

b-4) Regard de chute

C'est l'ouvrage le plus répandu en Assainissement, il permet d'obtenir une dissipation d'énergie en partie localisée, il est très utilisé dans le cas où le terrain d'une agglomération est trop accidenté. Ils sont généralement utilisés pour deux différents types de chutes :

-Dimensionnement des regards de chute

Le flux d'eau sortant d'un collecteur prend la forme d'un projectile, donc régie par les deux lois suivantes :

$$x = Vt \dots\dots\dots(VI.1)$$

$$y = \frac{1}{2} gt^2 \dots\dots\dots(VI.2)$$

Ou : x : La longueur du regard (m).

y : La différence de niveau entre les deux collecteurs (m) à partir de la cote du radier.

V : Vitesse d'écoulement dans la conduite. (m/s).

Des deux équations on aura : $x = \sqrt{\frac{2y}{g} \cdot V}$ (m).....(VI.3)

Remarque : Le terrain de notre agglomération n'étant pas trop accidenté donc on n'a pas prévu ce type d'ouvrage.

VI.3 - Les ouvrages annexes

VI.2.1- Les déversoirs d'orage

En hydraulique urbaine, un déversoir est un dispositif dont la fonction réelle est d'évacuer par les voies les plus directes, les pointes exceptionnelles des débits d'orage vers le milieu récepteur. Par conséquent, un déversoir est un ouvrage destiné à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eaux pluviales de manière à réagir sur l'économie d'un projet en réduction du réseau aval.

Les déversoirs sont appelés à jouer un rôle essentiel notamment dans la conception des réseaux en système unitaire.

Nous citons différents déversoirs d'orage selon les caractéristiques de la zone d'étude :

a) Déversoir à seuil frontal

Le déversement s'effectue en face du collecteur d'amenée ou dans un changement de direction. Dans cette disposition, le seuil ne doit pas être élevé pour ne pas trop réduire la section d'écoulement.

b) Déversoir à seuil latéral

Le déversoir classique à seuil latéral à seuil haut ou bas.

Il présente l'intérêt majeur de permettre la conception de seuil long sans occuper beaucoup de place.

On notera, à ce propos, que la longueur de crête déversant d'un déversoir latéral, calculée selon la formule d'Engels, est de 3 à 4 fois plus importante que celle d'un déversoir frontal.

- S'il s'agit d'un seuil latéral bas (le rapport entre le diamètre du collecteur d'entrée et la hauteur du seuil étant important), il n'est pas possible de mettre en place un orifice calibré réglable, tout au plus un masque sur la partie du collecteur de sortie ;

- Au contraire, s'il s'agit d'un seuil latéral haut (le rapport entre la hauteur du seuil et le diamètre du collecteur de sortie étant supérieur ou égal à 2), il est obligatoire de mettre en place une vanne réglable pour ajuster le calibrage du débit conservé.

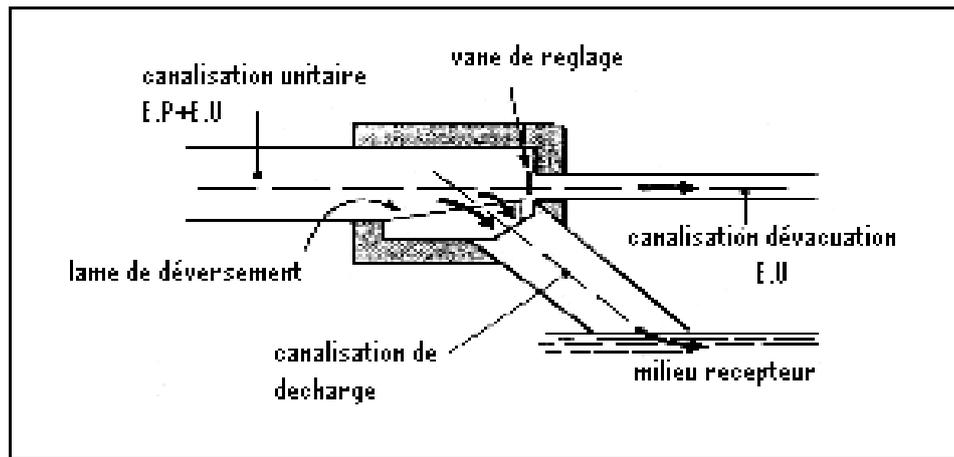


Figure VI.2 - Déversoir classique à seuil latéral

c) Déversoir à double seuil latéral

Pour éviter d'avoir des dimensions trop importantes ($b > 6\text{m}$) ; on opte pour un déversoir à double seuil déversant.

d) Déversoir avec ouverture de radier

Ce type de déversoir est rencontré dans les terrains très accidentés et donc préconisé pour un écoulement torrentiel.

e) Déversoir siphonide

Le déversoir siphonide a un rôle multiple. On peut en effet, par le procédé de déversement retardé, utiliser le collecteur comme bassin tampon.

Le fonctionnement peut être statique à un niveau maximal de mise en charge d'accumulation dans le réseau et, après avoir laisser passer le premier flot fortement pollué pour épuration, le siphonide s'amorce et produit le déversement accéléré.

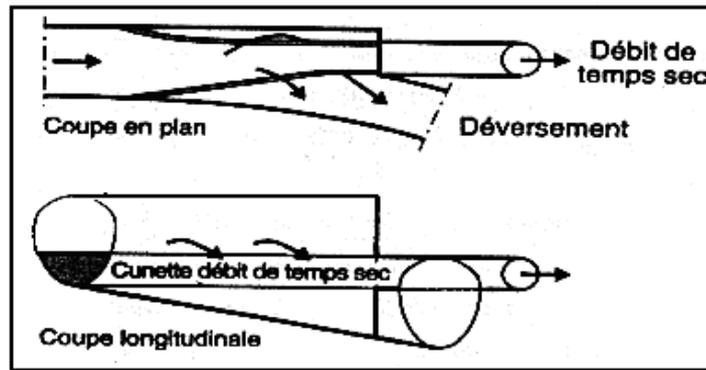


Figure VI.3 -Déversoir latéral à double seuil

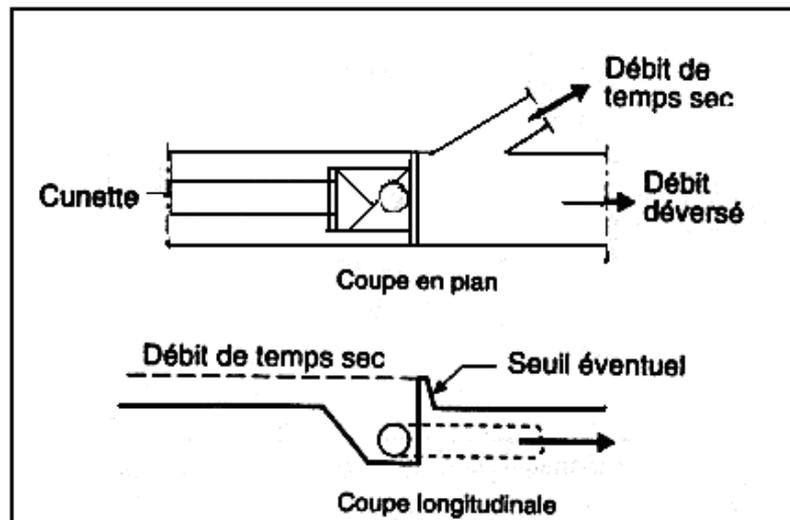


Figure VI.4 - Déversoir avec ouverture de radier

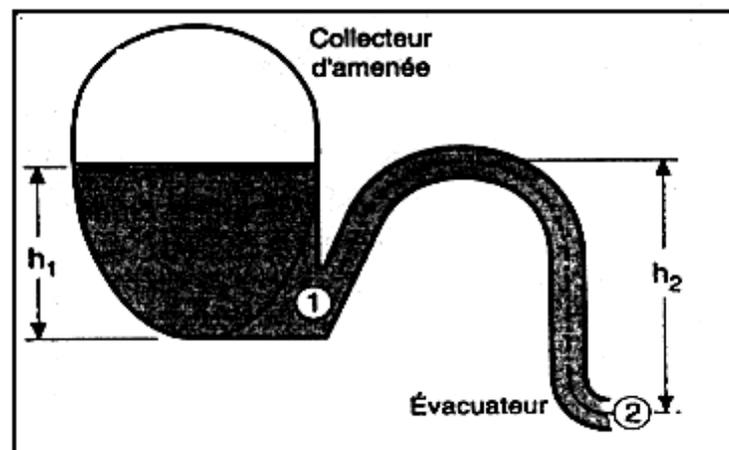


Figure VI.5 - Principe du déversement siphonide

- Emplacement des déversoirs d'orage ^[7]

Avant l'emplacement des déversoirs d'orage 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.
- Les valeurs du débit compatibles avec la valeur de dilution et avec l'économie générale du projet, c'est à dire rechercher le facteur de probabilité de déversement de façon à limiter la fréquence des lâcheurs d'effluents dans le milieu récepteur.
- La capacité et les surfaces des ouvrages de la station d'épuration pour éviter les surcharges et le mauvais fonctionnement.
- Le régime d'écoulement de niveau d'eau dans la canalisation amont et aval
- Topographie du site et variations des pentes.

VI.2.2-Bassins de dessablement

Ce sont des ouvrages qui doivent être placés à l'aval des collecteurs secondaires pour ne pas laisser les sables déboucher dans les collecteurs principaux, pour ne pas éroder les parois et pour éviter les fermentations des éléments végétaux.

A)- Dessableurs

Les dessableurs sont des ouvrages qui permettent d'éliminer les matières facilement décantables qui sont véhiculées par les eaux usées et pluviales(le plus souvent du sable).

Il pourra néanmoins être nécessaire de les placer sur le réseau d'assainissement pour la protection des ouvrages contre :

- Le frottement au niveau des collecteurs et pompes.
- Les pertes en volume utilisables dues aux dépôts qui se forment rapidement.

B)-Les différents types de dessableurs

Les dessableurs sont toujours placés à l'aval des grilles et à l'amont des décanteurs primaires dans les stations d'épuration , au niveau du siphon à point bas ; et à l'amont des déversoirs d'orage.

B)-1-Dessableur couloir

C'est un canal avec une partie élargie. L'entrée doit être construite de telle façon que la vitesse soit réduite avec une répartition de vitesse au niveau de cette

partie élargie aussi régulière que possible où une vitesse de 0.3 m/s puisse être maintenue.

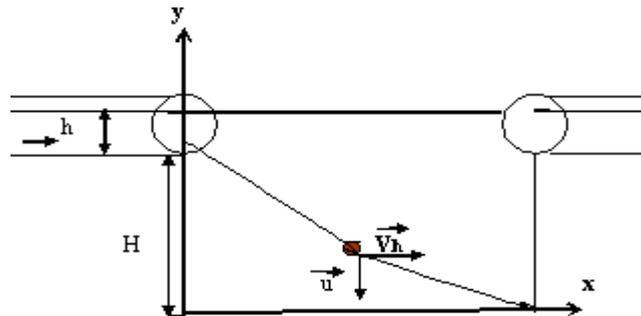


Figure VI.06-schéma d'un dessableur couloir

C)-Choix technique de l'ouvrage projeté et son dimensionnement

-Donner une forme optimale compte tenu des contraintes de place (rectangulaire simple, plusieurs éléments disposés en parallèle ou en série).

-Prévoir les équipements nécessaires au fonctionnement de l'insufflation d'air ou broyage mécanique pour éviter les dépôts des matières organiques à plus faible débit.

-Considérer les conditions d'exploitation : fréquence de dépotage.

Quelques vitesses de sédimentation en fonction des diamètres des particules à une température de 15° de l'eau sont représentées dans le tableau VI.3

Tableau VI-3 :Vitesse de sédimentation en fonction des diamètres des particules

d (mm)	u(cm/s)
1,5	29
1	23
0,8	17
0,5	14
0,4	10
0,2	7
0,1	3
0,05	1
0,03	0,2

d) Dimensionnement d'un bassin de dessablement

A l'entrée du bassin, nous avons :

$$y = u.t \dots\dots\dots (VI-5)$$

$$x = v.t = \frac{v}{u}.t \dots\dots\dots (VI-6)$$

u : représente la composante de la vitesse de chute d'une particule

v : vitesse de l'eau à l'entrée du bassin

Le calcul de la largeur nécessite, la connaissance de la vitesse de sédimentation (*u*) des particules supposées sphériques.

$$u = \left[\frac{4}{3} g \frac{d(\rho_d - \rho_c)}{c\rho_c} \right]^{0.5} \dots\dots\dots (VI-7)$$

d ; diamètre de la particule

ρ_d : Masse volumique de la particule

ρ_c : Masse volumique du fluide

c : coefficient de frottement

-Si $Re = (v \cdot d) / \nu < 1 \Rightarrow c = 24/Re \dots\dots\dots (VI-8)$

-Si $0.5 < Re < 200 \Rightarrow c = \frac{24}{Re} + \frac{3}{Re} + 0.034 \dots\dots\dots (VI-9)$

-Le temps de chute théorique dans un bassin de hauteur *h* $t = h/u$

-La longueur minimale du bassin : $L = v t = h v/u$

VI.3. Conclusion

Pour une exploitation rationnelle de notre réseau d'assainissement, il est nécessaire de faire un bon choix des conduites qui le constituent.

Ainsi dans notre cas et après avoir exposé les divers types de conduites, on a opté pour des conduites circulaires en PVC De l'autre part pour faciliter les opérations de curage et assurer une meilleure sécurité à notre réseau. On a procédé à l'implantation et au dimensionnement des divers éléments constitutifs du réseau d'égouts.

Organisation de Chantier

Chapitre VII

VII. Introduction

La réalisation d'un système d'assainissement est régie par les lois auxquelles sont soumis tous chantiers se trouvant dans la nature, en milieu urbain soient ils ou en milieu rural. Pour une réalisation optimale il faut suivre les règles de l'organisation du chantier en général.

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 **80cm** au départ portée à **1m** dans le cas des diamètres supérieurs à **400mm**

VII.2 -Emplacement des canalisations ^[8]

Dans les rues de moins de 15m de largeur, les conduites sont placées en général dans l'axe de la chaussée. Dans les rues plus larges, la pose d'un égout sous chaque trottoir s'impose.

L'existence d'autres réseaux (eaux, gaz, chauffage, etc...) pose des problèmes que l'on peut résoudre d'une façon satisfaisante que par la mise en place d'une coordination spatiale de tous les intervenants , de tous les équipements , d'infrastructure.

L'assainissement est le plus contraignant en raison de la grande dimension des ouvrages et des difficultés liées à la pente.

VII.3 - Exécution des travaux

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

- Vérification, manutention des conduites.
- Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de végétation.
- Implantation des axes de la canalisation sur terrain.

- Emplacement des jalons des piquets.
- Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- Aménagement du lit de pose.
- La mise en place des canalisations en tranchée.
- Assemblage des tuyaux.
- Essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- Construction des regards.
- Remblai des tranchées.

Avant toute ouverture de chantier sur le domaine public, l'entrepreneur devra prendre connaissance des prescriptions imposées par les services techniques responsables, notamment dans la permission de voirie délivrée par la commune lorsque les travaux intéressants.

VII.4- Décapage de la couche de terre végétale

L'opération se fait par un doser, le volume (V) de terre décapé est :

$$V = bHL \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{(VII.1)}$$

Avec :

b: longueur de la couche végétale (m)

H : hauteur de la couche végétale (H = 0.1m)

L : longueur totale des tranchées (m)

VII.5- Emplacement des jalons des piquets (piquetage)

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

VII.6- Exécution des tranchées et les regards

La largeur de la tranchée dépend essentiellement des dimensions extérieures et du type d'emboîtement des tuyaux, de la fondation, de l'espace minimum nécessaire entre la canalisation et la paroi de la tranchée pour réaliser une pose correcte et un remblayage latéral de compacité adéquate, de la profondeur de pose de la place disponible pour l'exécution des fouilles, de la nature des terrains rencontrés, notamment si les terrassements ne sont pas réalisés à l'abri d'un blindage. Economiquement, il n'est pas intéressant d'établir des



tranchées trop larges, vu le coût des terrassements ; on s'oriente donc vers l'exécution de fouilles de largeurs minimales.

L'exécution des fouilles pour les regards et les tranchées est réalisée par une pelle mécanique équipée en rétro de l'aval vers l'amont du réseau.

Les aptitudes de la pelle 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

Remarque

Un choix dimensionnel approprié du tube PVC peut autoriser des profondeurs de pose allant jusqu'à 6 m.

a) 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.

$$h = C_t - C_d \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VII.2)}$$

Avec :

- h : profondeur du regard (m) ;
- C_t : cote tampon (m) ;
- C_d : cote de départ de la conduite (m) ;

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

$$h = C_t - C_d + 0.2 \text{ (m)}$$

La pente entre les regards est :

$$P = \frac{Cd^{ram} - Ca^{rav}}{d} \dots\dots\dots \text{(VII.3)}$$

Avec :

- P : pente entre deux regards consécutifs (m/m)
- Cd^{ram} : cote de départ du regard amont (m)
- Ca^{rav} : cote d'arrivée du regard aval (m)
- D : distance entre deux regards (m)



b) Volume des déblais des regards

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

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 (H) est :

$$H = h + e_r + 0.1 \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VII.4)}$$

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 (V) pour chaque regard sera donc :

$$V = a^2 H \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{(VII.5)}$$

Avec :

a : cote du regard (m) ;

H : profondeur d'excavation du regard (m) ;

VII.7- Aménagement du lit de sable

Les conduites seront posées sur un lit de pose de sable d'épaisseur égale au moins à 10 cm. Ce dernier sera bien nivelé suivant les côtes du profil en long.

Le lit de pose doit être constitué de sable contenant au moins 12% de particules inférieures à 0,1mm

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

VII.7.1- 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 :

$$H = e + D + h \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VII.6)}$$



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)

VII.7.2 - 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 **2m**.
- trapézoïdal si la profondeur de la tranchée est supérieure ou égale à **2m**.

Ce choix à été fait en se basant sur le tableau suivant, qui donne le Coefficient du talus en fonction du terrain.

Tableau VII.1 : détermination du coefficient des talus (m).

	Profondeur de la tranchée (Htr)		
	1,5m ≤ Htr	1,5m < Htr ≤ 3m	3m < Htr ≤ 6m
Sable Gravier	0,50	1,00	1,00
Limon Sableux	0,25	0,67	0,85
Limon Argileux	0,00	0,50	0,75

La largeur de la tranchée est donnée par la formule suivante :

$$B = D + 2a \text{ (m)} \dots\dots\dots \text{(VII.7)}$$

Avec :

B : Largeur du tranché (m) ;

a : La distance entre la conduite et le talus du tranché **a = 0.3m** ;

D : diamètre de la conduite (m) ;

VII.7.3 - Volume des déblais des tranchées

- Forme rectangulaire :

$$V = B \cdot H \cdot L \text{ (m}^3\text{)} \dots\dots\dots \text{(VII.8)}$$

Avec :

V : Volume de déblais de la tranchée (m³) ;

L : longueur total de la tranchée (m) ;

H : hauteur de la tranchée (m) ;

B : la largeur de tranchée (m) ;

- forme trapézoïdale :

$$V = S \cdot L \quad (\text{m}^3) \dots\dots\dots (\text{VII.9})$$

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

VII.8 -Pose des canalisations en tranchées

La mise en place des conduites répond aux opérations suivantes :

- Les éléments sont posés à partir de l'aval et l'emboîture des tuyaux est dirigée vers l'amont ;
- Chaque élément doit être posé avec précaution dans la tranchée et présenté dans l'axe de l'élément précédemment posé ;
- Les tuyaux sont posés avec une pente régulière entre deux regards ;
- Avant la mise en place, il faut nettoyer le lit des tranchées ;
- Le calage soit définitif par remblai partiel, soit provisoire à l'aide des cales ;
- A chaque arrêt de travail, les extrémités des tuyaux non visitables sont provisoirement obturées pour éviter l'introduction des corps.

VII.8.1- Mise en place des conduites

La mise en place des conduites (gros diamètre) se fait par des engins appropriés « pipelayers».

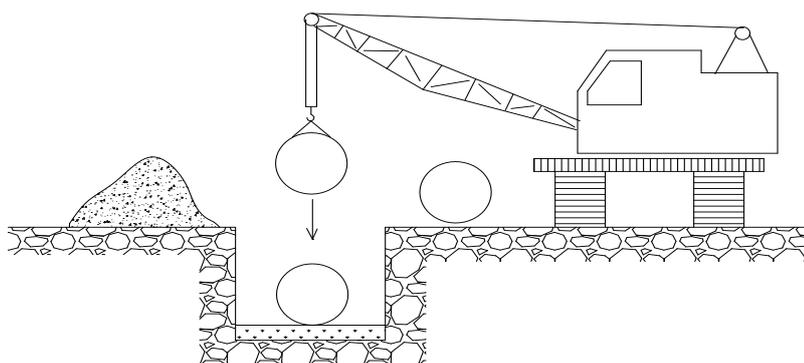


Figure VII.1 : le pipelayers

VII.8.2 – Assemblage des conduites PVC

La technique d'assemblage à joint confère une souplesse plus grande à l'ensemble de la canalisation (dilatation, déviation angulaire) autorise des performances du tube plus élevées.

Les joints d'étanchéité sont déposés dans l'emboîture femelle du tube, la compression de ce joint par le bout male du tube introduit dans l'emboîture assure l'étanchéité de la canalisation

Mode d'assemblage :

- Marquer sur le bout male du tube, la profondeur de l'emboîture
- Nettoyer les parties à assembler, particulièrement l'intérieur de l'extrémité du tube femelle.
- S'assurer que le joint d'étanchéité est propre et bien positionné
- Lubrifier le bout male du tube et particulièrement le chanfrein
- Pousser les tubes l'un dans l'autre jusqu'à la marque tracé auparavant en respectant leur bon alignement
- Pour les grands diamètres, utiliser la pelle excavatrice pour la poussée après avoir précédemment interposer une planche en bois entre la pelle et le tube

VII.8.3–liaison avec le regard en béton

Pour assurer l'étanchéité au niveau de la liaison tube PVC-regard :

Il faut installer obligatoirement un joint au niveau de chaque cunette du regard lors de sa construction.

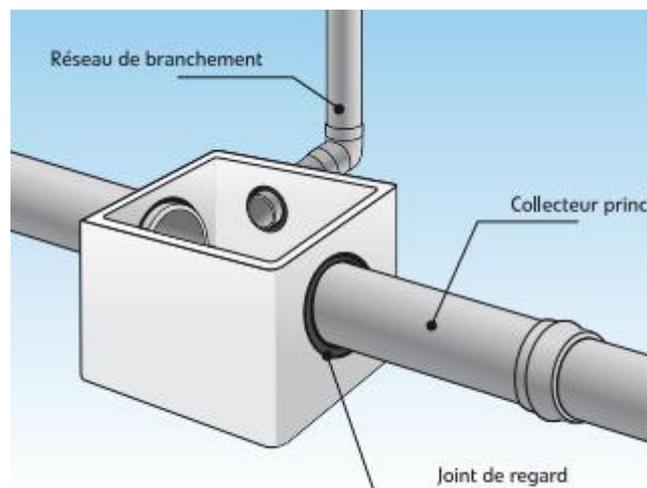


Figure VII.2 : Liaison regard – PVC

VII.8.4–Essais d'étanchéité sur les canalisations PVC^[7]

C'est une épreuve d'étanchéité au quelle sont soumises les conduites déjà placées au fond de la tranchée.

L'essai est réalisé avec de l'eau, de l'air, de la fumée ou un mélange d'eau et d'air.

L'essai à l'étanchéité est obligatoire à l'usine et sur le chantier.

A) à l'usine : la conduite est maintenue debout, remplie d'eau, la diminution du niveau d'eau ne doit pas dépasser 2cm en 24 heures.

B) sur le chantier : l'un des trois essais suivants peut être envisagé.

B.1) l'essai à l'eau : effectué pendant 30mn pour les faibles diamètres ; ainsi que pour les joints, la pression est augmentée jusqu'à 3 bars.

B.2) l'essai à la fumée : cet essai ne peut être effectué qu'en absence de vent et que si la conduite n'est pas humide.

B.3) l'essai à l'air: Sous pression de 1 bar pendant 30 minutes, et sous une pression de 0,5 bar durant 3 minutes, Pour les conduites circulaires.

Dans le cas des grands diamètres (> 500mm), 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.

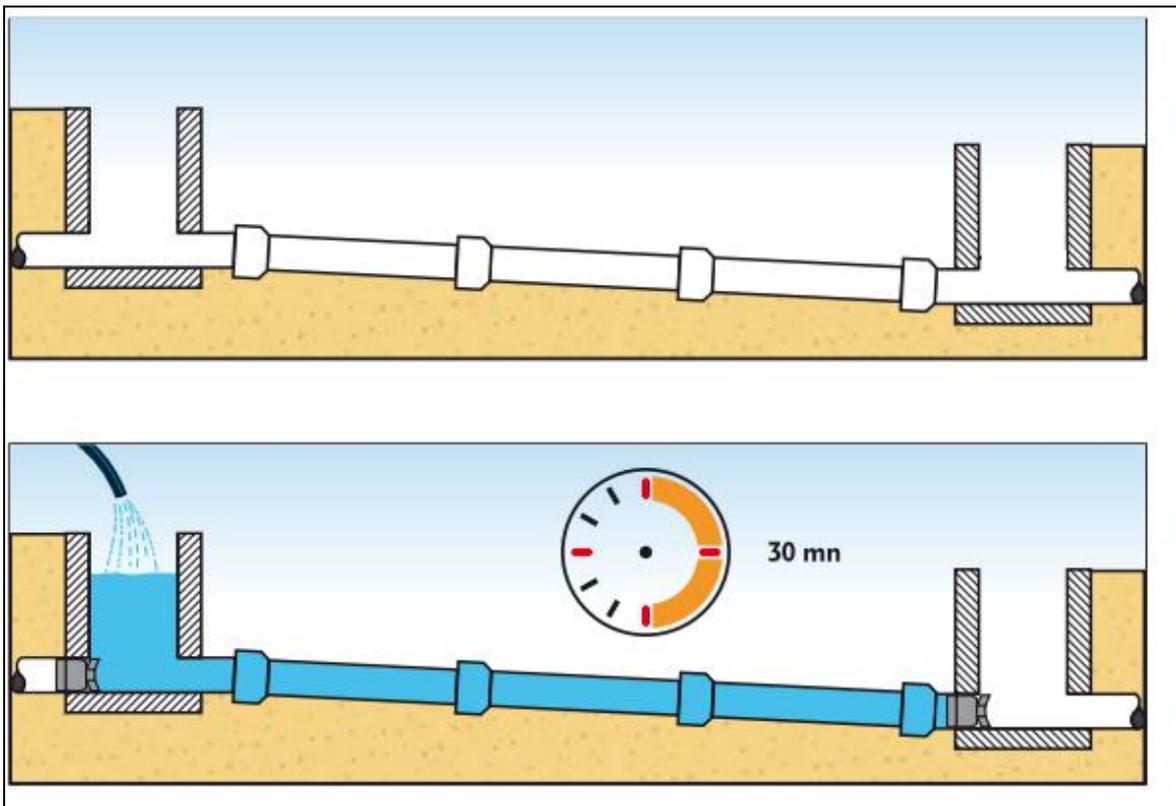


Figure VII.3: L'essai d'étanchéité à l'eau

VII.9 -Réalisation des regards

Les regards sont généralement de forme carrée; leurs 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.

Les tampons doivent comporter un orifice, ayant pour but de faciliter leur levage ainsi que l'aération de l'égout.

Les différentes étapes d'exécution d'un regard sont les suivantes :

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

VII.10- Remblaiement et compactage des tranchées

Après avoir effectué la pose des canalisations dans les tranchées, un remblayage de qualité est nécessaire sur une certaine hauteur au-dessus de la génératrice supérieure pour assurer, d'une part la transmission régulière des charges agissant sur la canalisation et, d'autre part, sa protection contre tout dégât lors de l'exécution du remblai supérieur.

Le matériau utilisé est similaire à celui mis en œuvre pour le remblayage latéral. L'exécution d'un remblayage de qualité doit être effectuée sur une hauteur minimale de 10 cm au dessus de la génératrice supérieure,

L'exécution de l'assis et de l'enrobage doit être effectuée avec des matériaux purgés des éléments supérieurs à 30mm.

VII.11-Choix des engins ^[8]

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

A- 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.



Figure VII.4 : 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

A.1- Utilisation des niveleuses

La 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.



Figure VII.5 : Niveleuse automotrice

B- 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 :

- Temps de fouille.
- Temps de transport.
- Temps de déchargement.
- 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.



Figure VII.6: Pelle équipée en rétro

B.1- 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.

Si les travaux ne sont pas très importants, on utilise le rétro chargeur. (Backhoe loader)



Figure VII.7: Chargeur

C- 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.



Figure VII.8 : Compacteur

VII.12- Devis quantitatif et estimatif

Afin d'avoir une idée sur le coût de réalisation de notre 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 correspondant.

Les différentes tâches effectuées par ordre chronologique sont :

- Les travaux de décapage de la couche de terre végétale.
- L'exécution des tranchées.
- La fourniture et la pose du lit de sable.
- La fourniture et la pose des conduites PVC
- La construction des regards et en béton armé.
- Les Travaux de remblaiement de la tranchée.
- Le transport des sols excédentaires.

Détermination des différents volumes

A) Volume de la couche de terre végétale

$$V_{cv} = H_v . L . B \dots\dots\dots (VII.1)$$

on prend $H_v = 0,1$ m

B) Volume des déblais des tranchées

$$V_{ded} = B . L . H \dots\dots\dots (VII.8)$$

C) Volume du lit du sable

$$V_{ls} = e . L . B \dots\dots\dots (VII.10)$$

Avec :

- V_{ls} : volume du lit de sable en (m^3) ;
- e : Epaisseur de la couche de sable en (m) ;
- B : Largeur de la couche du tronçon en (m) ;
- L : Longueur totale de la tranchée en (m) ;

D) Volume occupé par les conduites

$$V_{condt} = L . \pi . D^2 / 4 \dots\dots\dots (VII.11)$$

Avec :

- V_{cdt} : Volume occupé par les conduites en (m^3) ;
- L : Longueur totale des tranchées en (m) ;
- D : Diamètre de la conduite en (m) ;

E) Volume du remblai

$$V_r = V_{deb} - [V_{condt} + V_{cv} + V_{ls}] \dots\dots\dots(VII.12)$$

F) Volume excédentaire

$$V_{excé} = V_f - V_{remb} \dots\dots\dots(VII.13)$$

$$\text{Tel que } V_f = V_{deb} \cdot K_f \dots\dots\dots(VII.14)$$

- pour notre cas on a :

$$K_f = 1,24.$$

Tableau VII.2: Détermination du devis quantitatif et estimatif du projet.

N° Ordre	DESIGNATION DES TRAVAUX	Unité	Quantité	Prix unitaire (DA)	Montant
I -	TERRASSEMENT:				
1	- Fouille en tranchée en terrain Ordinaire.	M ³	10427.40	150	1564110
2	- Fouille en tranchée en terrain Rocheux.	M ³	41709.60	180	7507728
3	- Fourniture, Transport et pose de lit de sable ép. = 10 cm plus enrobage à 20 cm de la génératrice supérieure de la canalisation.	M ³	9056.66	1000	9056660
4	- Remblaiement de la tranchée.	M ³	37427.40	350	13099590
5	- Transport des terres excédentaires à la décharge public.	M ³	14709.60	160	2353536
II -	CANALISATIONS :				
6	- Fourniture, transport et pose de canalisation en Premier Choix y compris façon de joints, l'insertion du bout male dans l'emboiture femelle lors de l'assemblage, réglage des pentes, raccordement sur regards et toutes sujétions en PVC de type a joint.				
A-	Ø 600 PN 06	ML	1380.00	6853.40	9457692
B-	Ø 500 PN 06	ML	1710.00	4354.00	7445340
C-	Ø 400 PN 06	ML	6834.00	2776.80	18976651.2
D-	Ø 300 PN 06	ML	9576.00	1723.88	16507874.88
IV -	ARMATURE ET BETON :				
7	- Construction de REGARDS DE VISITE				
A-	Dimensions INT (0.80x0.80)m; ép.=15cm pour Ø 300 et H ≤ 2.50 m	U	600	30000	18000000
B-	Dimensions INT (1.00x1.00)m; ép.=15cm pour Ø 400 et H ≤ 2.50 m	U			
C-	Dimensions INT(1.20x1.20xH _v)m; ép=20cm pour Ø 500, Ø 600 et (Ø ≥ 300 pour H ≥ 2.50 m)	U			
8	Construction des AVALOIRS a grille avec bouche d'égout, en béton arme dose a 350kg/m ³ y compris la fourniture, le coffrage, le ferrailage, plus grilles en Premier Choix en fonte type 600 et toutes sujétions:				
A-	Dimensions INT (0.50x0.50)m;	U	370	7751.50	2868055
	HT				106837237.08
	TVA 17%				18162330,3036
	TTC				124999567.383

VII.13.-Planifications des travaux

Les principales opérations à exécuter sont :

- A. Piquetage.
- B. Décapage de la couche de goudron (si elle existe) ou celle de la végétation.
- C. Exécution des tranchées et des fouilles pour les regards.
- D. Aménagement du lit de pose.
- E. Construction des regards.
- F. La mise en place des canalisations en tranchée.
- G. constructions des ouvrages annexes
- H. Assemblage des tuyaux.
- I. Faire les essais d'étanchéité pour les conduites et les joints.
- J. Remblai des tranchées.
- K. Travaux de finition.

Tableau .VII.3 : détermination des délais.

OPERATION	TR	DP		DPP		MT
		CCP	DFP	DCPP	DFPP	
A	15	0	15	0	15	0
B	20	15	35	15	35	0
C	55	35	90	35	90	0
D	20	90	110	110	130	20
E	40	90	130	90	130	0
F	20	90	110	110	130	20
G	30	90	120	100	130	10
H	15	130	145	130	145	0
I	15	145	160	145	160	0
J	20	160	180	160	180	0
K	20	180	210	180	210	0

TR: temps de réalisation.

DCP : date de commencement au plus tôt.

DFP : date de finissement au plus tôt.

DCPP: date de commencement au plus tard.

DFPP : date de finissement au plus tard

MT : marge totale.

Le chemin critique

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

$$\sum TR = 210 \text{ jours}$$

VII.14. Conclusion

Le système d'assainissement de l'extension de la ville d'AFLOU (1400 lots) est constitué de plusieurs ouvrages hydrauliques, telles que les conduites de différents diamètres, les regards de visite, les regards de jonction et des avaloirs.

La bonne qualité des matériaux de ces ouvrages rend le système d'assainissement plus fonctionnel. Ainsi, le choix des conduites, en tenant compte de leur disponibilité sur le marché national.

Conclusion

A la fin de ce travail, on peut conclure que la réalisation d'un réseau d'assainissement 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 (pour notre cas système unitaire), ainsi que le schéma correspondant (à déplacement latérale)

Pour notre agglomération, l'évaluation des débits des eaux pluviales s'est faite par la relation de la méthode rationnelle avec une période de retour de 10ans, les débits des autres types des eaux usées (domestiques, et service publique) ont été déterminés selon la répartition de la population avec un coefficient de rejet de 0,8.

Le cheminement des collecteurs s'est fait selon la topographie du terrain, suivant le cheminement qui favorise l'écoulement gravitaire de l'eau, dans ce cas nous avons essayé de vérifier les deux conditions suivantes:

- ✓ L'implantation du réseau est étudiée en donnant à la canalisation amont des pentes permettant l'auto curage (l'absence du problème d'auto curage à cause de la pente importante).

Pour les éléments du réseau d'égout ; on a projeté des regards de visite, des regards de jonction, mais les regards de chute ne sont pas utilisés car la pente n'est pas trop importante.

Le point le plus important pour notre projet, d'assurer leur rejet dans le milieu récepteur.

En fin, un descriptif des engins utilisés dans l'exécution des travaux a été fait, ainsi qu'un devis estimatif du projet.

Bibliographie

[1] : **Laghoug M Y** (2011) Apport de la télédétection (images Landsat 7 ETM+) pour la cartographie géologique de la région d'Aflou (Atlas saharien) Mémoire de fin d'études présenté en vue de l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat en Géologie. Université Ferhat Abbas-Sétif

[2] : **Stambouli M.** (1983). Contribution à l'étude hydrogéologique de la haute vallée du Sebga (Djebel Amour, Atlas Saharien Central, Algérie).Thèse de magister, IST (Oran).

[3] **TOUAIBIA, B.** « Manuel pratique d'hydrologie » 2004.

[4] **HADDAD. A.** Mémoire de fin d'études d'assainissement, Diagnostic et extension du réseau d'assainissement de la ville de HADJOUT (W.TIPAZA).ENSH 2005.

[5] **FRANÇOIS G, BRIERE,** distribution et collecte des eaux, édition de l'école polytechnique de Montréal 1997.

[6] **GOMELLA, C., GUERREE, H** « Guide d'assainissement dans les agglomérations urbaines et rurales (tome 1), EYROLLES, Paris, 1986.

[7] **SALAH, B.**, « polycop d'assainissement », école nationale supérieure de l'hydraulique, BLIDA. 1993.

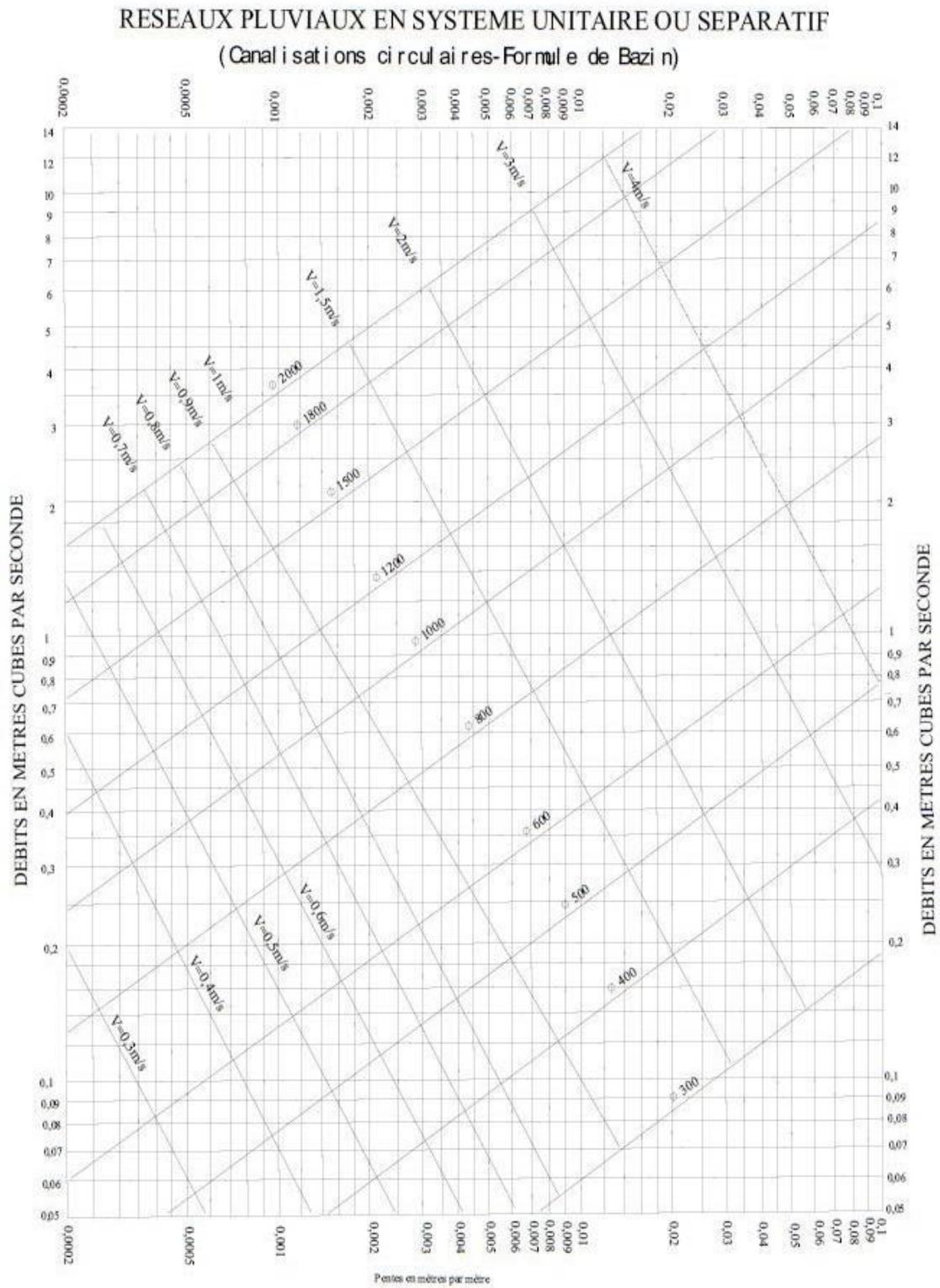
[8] **BOURAI. S,** Mémoire de fin d'études d'assainissement, Diagnostic du réseau d'assainissement de la ville de FOUKA (W.TIPAZA) ENSH 2005.

[9] **DERNOUNI.F.** Cours d'assainissement, 4^{ème} année, ENSH2006.

ANNEXES

Annexe I

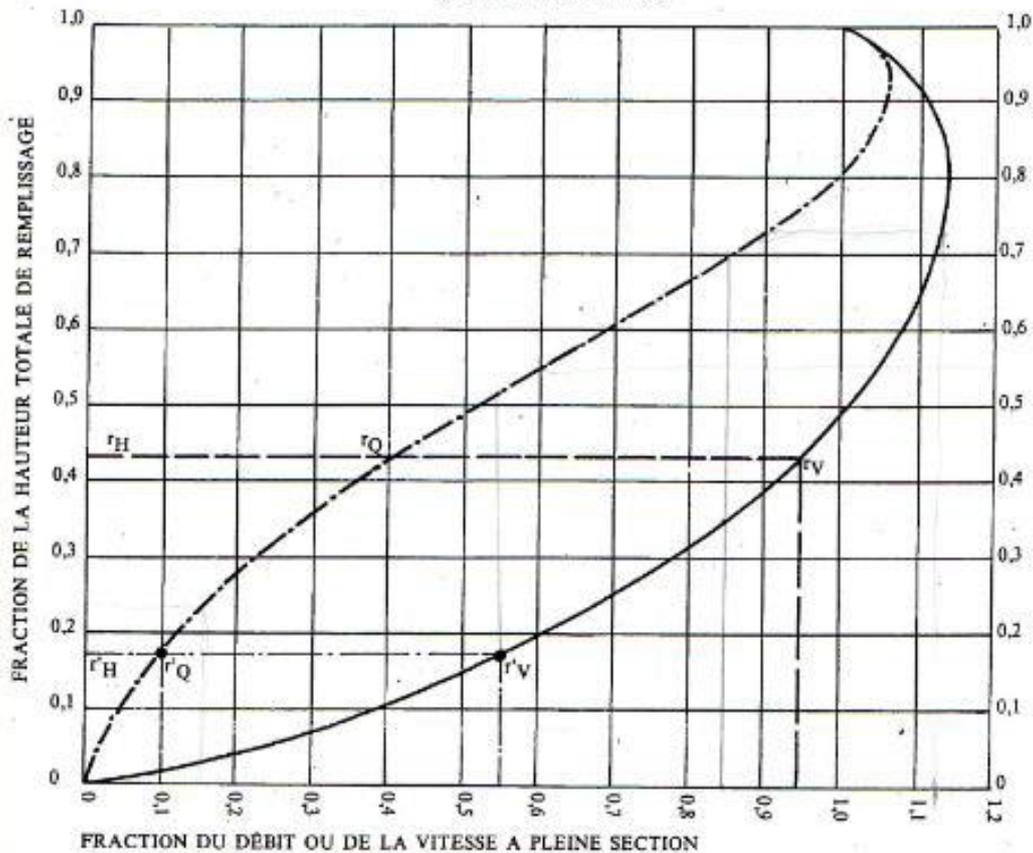
Abaque N°1 : Dimensionnement des canalisations circulaires d'après la formule de Bazin.



Abaque N°2 : Les rapports r_H , r_V , r_Q

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE

a) Ouvrages circulaires



MODE D'EMPLOI.

Les abaques Ab. 3 et Ab. 4 (a et b) utilisés pour le choix des sections d'ouvrages, compte tenu de la pente et du débit, permettent d'évaluer la vitesse d'écoulement à pleine section.

Pour l'évaluation des caractéristiques capacitaires des conduites, ou pour apprécier les possibilités d'autocurage, le nomogramme ci-dessus permet de connaître la vitesse atteinte en régime uniforme pour un débit inférieur à celui déterminé à pleine section.

Les correspondances s'établissent, soit en fonction de la fraction du débit à pleine section, soit en fonction de la hauteur de remplissage de l'ouvrage.

Exemples :

Pour $r_Q = 0,40$, on obtient $r_V = 0,95$ et $r_H = 0,43$.

Pour $Q_{ps}/10$, on obtient $r'_V = 0,55$ et $r'_H = 0,17$ (autocurage).

Nota. — Pour un débit égal au débit à pleine section, la valeur du rapport $r_Q = 1,00$ est obtenue avec $r_H = 0,80$.

Le débit maximum ($r_Q = 1,07$) est obtenu avec $r_H = 0,95$.

La vitesse maximum ($r_V = 1,14$) est obtenue avec $r_H = 0,80$.

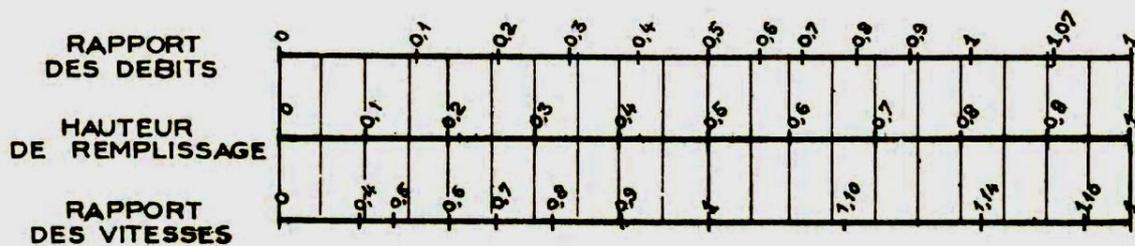
Abaque N°3 : Les variations des débits et des vitesses en fonction de la hauteur de remplissage.

ANNEXE X

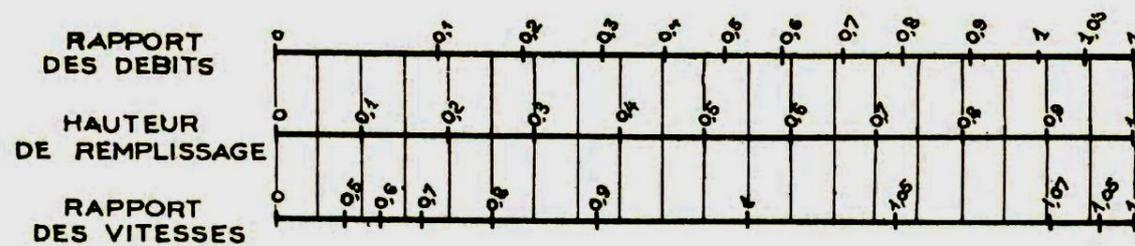
VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES
EN FONCTION DE LA HAUTEUR DE REMPLISSAGE

(d'après la formule de Bazin)

a) Ouvrages circulaires



b) Ouvrages ovoïdes normalisés



Exemple - Pour un ouvrage circulaire rempli aux 3/10, le débit est les 2/10 du débit à pleine section et la vitesse de l'eau est les 78/100 de la vitesse correspondant au débit à pleine section



Annexe II

calcul hydraulique pour les sous bassins

S / B	Tronçons	CT Amont	CT Aval	CP Amont	CP Aval	Dist (m)	pente (mm)	Qt (m ³ /s)	Dcal(m m)	D Nor (mm)	V ps (m/s)	Qps(m 3/s)	Qeu(m3/ s)	Rq	Rqm in	Rv	Rvmi n	Rh	Rhm in	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	H Min (mm)
I	18--17	1428,95	1427,31	1427,45	1425,81	40,034	0,04097	0,0186	128,5	300	2,700	0,191	0,00472	0,10	0,02	0,66	0,38	0,22	0,10	1,77	1,03	65,97	29,35
	17--16	1427,31	1426,92	1425,81	1425,45	40	0,00900	0,0186	170,7	300	1,265	0,089	0,00472	0,21	0,05	0,81	0,51	0,31	0,15	1,02	0,65	94,40	46,18
	16--15	1426,92	1426,6	1425,45	1425,10	40	0,00875	0,0186	171,6	300	1,248	0,088	0,00472	0,21	0,05	0,81	0,52	0,32	0,16	1,01	0,64	94,99	46,58
	15--14	1426,6	1426,84	1425,10	1424,84	41,445	0,00627	0,0186	182,6	300	1,056	0,075	0,00472	0,25	0,06	0,84	0,55	0,34	0,17	0,88	0,58	102,30	51,44
	14--13	1426,84	1426,88	1424,84	1424,6	39	0,00615	0,0233	199,5	300	1,046	0,074	0,00472	0,32	0,06	0,88	0,55	0,38	0,17	0,92	0,58	114,75	51,74
	13--12	1426,88	1425,87	1424,6	1424,37	38,682	0,00595	0,0233	200,8	300	1,029	0,073	0,00472	0,32	0,06	0,88	0,56	0,39	0,17	0,90	0,57	115,79	52,26
	12--11	1425,87	1424,27	1424,37	1423,32	39,319	0,02670	0,0233	151,5	300	2,180	0,154	0,00472	0,15	0,03	0,75	0,41	0,27	0,11	1,64	0,90	82,01	33,26
	11--10	1424,27	1424,83	1423,32	1423,2	38,596	0,00311	0,0233	226,8	400	0,901	0,113	0,00472	0,21	0,04	0,81	0,47	0,31	0,13	0,73	0,42	125,35	53,38
4	58--57	1430,85	1430,27	1429,06	1428,48	28,384	0,02043	0,1770	340,8	400	2,310	0,290	0,00974	0,61	0,03	1,06	0,43	0,57	0,12	2,45	0,98	226,76	46,84
	57--56	1430,27	1429,59	1428,48	1427,96	25,015	0,02079	0,1770	339,7	400	2,330	0,293	0,00974	0,60	0,03	1,06	0,43	0,56	0,12	2,46	0,99	225,62	46,60
	56--55	1429,59	1428,84	1427,96	1427,44	25,022	0,02078	0,1770	339,7	400	2,329	0,293	0,00974	0,60	0,03	1,06	0,43	0,56	0,12	2,46	0,99	225,64	46,60
	55--54	1428,84	1428,13	1427,44	1426,93	24,984	0,02041	0,1770	340,9	400	2,309	0,290	0,00974	0,61	0,03	1,06	0,43	0,57	0,12	2,45	0,98	226,83	46,85
	54--53	1428,13	1427,68	1426,93	1426,47	24,925	0,01846	0,1770	347,4	400	2,195	0,276	0,00974	0,64	0,04	1,07	0,44	0,58	0,12	2,35	0,96	233,57	48,29
	53--52	1427,68	1427,41	1426,47	1426,02	24,803	0,01814	0,1770	348,5	400	2,176	0,274	0,00974	0,65	0,04	1,07	0,44	0,59	0,12	2,34	0,95	234,72	48,54
	52--51	1427,41	1427,17	1426,02	1425,56	25,001	0,01840	0,1770	347,6	400	2,192	0,275	0,00974	0,64	0,04	1,07	0,44	0,58	0,12	2,35	0,95	233,77	48,34
	51--50	1427,17	1426,98	1425,56	1425,08	25,697	0,01868	0,1770	346,6	400	2,208	0,278	0,00974	0,64	0,04	1,07	0,43	0,58	0,12	2,36	0,96	232,75	48,12
	50--49	1426,98	1426,61	1425,08	1424,64	24,324	0,01809	0,1770	348,7	400	2,173	0,273	0,00974	0,65	0,04	1,07	0,44	0,59	0,12	2,33	0,95	234,92	48,59
	49--48	1426,61	1425,68	1424,64	1424,18	25	0,01840	0,1770	347,6	400	2,192	0,275	0,00974	0,64	0,04	1,07	0,44	0,58	0,12	2,35	0,95	233,77	48,34
	48--47	1425,68	1425,19	1424,18	1423,99	25,022	0,00759	0,1770	410,3	400	1,408	0,177	0,00974	1,00	0,06	1,12	0,52	0,85	0,16	1,58	0,74	341,12	63,19

	47--26	1425,19	1425,62	1423,99	1423,62	23,301	0,01588	0,1770	357,3	400	2,036	0,256	0,00974	0,69	0,04	1,09	0,45	0,61	0,13	2,21	0,91	244,03	50,54	
	86--85	1431,4	1430,62	1429,6	1429,09	22,184	0,02299	0,1770	333,4	400	2,450	0,308	0,00974	0,58	0,03	1,04	0,42	0,55	0,11	2,55	1,02	219,01	45,22	
	85--84	1430,62	1429,95	1429,09	1428,57	22,917	0,02269	0,1770	334,2	400	2,434	0,306	0,00974	0,58	0,03	1,04	0,42	0,55	0,11	2,54	1,02	219,86	45,39	
	84--83	1429,95	1429,3	1428,57	1428,04	23,38	0,02267	0,1770	334,3	400	2,433	0,306	0,00974	0,58	0,03	1,04	0,42	0,55	0,11	2,54	1,02	219,93	45,41	
	83--82	1429,3	1428,67	1428,04	1427,47	25	0,02280	0,1770	333,9	400	2,440	0,307	0,00974	0,58	0,03	1,04	0,42	0,55	0,11	2,55	1,02	219,55	45,33	
	82--81	1428,67	1428,18	1427,47	1426,91	25	0,02240	0,1770	335,0	400	2,418	0,304	0,00974	0,58	0,03	1,05	0,42	0,55	0,11	2,53	1,01	220,71	45,57	
	81--80	1428,18	1427,84	1426,91	1426,34	25,024	0,02278	0,1770	334,0	400	2,439	0,306	0,00974	0,58	0,03	1,04	0,42	0,55	0,11	2,55	1,02	219,61	45,34	
	80--79	1427,84	1427,57	1426,34	1425,72	24,965	0,02483	0,1770	328,6	400	2,546	0,320	0,00974	0,55	0,03	1,03	0,41	0,53	0,11	2,63	1,05	213,98	44,19	
	79--78	1427,57	1425,45	1425,72	1425,2	25,095	0,02072	0,1770	339,9	400	2,326	0,292	0,00974	0,61	0,03	1,06	0,43	0,56	0,12	2,46	0,99	225,83	46,64	
	78--77	1425,45	1426,27	1425,2	1425,11	29,228	0,00308	0,1770	486,0	500	1,040	0,204	0,00974	0,87	0,05	1,11	0,49	0,72	0,14	1,16	0,51	359,67	72,41	
	77--33	1426,27	1427,04	1425,11	1425,04	24,971	0,00280	0,1770	494,6	500	0,993	0,195	0,00974	0,91	0,05	1,12	0,50	0,76	0,15	1,11	0,50	377,77	74,50	
	104-103	1431,5	1430,16	1429,48	1428,48	36,05	0,02774	0,1770	321,8	400	2,691	0,338	0,00974	0,52	0,03	1,01	0,40	0,52	0,11	2,73	1,08	206,87	42,77	
	103--102	1430,16	1429,27	1428,48	1427,79	24,981	0,02762	0,1770	322,1	400	2,685	0,337	0,00974	0,52	0,03	1,01	0,40	0,52	0,11	2,72	1,08	207,14	42,82	
	102--101	1429,27	1428,55	1427,79	1427,09	25	0,02800	0,1770	321,3	400	2,704	0,340	0,00974	0,52	0,03	1,01	0,40	0,52	0,11	2,74	1,09	206,27	42,65	
	101--100	1428,55	1427,89	1427,09	1426,39	25	0,02800	0,1770	321,3	400	2,704	0,340	0,00974	0,52	0,03	1,01	0,40	0,52	0,11	2,74	1,09	206,27	42,65	
	100--99	1427,89	1426,94	1426,39	1426,26	25	0,00520	0,1770	440,5	500	1,352	0,265	0,00974	0,67	0,04	1,08	0,44	0,60	0,12	1,46	0,60	298,51	61,78	
	99--98	1426,94	1427,06	1426,26	1426,09	30,449	0,00558	0,1770	434,7	500	1,401	0,275	0,00974	0,64	0,04	1,07	0,44	0,58	0,12	1,50	0,61	292,42	60,47	
	98--40	1427,06	1427,93	1426,09	1425,93	29,998	0,00533	0,1770	438,4	500	1,369	0,269	0,00974	0,66	0,04	1,08	0,44	0,59	0,12	1,47	0,60	296,32	61,31	
	5	64--63	1435,85	1434,94	1434,35	1433,26	24,942	0,04370	0,1009	239,3	300	2,788	0,197	0,00766	0,51	0,04	1,01	0,45	0,51	0,13	2,81	1,26	152,98	38,38
		63--62	1434,94	1433,37	1433,26	1432,17	25,105	0,04342	0,1009	239,6	300	2,779	0,196	0,00766	0,51	0,04	1,01	0,45	0,51	0,13	2,80	1,26	153,29	38,45
62--61		1433,37	1432,63	1432,17	1431,36	25	0,03240	0,1009	253,1	300	2,401	0,170	0,00766	0,59	0,05	1,05	0,48	0,56	0,14	2,53	1,15	167,49	42,03	
61--60		1432,63	1431,94	1431,36	1430,55	24,832	0,03262	0,1009	252,8	300	2,409	0,170	0,00766	0,59	0,04	1,05	0,48	0,56	0,14	2,53	1,16	167,16	41,94	
60--59		1431,94	1431,23	1430,55	1429,73	25	0,03280	0,1009	252,6	300	2,416	0,171	0,00766	0,59	0,04	1,05	0,48	0,56	0,14	2,54	1,16	166,89	41,87	
59--58		1431,23	1430,85	1429,73	1429,06	32,453	0,02065	0,1009	275,5	300	1,917	0,135	0,00766	0,74	0,06	1,10	0,53	0,64	0,16	2,10	1,01	191,47	48,15	
91--90		1434,33	1433,7	1431,82	1431,7	25	0,00480	0,1009	362,1	400	1,119	0,141	0,00766	0,72	0,05	1,09	0,52	0,62	0,16	1,22	0,58	249,30	62,77	
90--89		1433,7	1432,8	1431,7	1431,21	25,101	0,01952	0,1009	278,4	400	2,258	0,284	0,00766	0,36	0,03	0,90	0,39	0,41	0,10	2,03	0,89	163,40	41,18	
89--88		1432,8	1432,36	1431,21	1430,71	25	0,02000	0,1009	277,1	400	2,285	0,287	0,00766	0,35	0,03	0,90	0,39	0,41	0,10	2,05	0,89	162,29	40,89	

	88--87	1432,36	1432,11	1430,71	1430,21	25,248	0,01980	0,1009	277,6	400	2,274	0,286	0,00766	0,35	0,03	0,90	0,39	0,41	0,10	2,05	0,89	162,74	41,01
	108--107	1432,97	1432,94	1430,43	1430,33	32,054	0,00312	0,1009	392,6	400	0,903	0,113	0,00766	0,89	0,07	1,11	0,57	0,74	0,18	1,00	0,51	295,37	71,34
	107--106	1432,94	1432,69	1430,33	1430,26	25	0,00280	0,1009	400,6	400	0,855	0,107	0,00766	0,94	0,07	1,12	0,58	0,79	0,18	0,96	0,50	314,09	73,62
	106--105	1432,69	1432,18	1430,26	1430,18	25	0,00320	0,1009	390,7	400	0,914	0,115	0,00766	0,88	0,07	1,11	0,57	0,73	0,18	1,02	0,52	291,51	70,81
	105--104	1432,18	1431,5	1430,18	1429,48	25	0,02800	0,1509	302,6	400	2,704	0,340	0,00766	0,44	0,02	0,96	0,37	0,47	0,09	2,60	1,00	186,67	37,14
6	72--71	1437,07	1436,93	1435,58	1435,03	29,114	0,01889	0,0269	170,6	300	1,833	0,130	0,00421	0,21	0,03	0,81	0,42	0,31	0,11	1,48	0,77	94,37	34,45
	71--70	1436,93	1436,21	1435,03	1434,49	28,886	0,01869	0,0269	171,0	300	1,824	0,129	0,00421	0,21	0,03	0,81	0,42	0,32	0,12	1,48	0,77	94,59	34,56
	70--69	1436,21	1435,6	1434,49	1433,95	29	0,01862	0,0269	171,1	300	1,820	0,129	0,00421	0,21	0,03	0,81	0,42	0,32	0,12	1,48	0,77	94,67	34,60
	69--68	1435,6	1434,72	1433,95	1432,97	52,642	0,01862	0,0269	171,1	300	1,820	0,129	0,00421	0,21	0,03	0,81	0,42	0,32	0,12	1,48	0,77	94,67	34,60
	68--94	1434,72	1433,69	1432,97	1432,19	41,503	0,01879	0,0269	170,8	300	1,829	0,129	0,00421	0,21	0,03	0,81	0,42	0,31	0,12	1,48	0,77	94,48	34,50
	94--93	1433,69	1433,81	1432,19	1432,07	24,935	0,00481	0,0269	220,5	300	0,925	0,065	0,00421	0,41	0,06	0,94	0,56	0,45	0,17	0,87	0,52	133,56	52,01
	93--92	1433,81	1434,12	1432,07	1431,95	25	0,00480	0,0269	220,6	300	0,924	0,065	0,00421	0,41	0,06	0,94	0,56	0,45	0,17	0,87	0,52	133,66	52,05
	92--91	1434,12	1434,33	1431,95	1431,82	26,665	0,00488	0,0269	220,0	300	0,931	0,066	0,00421	0,41	0,06	0,94	0,56	0,44	0,17	0,87	0,52	133,03	51,81
	112--111	1432,32	1432,43	1430,82	1430,71	34,448	0,00319	0,0269	238,1	300	0,754	0,053	0,00421	0,50	0,08	1,00	0,61	0,51	0,20	0,76	0,46	151,73	58,57
	111--110	1432,43	1432,4	1430,71	1430,62	31,228	0,00288	0,0269	242,8	300	0,716	0,051	0,00421	0,53	0,08	1,02	0,62	0,52	0,20	0,73	0,44	156,62	60,28
	110--109	1432,4	1432,62	1430,62	1430,52	33,111	0,00302	0,0269	240,6	300	0,733	0,052	0,00421	0,52	0,08	1,01	0,61	0,51	0,20	0,74	0,45	154,37	59,49
	109--108	1432,62	1432,97	1430,52	1430,43	28,907	0,00311	0,0269	239,3	300	0,744	0,053	0,00421	0,51	0,08	1,01	0,61	0,51	0,20	0,75	0,45	152,93	58,99
	7	186--185	1445,37	1446,8	1444,37	1444,27	30	0,00333	0,0335	256,5	300	0,770	0,054	0,01061	0,62	0,19	1,06	0,80	0,57	0,31	0,82	0,62	170,96
185--184		1446,8	1447,41	1444,27	1444,18	30	0,00300	0,0335	261,6	300	0,731	0,052	0,01061	0,65	0,21	1,07	0,81	0,59	0,31	0,78	0,59	176,26	93,66
184--183		1447,41	1447,73	1444,18	1443,08	29,99	0,03668	0,0335	163,6	300	2,555	0,181	0,01061	0,19	0,06	0,79	0,54	0,30	0,16	2,02	1,37	89,84	49,26
183--182		1447,73	1445,3	1443,08	1442	26,797	0,04030	0,0335	160,7	300	2,678	0,189	0,01061	0,18	0,06	0,78	0,53	0,29	0,16	2,10	1,41	88,00	47,89
182--178		1445,3	1442,81	1442	1440,31	38	0,04447	0,0335	157,8	300	2,813	0,199	0,01061	0,17	0,05	0,77	0,52	0,29	0,15	2,18	1,45	86,10	46,49
178--174		1442,81	1440,18	1440,31	1438,68	38,11	0,04277	0,1741	294,9	300	2,759	0,195	0,01061	0,89	0,05	1,11	0,52	0,74	0,16	3,07	1,43	222,49	47,04
174--173		1440,18	1438,77	1438,68	1437,28	39,998	0,03500	0,1741	306,2	400	3,023	0,380	0,01061	0,46	0,03	0,97	0,40	0,48	0,10	2,93	1,20	190,41	41,99
173--169		1438,77	1437,38	1437,28	1435,88	39,647	0,03531	0,1741	305,7	400	3,036	0,382	0,01061	0,46	0,03	0,97	0,40	0,47	0,10	2,94	1,20	189,89	41,88
8	169--165	1437,38	1435,95	1435,88	1434,45	41,537	0,03443	0,2441	348,6	400	2,998	0,377	0,00490	0,65	0,01	1,07	0,31	0,59	0,07	3,22	0,94	234,85	27,92
	165--161	1435,95	1434,91	1434,45	1433,41	40,589	0,02562	0,2441	368,5	400	2,586	0,325	0,00490	0,75	0,02	1,10	0,32	0,64	0,07	2,84	0,84	256,77	29,99

	161--153	1434,91	1435,17	1433,41	1432,66	42,897	0,01748	0,2441	395,9	400	2,137	0,268	0,00490	0,91	0,02	1,12	0,34	0,76	0,08	2,38	0,73	302,57	33,08
9	194--193	1438,18	1439,38	1436,98	1436,4	35	0,01657	0,0735	254,9	300	1,717	0,121	0,01752	0,61	0,14	1,06	0,74	0,56	0,27	1,82	1,28	169,30	79,99
	193--192	1439,38	1439,31	1436,4	1435,83	35	0,01629	0,0735	255,7	300	1,702	0,120	0,01752	0,61	0,15	1,06	0,75	0,57	0,27	1,80	1,27	170,16	80,31
	192--191	1439,31	1437,86	1435,83	1435,25	34,998	0,01657	0,0735	254,9	300	1,717	0,121	0,01752	0,61	0,14	1,06	0,74	0,56	0,27	1,82	1,28	169,29	79,98
	191--190	1437,86	1437,08	1435,25	1434,76	30,059	0,01630	0,1469	331,5	400	2,063	0,259	0,01752	0,57	0,07	1,04	0,57	0,54	0,18	2,14	1,17	217,10	71,34
	190--189	1437,08	1436,25	1434,76	1434,26	30	0,01667	0,1469	330,2	400	2,086	0,262	0,01752	0,56	0,07	1,04	0,57	0,54	0,18	2,16	1,18	215,66	70,88
	189--188	1436,25	1435,77	1434,26	1433,77	30,003	0,01633	0,1469	331,4	400	2,065	0,259	0,01752	0,57	0,07	1,04	0,57	0,54	0,18	2,14	1,17	216,98	71,30
	221--220	1447,65	1444,78	1445,19	1443,33	34,979	0,05317	0,2204	309,2	400	3,726	0,468	0,01752	0,47	0,04	0,98	0,45	0,48	0,12	3,65	1,66	193,59	49,99
	220--216	1444,78	1442,97	1443,33	1441,47	35,068	0,05304	0,2204	309,4	400	3,721	0,468	0,01752	0,47	0,04	0,98	0,45	0,48	0,13	3,64	1,66	193,75	50,03
	216--212	1442,97	1441,64	1441,47	1440	38,167	0,03851	0,2204	328,5	400	3,171	0,398	0,01752	0,55	0,04	1,03	0,48	0,53	0,14	3,27	1,51	213,92	55,13
	212--208	1441,64	1440,12	1440	1438,54	37,986	0,03844	0,2204	328,7	400	3,168	0,398	0,01752	0,55	0,04	1,03	0,48	0,54	0,14	3,27	1,51	214,06	55,17
	208--205	1440,12	1438,64	1438,54	1436,94	41,592	0,03847	0,2204	328,6	400	3,169	0,398	0,01752	0,55	0,04	1,03	0,48	0,54	0,14	3,27	1,51	214,00	55,15
	205--202	1438,64	1437,36	1436,94	1435,33	41,599	0,03870	0,2204	328,2	400	3,179	0,399	0,01752	0,55	0,04	1,03	0,47	0,53	0,14	3,28	1,51	213,61	55,05
	202--188	1437,36	1435,77	1435,33	1433,77	40,605	0,03842	0,2204	328,7	400	3,167	0,398	0,01752	0,55	0,04	1,03	0,48	0,54	0,14	3,27	1,51	214,08	55,17
	188--187	1435,77	1435,47	1433,77	1433,22	26,559	0,02071	0,2204	369,1	400	2,325	0,292	0,01752	0,75	0,06	1,10	0,54	0,64	0,17	2,55	1,26	257,48	66,48
	187--153	1435,47	1435,16	1433,22	1432,66	26,524	0,02111	0,2204	367,7	400	2,348	0,295	0,01752	0,75	0,06	1,10	0,54	0,64	0,17	2,57	1,26	255,84	66,09
9	321--317	1451,43	1449,56	1447,43	1446,56	25,213	0,03451	0,2204	335,4	400	3,002	0,377	0,01752	0,58	0,05	1,05	0,49	0,55	0,14	3,14	1,46	221,09	57,00
	317--310	1449,56	1447,94	1446,56	1444,94	37,892	0,04275	0,2204	322,2	400	3,341	0,420	0,01752	0,52	0,04	1,01	0,47	0,52	0,13	3,39	1,55	207,20	53,41
	310--303	1447,94	1445,26	1444,94	1443,26	38,282	0,04388	0,2204	320,6	400	3,385	0,425	0,01752	0,52	0,04	1,01	0,46	0,51	0,13	3,42	1,57	205,54	52,99
	303--296	1445,26	1443,38	1443,26	1441,37	38,136	0,04956	0,2204	313,4	400	3,597	0,452	0,01752	0,49	0,04	0,99	0,45	0,49	0,13	3,56	1,62	197,91	51,07
	296--289	1443,38	1442,72	1441,37	1440,6	37,911	0,02031	0,2204	370,4	400	2,303	0,289	0,01752	0,76	0,06	1,10	0,54	0,65	0,17	2,53	1,25	259,16	66,86
	289--285	1442,72	1441,82	1440,6	1439,82	38,327	0,02035	0,2204	370,3	400	2,305	0,290	0,01752	0,76	0,06	1,10	0,54	0,65	0,17	2,53	1,25	258,99	66,82
	285--284	1441,82	1440,58	1439,82	1439,08	41,643	0,01777	0,2204	379,8	400	2,154	0,271	0,01752	0,81	0,06	1,10	0,56	0,68	0,17	2,38	1,20	272,25	69,56
	284--283	1440,58	1440,58	1439,08	1438,59	25,992	0,01885	0,2204	375,6	400	2,219	0,279	0,01752	0,79	0,06	1,10	0,55	0,67	0,17	2,44	1,22	266,10	68,36
	283--282	1440,58	1440,25	1438,59	1438,1	26,032	0,01882	0,2204	375,7	400	2,217	0,279	0,01752	0,79	0,06	1,10	0,55	0,67	0,17	2,44	1,22	266,25	68,39
	282--281	1440,25	1439,81	1438,1	1437,62	25,055	0,01916	0,2204	374,5	400	2,236	0,281	0,01752	0,78	0,06	1,10	0,55	0,66	0,17	2,46	1,23	264,53	68,03
	281--277	1439,81	1439,25	1437,62	1437,15	25,027	0,01878	0,2204	375,9	400	2,214	0,278	0,01752	0,79	0,06	1,10	0,55	0,67	0,17	2,44	1,22	266,48	68,43
	9	153--152	1435,16	1434,05	1432,66	1432,16	30,607	0,01634	0,2932	429,5	500	2,396	0,471	0,01159	0,62	0,02	1,06	0,38	0,57	0,10	2,55	0,91	287,03

	152--149	1434,05	1434,44	1432,16	1431,66	38,62	0,01295	0,2932	448,6	500	2,133	0,419	0,01159	0,70	0,03	1,09	0,40	0,61	0,10	2,32	0,85	307,17	52,20
	149--148	1434,44	1432,74	1431,66	1431,24	32,116	0,01308	0,2932	447,8	500	2,144	0,421	0,01159	0,70	0,03	1,09	0,40	0,61	0,10	2,33	0,85	306,25	52,05
	148--147	1432,74	1433,43	1431,24	1431,03	32,5	0,00646	0,2932	511,1	500	1,507	0,296	0,01159	0,99	0,04	1,12	0,45	0,84	0,13	1,69	0,68	420,91	64,25
	147--146	1433,43	1434,26	1431,03	1430,82	32,5	0,00646	0,2932	511,1	500	1,507	0,296	0,01159	0,99	0,04	1,12	0,45	0,84	0,13	1,69	0,68	420,91	64,25
	146--145	1434,26	1433,91	1430,82	1430,6	32,987	0,00667	0,2932	508,0	500	1,531	0,301	0,01159	0,98	0,04	1,12	0,45	0,82	0,13	1,72	0,69	412,18	63,63
	145--144	1433,91	1433,76	1430,6	1430,32	43,103	0,00650	0,2932	510,6	500	1,511	0,297	0,01159	0,99	0,04	1,12	0,45	0,84	0,13	1,70	0,68	419,42	64,14
	144--143	1433,76	1433,37	1430,32	1430,04	43,5	0,00644	0,2932	511,4	500	1,504	0,295	0,01159	0,99	0,04	1,12	0,45	0,84	0,13	1,69	0,68	421,99	64,32
	143--142	1433,37	1432,26	1430,04	1429,76	43,491	0,00644	0,2932	511,4	500	1,504	0,295	0,01159	0,99	0,04	1,12	0,45	0,84	0,13	1,69	0,68	421,93	64,32
11	141--140	1438,45	1437,88	1436,93	1434,92	40	0,05025	0,0608	192,9	300	2,990	0,211	0,00412	0,29	0,02	0,86	0,35	0,37	0,09	2,57	1,05	109,61	25,69
	140--139	1437,88	1434,54	1434,92	1432,54	40	0,05950	0,0608	186,9	300	3,254	0,230	0,00412	0,26	0,02	0,85	0,34	0,35	0,08	2,76	1,11	105,24	24,56
	139--138	1434,54	1432,34	1432,54	1430,84	41,507	0,04096	0,0608	200,4	300	2,699	0,191	0,00412	0,32	0,02	0,88	0,36	0,38	0,09	2,37	0,98	115,48	27,17
	138--137	1432,34	1432,13	1430,84	1430,47	41,5	0,00892	0,0608	266,8	300	1,259	0,089	0,00412	0,68	0,05	1,08	0,49	0,61	0,14	1,37	0,61	181,71	42,64
	137--136	1432,13	1431,67	1430,47	1430,1	41,5	0,00892	0,0608	266,8	300	1,259	0,089	0,00412	0,68	0,05	1,08	0,49	0,61	0,14	1,37	0,61	181,71	42,64
	136--135	1431,67	1431,29	1430,1	1429,73	41,48	0,00892	0,0608	266,8	300	1,260	0,089	0,00412	0,68	0,05	1,08	0,49	0,61	0,14	1,37	0,61	181,69	42,63
	135--134	1431,29	1431,21	1429,73	1429,36	42	0,00881	0,0608	267,4	300	1,252	0,088	0,00412	0,69	0,05	1,08	0,49	0,61	0,14	1,36	0,61	182,35	42,79
	134--133	1431,21	1431,48	1429,36	1428,98	42	0,00905	0,0608	266,0	300	1,269	0,090	0,00412	0,68	0,05	1,08	0,48	0,60	0,14	1,37	0,61	180,93	42,45
14	131--130	1435,08	1433,99	1433,58	1432,19	40	0,03475	0,0311	160,6	300	2,486	0,176	0,00938	0,18	0,05	0,78	0,52	0,29	0,15	1,95	1,28	87,94	46,50
	130--129	1433,99	1433,54	1432,19	1431,74	40	0,01125	0,0311	198,5	300	1,415	0,100	0,00938	0,31	0,09	0,87	0,65	0,38	0,21	1,24	0,91	113,89	64,38
	129--128	1433,54	1433,61	1431,74	1430,99	39,287	0,01909	0,0311	179,7	300	1,843	0,130	0,00938	0,24	0,07	0,83	0,58	0,33	0,19	1,53	1,07	100,32	55,52
	128--127	1433,61	1432,55	1430,99	1429,97	38	0,02684	0,0311	168,6	300	2,185	0,154	0,00938	0,20	0,06	0,80	0,54	0,31	0,17	1,76	1,19	93,06	50,24
	127--126	1432,55	1430,94	1429,97	1428,95	38	0,02684	0,0311	168,6	300	2,185	0,154	0,00938	0,20	0,06	0,80	0,54	0,31	0,17	1,76	1,19	93,06	50,24
	126--125	1430,94	1429,43	1428,95	1427,93	38,279	0,02665	0,0311	168,8	300	2,177	0,154	0,00938	0,20	0,06	0,81	0,54	0,31	0,17	1,75	1,19	93,20	50,34
	125--124	1429,43	1429,4	1427,93	1427,55	39	0,00974	0,0311	203,9	300	1,317	0,093	0,00938	0,33	0,10	0,89	0,66	0,39	0,22	1,17	0,87	118,32	66,91
	124--123	1429,4	1429,17	1427,55	1427,17	38,999	0,00974	0,0311	203,9	300	1,317	0,093	0,00938	0,33	0,10	0,89	0,66	0,39	0,22	1,17	0,87	118,32	66,91
	122--121	1434,29	1433,06	1432,8	1431,53	40	0,03175	0,0541	201,2	300	2,377	0,168	0,00938	0,32	0,06	0,88	0,53	0,39	0,16	2,09	1,25	116,06	47,78
	121--120	1433,06	1431,76	1431,53	1430,26	40,002	0,03175	0,0541	201,2	300	2,377	0,168	0,00938	0,32	0,06	0,88	0,53	0,39	0,16	2,09	1,25	116,06	47,78
120--119	1431,76	1431,47	1430,26	1429,66	36,178	0,01658	0,0541	227,2	300	1,718	0,121	0,00938	0,45	0,08	0,96	0,60	0,47	0,19	1,65	1,03	140,28	57,80	

15	119--118	1431,47	1431,16	1429,66	1429,05	37	0,01649	0,0541	227,4	300	1,713	0,121	0,00938	0,45	0,08	0,96	0,60	0,47	0,19	1,65	1,03	140,54	57,90
	118--117	1431,16	1430,07	1429,05	1428,44	37	0,01649	0,0541	227,4	300	1,713	0,121	0,00938	0,45	0,08	0,96	0,60	0,47	0,19	1,65	1,03	140,54	57,90
	117--116	1430,07	1429,49	1428,44	1427,83	37,171	0,01641	0,0541	227,6	300	1,709	0,121	0,00938	0,45	0,08	0,96	0,60	0,47	0,19	1,65	1,03	140,75	57,98
	116--115	1429,49	1429,3	1427,83	1427,22	37	0,01649	0,0541	227,4	300	1,713	0,121	0,00938	0,45	0,08	0,96	0,60	0,47	0,19	1,65	1,03	140,54	57,90
	115--114	1429,3	1428,61	1427,22	1426,61	36,999	0,01649	0,0541	227,4	300	1,713	0,121	0,00938	0,45	0,08	0,96	0,60	0,47	0,19	1,65	1,03	140,54	57,90
16	273--270	1437,22	1435,38	1434,97	1433,54	46,386	0,03083	0,4046	430,2	500	3,292	0,646	0,00683	0,63	0,01	1,07	0,30	0,58	0,06	3,51	0,98	287,75	31,79
	270--269	1435,38	1433,97	1433,54	1432,5	34,017	0,03057	0,4046	430,9	500	3,278	0,644	0,00683	0,63	0,01	1,07	0,30	0,58	0,06	3,50	0,97	288,45	31,84
	269--267	1433,97	1432,96	1432,5	1431,46	33,952	0,03063	0,4046	430,7	500	3,282	0,644	0,00683	0,63	0,01	1,07	0,30	0,58	0,06	3,50	0,97	288,29	31,83
	267--266	1432,96	1433,9	1431,46	1430,81	39	0,01667	0,4046	482,8	500	2,421	0,475	0,00683	0,85	0,01	1,11	0,32	0,71	0,07	2,68	0,78	353,65	36,60
	266--265	1433,9	1432,56	1430,81	1430,15	38,942	0,01695	0,4046	481,2	500	2,441	0,479	0,00683	0,84	0,01	1,11	0,32	0,70	0,07	2,70	0,78	350,96	36,45
	265--264	1432,56	1431,25	1430,15	1429,58	35,5	0,01606	0,4046	486,2	500	2,376	0,467	0,00683	0,87	0,01	1,11	0,32	0,72	0,07	2,64	0,77	359,96	36,94
	264--263	1431,25	1430,37	1429,58	1428,87	34,699	0,02046	0,4046	464,5	500	2,682	0,527	0,00683	0,77	0,01	1,10	0,31	0,65	0,07	2,95	0,84	325,93	34,85
	263--262	1430,37	1429,77	1428,87	1428,27	26,604	0,02255	0,4046	456,1	500	2,816	0,553	0,00683	0,73	0,01	1,09	0,31	0,63	0,07	3,08	0,87	315,64	34,07
	262--261	1429,77	1429,21	1428,27	1426,6	32,5	0,05138	0,5646	442,9	500	4,250	0,835	0,00683	0,68	0,01	1,08	0,28	0,60	0,06	4,60	1,20	301,03	28,68
	277--274	1439,25	1438,36	1437,15	1436,36	41,739	0,01893	0,2658	402,7	500	2,580	0,506	0,00417	0,52	0,01	1,01	0,28	0,52	0,06	2,62	0,73	258,97	28,75
17	274--273	1438,36	1437,22	1436,36	1434,97	45,5	0,03055	0,3458	406,3	500	3,277	0,643	0,00417	0,54	0,01	1,02	0,27	0,53	0,05	3,35	0,89	262,78	26,43
	336--335	1439,46	1438,44	1437,93	1436,85	41,687	0,02591	0,1086	271,4	300	2,147	0,152	0,00417	0,72	0,03	1,09	0,40	0,62	0,10	2,34	0,85	186,78	31,20
	335--334	1438,44	1437,66	1436,85	1435,73	43	0,02605	0,1086	271,1	300	2,153	0,152	0,00417	0,71	0,03	1,09	0,39	0,62	0,10	2,35	0,85	186,47	31,15
	334--333	1437,66	1437,12	1435,73	1434,62	43,033	0,02579	0,1086	271,6	300	2,142	0,151	0,00417	0,72	0,03	1,09	0,40	0,62	0,10	2,34	0,85	187,03	31,24
	384--383	1454,75	1454,53	1453,55	1453,23	29	0,01103	0,0732	274,7	300	1,401	0,099	0,01494	0,74	0,15	1,09	0,75	0,64	0,27	1,53	1,05	190,55	81,65
17	383--382	1454,53	1454,43	1453,23	1451,86	29	0,04724	0,0732	209,1	300	2,899	0,205	0,01494	0,36	0,07	0,90	0,59	0,41	0,19	2,62	1,70	122,86	55,93
	382--381	1454,43	1453,99	1451,86	1450,99	29	0,03000	0,0732	227,7	300	2,310	0,163	0,01494	0,45	0,09	0,96	0,64	0,47	0,21	2,23	1,48	140,81	63,54
	381--377	1453,99	1450,73	1450,99	1448,73	40,992	0,05513	0,0732	203,2	300	3,132	0,221	0,01494	0,33	0,07	0,89	0,57	0,39	0,18	2,77	1,78	117,71	53,48
	377--376	1450,73	1448,76	1448,73	1447,56	34,673	0,03374	0,0732	222,7	300	2,450	0,173	0,01494	0,42	0,09	0,95	0,63	0,45	0,21	2,32	1,53	135,77	61,52
	376--375	1448,76	1448,27	1447,56	1447,09	32,993	0,01425	0,0732	261,8	300	1,592	0,113	0,01494	0,65	0,13	1,07	0,73	0,59	0,26	1,71	1,16	176,52	76,90
	375--374	1448,27	1447,83	1447,09	1446,63	33	0,01394	0,0732	262,9	300	1,575	0,111	0,01494	0,66	0,13	1,08	0,73	0,59	0,26	1,70	1,15	177,63	77,30
	374--373	1447,83	1447,79	1446,63	1446,43	33	0,00606	0,0732	307,3	400	1,258	0,158	0,01494	0,46	0,09	0,97	0,65	0,48	0,22	1,22	0,82	191,61	86,22

373--372	1447,79	1447,79	1446,43	1446,27	25,5	0,00627	0,0732	305,3	400	1,280	0,161	0,01494	0,45	0,09	0,97	0,64	0,47	0,21	1,24	0,82	189,54	85,42
372--371	1447,79	1447,82	1446,27	1446,12	25,892	0,00579	0,0732	310,0	400	1,230	0,155	0,01494	0,47	0,10	0,98	0,65	0,49	0,22	1,21	0,80	194,33	87,27
371--370	1447,82	1447,74	1446,12	1446	19,73	0,00608	0,0732	307,1	400	1,260	0,158	0,01494	0,46	0,09	0,97	0,65	0,48	0,22	1,23	0,82	191,39	86,14
370--369	1447,74	1447,88	1446	1445,88	19,73	0,00608	0,0732	307,1	400	1,260	0,158	0,01494	0,46	0,09	0,97	0,65	0,48	0,22	1,23	0,82	191,39	86,14
369--368	1447,88	1447,72	1445,88	1445,42	41,5	0,01108	0,1032	312,2	400	1,701	0,214	0,01494	0,48	0,07	0,99	0,58	0,49	0,18	1,68	0,98	196,67	72,78
368--367	1447,72	1447,62	1445,42	1445,19	20,991	0,01096	0,1032	312,9	400	1,691	0,213	0,01494	0,49	0,07	0,99	0,58	0,49	0,18	1,67	0,98	197,39	73,02
367--366	1447,62	1447,57	1445,19	1444,96	20,973	0,01097	0,1032	312,8	400	1,692	0,213	0,01494	0,49	0,07	0,99	0,58	0,49	0,18	1,67	0,98	197,33	73,00
366--365	1447,57	1447,19	1444,96	1444,61	32,016	0,01093	0,1032	313,0	400	1,689	0,212	0,01494	0,49	0,07	0,99	0,58	0,49	0,18	1,67	0,98	197,53	73,07
365--360	1447,19	1446,6	1444,61	1444,25	32	0,01125	0,1032	311,3	400	1,714	0,215	0,01494	0,48	0,07	0,98	0,57	0,49	0,18	1,69	0,98	195,76	72,46
360--350	1446,6	1445,93	1444,25	1443,84	38,095	0,01076	0,1032	313,9	400	1,676	0,211	0,01494	0,49	0,07	0,99	0,58	0,50	0,18	1,66	0,97	198,49	73,40
350--345	1445,93	1444,92	1443,84	1443,12	38,101	0,01890	0,3142	428,9	400	2,221	0,279	0,01494	1,13	0,05	1,01	0,52	0,98	0,16	2,25	1,15	393,91	62,13
345--342	1444,92	1442,81	1443,12	1441,21	38,107	0,05012	0,3142	357,2	400	3,618	0,455	0,01494	0,69	0,03	1,09	0,42	0,61	0,12	3,93	1,53	243,87	46,26
342--337	1442,81	1440,5	1441,21	1439	38,114	0,05798	0,3142	347,6	400	3,891	0,489	0,01494	0,64	0,03	1,07	0,41	0,58	0,11	4,17	1,60	233,73	44,29
337--336	1440,5	1439,46	1439	1437,93	41,59	0,02573	0,3142	404,8	400	2,592	0,326	0,01494	0,96	0,05	1,12	0,48	0,81	0,14	2,91	1,25	325,05	56,59
433--432	1453,94	1453,46	1452,44	1452,02	25,192	0,01667	0,0789	261,5	300	1,722	0,122	0,01620	0,65	0,13	1,07	0,73	0,59	0,26	1,85	1,25	176,12	76,97
432--431	1453,46	1453,41	1452,02	1451	24,999	0,04080	0,0789	221,1	300	2,694	0,190	0,01620	0,41	0,09	0,94	0,62	0,45	0,20	2,53	1,68	134,10	61,03
431--430	1453,41	1453,08	1451	1450,03	24,981	0,03883	0,0789	223,1	300	2,628	0,186	0,01620	0,42	0,09	0,95	0,63	0,45	0,21	2,49	1,65	136,16	61,87
430--427	1453,08	1451,36	1450,03	1448,47	40	0,03900	0,0789	222,9	300	2,634	0,186	0,01620	0,42	0,09	0,95	0,63	0,45	0,21	2,49	1,65	135,97	61,80
427--426	1451,36	1450,78	1448,47	1448,04	11,131	0,03863	0,0789	223,3	300	2,622	0,185	0,01620	0,43	0,09	0,95	0,63	0,45	0,21	2,49	1,65	136,37	61,96
426--425	1450,78	1449,56	1448,04	1446,92	28,825	0,03886	0,2089	321,5	400	3,185	0,400	0,01620	0,52	0,04	1,01	0,46	0,52	0,13	3,23	1,46	206,47	52,44
425--424	1449,56	1448,51	1446,92	1445,91	26	0,03885	0,2089	321,5	400	3,185	0,400	0,01620	0,52	0,04	1,01	0,46	0,52	0,13	3,22	1,46	206,48	52,44
424--423	1448,51	1447,58	1445,91	1444,5	26	0,05423	0,2089	302,0	400	3,763	0,473	0,01620	0,44	0,03	0,96	0,43	0,47	0,12	3,61	1,62	186,07	47,41
423--422	1447,58	1446,81	1444,5	1443	26	0,05769	0,2089	298,5	400	3,881	0,488	0,01620	0,43	0,03	0,95	0,42	0,46	0,12	3,69	1,65	182,54	46,54
422--421	1446,81	1445,55	1443	1441,55	34,68	0,04181	0,2089	317,1	400	3,304	0,415	0,01620	0,50	0,04	1,00	0,45	0,50	0,13	3,31	1,50	201,83	51,28
421--420	1445,55	1443,45	1441,55	1440,48	33	0,03242	0,2089	332,6	400	2,910	0,366	0,01620	0,57	0,04	1,04	0,48	0,55	0,14	3,03	1,39	218,15	55,40
420--411	1443,45	1441,41	1440,48	1439,41	33	0,03242	0,2089	332,6	400	2,910	0,366	0,01620	0,57	0,04	1,04	0,48	0,55	0,14	3,03	1,39	218,15	55,40
411--408	1441,41	1440,2	1439,41	1437,29	38,001	0,05579	0,2089	300,4	400	3,816	0,480	0,01620	0,44	0,03	0,95	0,43	0,46	0,12	3,64	1,63	184,44	47,01
470--469	1451,38	1450,39	1449,88	1448,89	25,089	0,03946	0,0789	222,5	300	2,650	0,187	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,50	1,66	135,48	61,60

	469--468	1450,39	1449,52	1448,89	1447,9	24,93	0,03971	0,0789	222,2	300	2,658	0,188	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,20	2,51	1,66	135,22	61,49
	468--467	1449,52	1448,73	1447,9	1446,9	25,221	0,03965	0,0789	222,3	300	2,656	0,188	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,51	1,66	135,28	61,52
	467--466	1448,73	1447,71	1446,9	1445,92	24,737	0,03962	0,0789	222,3	300	2,655	0,188	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,51	1,66	135,32	61,53
	466--461	1447,71	1446,23	1445,92	1444,31	40,772	0,03949	0,0789	222,4	300	2,651	0,187	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,50	1,66	135,45	61,58
	461--460	1446,23	1446,01	1444,31	1444,08	5,799	0,03966	0,0789	222,2	300	2,656	0,188	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,51	1,66	135,27	61,51
	460--459	1446,01	1444,96	1444,08	1443,22	21,799	0,03945	0,0789	222,5	300	2,649	0,187	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,50	1,66	135,49	61,60
	459--458	1444,96	1444,04	1443,22	1442,2	25,809	0,03952	0,0789	222,4	300	2,652	0,187	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,50	1,66	135,42	61,57
	458--457	1444,04	1442,62	1442,2	1440,81	35,237	0,03945	0,0789	222,5	300	2,649	0,187	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,50	1,66	135,50	61,60
	457--456	1442,62	1441	1440,81	1439,5	32,963	0,03974	0,0789	222,2	300	2,659	0,188	0,01620	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,20	2,51	1,66	135,19	61,48
	456--455	1441	1440,72	1439,5	1438,62	33,116	0,02657	0,0789	239,6	300	2,174	0,154	0,01620	0,51	0,11	1,01	0,67	0,51	0,23	2,19	1,47	153,24	68,50
	455--442	1440,72	1441,05	1438,62	1437,6	38,001	0,02684	0,0789	239,1	300	2,185	0,154	0,01620	0,51	0,10	1,01	0,67	0,51	0,23	2,20	1,47	152,77	68,32
	442--436	1441,05	1439,12	1437,6	1436,59	38,001	0,02658	0,2366	361,7	400	2,634	0,331	0,01620	0,71	0,05	1,09	0,50	0,62	0,15	2,87	1,31	248,83	58,84
18	408--407	1440,2	1438,96	1437,29	1435,41	33,817	0,05559	0,2677	329,9	400	3,810	0,479	0,00970	0,56	0,02	1,03	0,36	0,54	0,09	3,94	1,35	215,35	35,00
	436--435	1439,12	1438,21	1436,59	1435,71	32,851	0,02679	0,2677	378,3	400	2,645	0,332	0,00970	0,81	0,03	1,10	0,40	0,67	0,11	2,92	1,07	269,94	43,09
	503--502	1443,63	1443,88	1441,86	1440,37	43,469	0,03428	0,2314	342,0	400	2,992	0,376	0,00970	0,62	0,03	1,06	0,39	0,57	0,10	3,18	1,15	227,99	40,10
	537--536	1447,9	1447,18	1445,9	1443,95	32,702	0,05963	0,2889	335,1	400	3,946	0,496	0,00970	0,58	0,02	1,05	0,35	0,55	0,09	4,13	1,39	220,76	34,33
	564--563	1449,84	1448,81	1447,55	1446,39	32,85	0,03531	0,2889	369,6	400	3,036	0,382	0,00970	0,76	0,03	1,10	0,38	0,65	0,10	3,33	1,17	258,20	39,75
20	534--533	1453,88	1453,39	1452,37	1451,72	25,967	0,02503	0,1526	310,3	400	2,556	0,321	0,01156	0,48	0,04	0,98	0,44	0,49	0,12	2,51	1,12	194,74	48,83
	533--532	1453,39	1452,93	1451,72	1451,05	26,148	0,02562	0,1526	309,0	400	2,587	0,325	0,01156	0,47	0,04	0,98	0,44	0,48	0,12	2,53	1,13	193,32	48,48
	532--529	1452,93	1452,58	1451,05	1450,09	38	0,02526	0,1526	309,8	400	2,568	0,323	0,01156	0,47	0,04	0,98	0,44	0,49	0,12	2,52	1,12	194,18	48,69
	529--526	1452,58	1451,91	1450,09	1449,13	38	0,02526	0,1526	309,8	400	2,568	0,323	0,01156	0,47	0,04	0,98	0,44	0,49	0,12	2,52	1,12	194,18	48,69
	526--523	1451,91	1450,54	1449,13	1448,17	38,002	0,02526	0,1526	309,8	400	2,568	0,323	0,01156	0,47	0,04	0,98	0,44	0,49	0,12	2,52	1,12	194,18	48,69
	523--522	1450,54	1451,63	1448,17	1447,97	47,375	0,00422	0,1526	433,3	400	1,050	0,132	0,01156	1,16	0,09	0,93	0,63	1,00	0,21	0,98	0,66	400,94	82,71
	522--521	1451,63	1449,49	1447,97	1446	38,412	0,05129	0,1526	271,3	400	3,659	0,460	0,01156	0,33	0,03	0,89	0,38	0,39	0,10	3,24	1,40	157,30	39,50
	521--520	1449,49	1447,38	1446	1444,82	46,347	0,02546	0,1526	309,4	400	2,578	0,324	0,01156	0,47	0,04	0,98	0,44	0,48	0,12	2,52	1,13	193,71	48,58
	520--506	1447,38	1446,15	1444,82	1443,65	46,581	0,02512	0,1526	310,1	400	2,561	0,322	0,01156	0,47	0,04	0,98	0,44	0,49	0,12	2,51	1,12	194,53	48,78
	506--503	1446,15	1443,63	1443,65	1441,86	51,934	0,03447	0,1726	306,1	400	3,000	0,377	0,01156	0,46	0,03	0,97	0,41	0,48	0,11	2,91	1,24	190,31	44,37

560--559	1455,07	1454,37	1453,55	1453,16	33	0,01182	0,0901	293,2	300	1,450	0,102	0,01864	0,88	0,18	1,11	0,79	0,73	0,30	1,61	1,14	219,02	88,78
559--558	1454,37	1554,67	1453,16	1452,77	33	0,01182	0,0901	293,2	300	1,450	0,102	0,01864	0,88	0,18	1,11	0,79	0,73	0,30	1,61	1,14	219,02	88,78
558--557	1554,67	1453,87	1452,77	1452,37	34,364	0,01164	0,0901	294,1	300	1,439	0,102	0,01864	0,89	0,18	1,11	0,79	0,74	0,30	1,60	1,14	220,74	89,08
557--556	1453,87	1452,13	1452,37	1450,63	34,5	0,05043	0,0901	223,4	300	2,995	0,212	0,01864	0,43	0,09	0,95	0,63	0,45	0,21	2,84	1,89	136,41	62,19
556--555	1452,13	1450,52	1450,63	1449,02	34,648	0,04647	0,0901	226,8	300	2,875	0,203	0,01864	0,44	0,09	0,96	0,64	0,47	0,21	2,76	1,84	139,92	63,60
555--548	1450,52	1449,49	1449,02	1448,1	38,078	0,02416	0,0901	256,4	300	2,073	0,147	0,01864	0,62	0,13	1,06	0,72	0,57	0,25	2,20	1,49	170,91	75,30
554--553	1455,23	1454,6	1453,72	1453,23	27	0,01815	0,0901	270,6	300	1,797	0,127	0,01864	0,71	0,15	1,09	0,75	0,62	0,27	1,96	1,34	185,84	80,60
553--552	1454,6	1454,25	1453,23	1452,75	27	0,01778	0,0901	271,6	300	1,778	0,126	0,01864	0,72	0,15	1,09	0,75	0,62	0,27	1,94	1,33	187,01	80,99
552--551	1454,25	1454,26	1452,75	1452,26	27,148	0,01805	0,0901	270,8	300	1,792	0,127	0,01864	0,71	0,15	1,09	0,75	0,62	0,27	1,95	1,34	186,15	80,70
551--550	1454,26	1452,91	1452,26	1450,91	34,217	0,03945	0,0901	233,9	300	2,649	0,187	0,01864	0,48	0,10	0,99	0,66	0,49	0,22	2,61	1,75	147,26	66,46
550--549	1452,91	1450,88	1450,91	1449,5	34,5	0,04087	0,0901	232,4	300	2,697	0,191	0,01864	0,47	0,10	0,98	0,66	0,49	0,22	2,64	1,77	145,65	65,84
549--548	1450,88	1449,47	1449,5	1448,1	34,5	0,04058	0,0901	232,7	300	2,687	0,190	0,01864	0,47	0,10	0,98	0,66	0,49	0,22	2,64	1,77	145,97	65,97
548--541	1449,47	1448,07	1448,1	1446,59	38	0,03974	0,0901	233,6	300	2,659	0,188	0,01864	0,48	0,10	0,99	0,66	0,49	0,22	2,62	1,75	146,93	66,34
547--546	1454,96	1454,27	1453,46	1452,73	32	0,02281	0,0901	259,2	300	2,015	0,142	0,01864	0,63	0,13	1,07	0,72	0,58	0,25	2,15	1,46	173,79	76,36
546--545	1454,27	1453,84	1452,73	1452,05	30	0,02267	0,0901	259,5	300	2,008	0,142	0,01864	0,64	0,13	1,07	0,72	0,58	0,25	2,15	1,45	174,11	76,47
545--544	1453,84	1453,87	1452,05	1451,37	30	0,02267	0,0901	259,5	300	2,008	0,142	0,01864	0,64	0,13	1,07	0,72	0,58	0,25	2,15	1,45	174,11	76,47
544--543	1453,87	1452,24	1451,37	1450,24	34,364	0,03288	0,0901	242,0	300	2,419	0,171	0,01864	0,53	0,11	1,02	0,68	0,52	0,23	2,46	1,65	155,84	69,70
543--542	1452,24	1449,92	1450,24	1448,41	34,5	0,05304	0,0901	221,3	300	3,072	0,217	0,01864	0,42	0,09	0,94	0,62	0,45	0,20	2,89	1,92	134,31	61,33
542--541	1449,92	1448,07	1448,41	1446,59	34,5	0,05275	0,0901	221,5	300	3,064	0,217	0,01864	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,20	2,88	1,92	134,54	61,42
541--537	1448,07	1447,9	1446,59	1445,9	38	0,01816	0,0901	270,5	300	1,797	0,127	0,01864	0,71	0,15	1,09	0,75	0,62	0,27	1,96	1,34	185,81	80,59
519--518	1454,3	1453,81	1452,79	1452,4	24	0,01625	0,0901	276,2	300	1,700	0,120	0,01864	0,75	0,16	1,10	0,76	0,64	0,28	1,86	1,29	192,42	82,68
518--517	1453,81	1453,39	1452,4	1452	24	0,01667	0,0901	274,9	300	1,722	0,122	0,01864	0,74	0,15	1,10	0,76	0,64	0,27	1,89	1,30	190,84	82,20
517--516	1453,39	1453,09	1452	1451,61	23,5	0,01660	0,0901	275,1	300	1,718	0,121	0,01864	0,74	0,15	1,10	0,76	0,64	0,27	1,88	1,30	191,10	82,28
516--515	1453,09	1453,22	1451,61	1451,22	23,648	0,01649	0,0901	275,5	300	1,713	0,121	0,01864	0,74	0,15	1,10	0,76	0,64	0,27	1,88	1,30	191,49	82,40
515--514	1453,22	1451,52	1451,22	1449,2	34,217	0,05903	0,0901	216,9	300	3,241	0,229	0,01864	0,39	0,08	0,93	0,61	0,43	0,20	3,00	1,98	130,03	59,53
514--513	1451,52	1449,25	1449,2	1447,16	34,5	0,05913	0,0901	216,8	300	3,243	0,229	0,01864	0,39	0,08	0,93	0,61	0,43	0,20	3,00	1,98	129,97	59,50
513--512	1449,25	1446,62	1447,16	1445,12	34,5	0,05913	0,0901	216,8	300	3,243	0,229	0,01864	0,39	0,08	0,93	0,61	0,43	0,20	3,00	1,98	129,97	59,50
512--508	1446,62	1446,26	1445,12	1444,47	37,922	0,01714	0,0901	273,5	300	1,746	0,123	0,01864	0,73	0,15	1,09	0,75	0,63	0,27	1,91	1,31	189,14	81,67

	586--585	1450,45	1451,11	1449,27	1448,96	31,002	0,01000	0,0901	302,6	300	1,334	0,094	0,01864	0,96	0,20	1,12	0,80	0,80	0,31	1,50	1,07	241,05	92,10
	585--584	1451,11	1450,63	1448,96	1448,63	34,45	0,00958	0,0901	305,0	300	1,305	0,092	0,01864	0,98	0,20	1,12	0,81	0,83	0,31	1,47	1,05	247,83	92,97
	584--579	1450,63	1449,35	1448,63	1447,2	34,858	0,04102	0,0901	232,2	300	2,702	0,191	0,01864	0,47	0,10	0,98	0,66	0,48	0,22	2,65	1,77	145,47	65,77
	579--578	1449,35	1447,31	1447,2	1445,29	39,5	0,04835	0,0901	225,2	300	2,933	0,207	0,01864	0,43	0,09	0,95	0,64	0,46	0,21	2,80	1,87	138,20	62,91
	583--582	1452,74	1453,03	1451,55	1451,12	30,856	0,01394	0,0901	284,3	300	1,575	0,111	0,01864	0,81	0,17	1,10	0,77	0,68	0,29	1,74	1,22	203,35	85,59
	582--581	1453,03	1452,64	1451,12	1450,64	34,5	0,01391	0,0901	284,4	300	1,573	0,111	0,01864	0,81	0,17	1,10	0,77	0,68	0,29	1,74	1,22	203,48	85,63
	581--580	1452,64	1450,83	1450,64	1449	34,433	0,04763	0,0901	225,8	300	2,911	0,206	0,01864	0,44	0,09	0,96	0,64	0,46	0,21	2,78	1,86	138,85	63,18
	580--579	1450,83	1449,35	1449	1447,2	38	0,04737	0,0901	226,0	300	2,903	0,205	0,01864	0,44	0,09	0,96	0,64	0,46	0,21	2,78	1,85	139,08	63,27
	570--569	1454,02	1453,81	1452,52	1452,27	32,5	0,00769	0,0901	317,8	300	1,170	0,083	0,01864	1,09	0,23	1,07	0,82	0,95	0,33	1,26	0,96	286,04	97,57
	569--568	1453,81	1454,52	1452,27	1452,02	32,5	0,00769	0,0901	317,8	300	1,170	0,083	0,01864	1,09	0,23	1,07	0,82	0,95	0,33	1,26	0,96	286,04	97,57
	568--567	1454,52	1454,31	1452,02	1451,61	34,031	0,01205	0,0901	292,2	300	1,464	0,103	0,01864	0,87	0,18	1,11	0,79	0,72	0,29	1,63	1,15	216,91	88,41
	567--566	1454,31	1452,68	1451,61	1450,57	34,523	0,03012	0,0901	246,0	300	2,315	0,164	0,01864	0,55	0,11	1,03	0,69	0,53	0,24	2,38	1,60	160,07	71,28
	566--565	1452,68	1451,02	1450,57	1449,52	34,5	0,03043	0,0901	245,6	300	2,327	0,164	0,01864	0,55	0,11	1,03	0,69	0,53	0,24	2,39	1,61	159,58	71,10
	565--564	1451,02	1449,84	1449,52	1447,55	38,148	0,05164	0,0901	222,4	300	3,031	0,214	0,01864	0,42	0,09	0,94	0,63	0,45	0,21	2,86	1,90	135,42	61,79
22	600--599	1442,99	1442,86	1441,79	1441,72	27	0,00259	0,0415	291,3	300	0,679	0,048	0,00175	0,86	0,04	1,11	0,44	0,72	0,12	0,75	0,30	215,30	36,91
	599--598	1442,86	1442,83	1441,72	1441,66	27,138	0,00221	0,0415	300,2	300	0,627	0,044	0,00175	0,94	0,04	1,12	0,45	0,78	0,13	0,70	0,29	234,80	38,74
	598--593	1442,83	1442,77	1441,66	1441,59	27,01	0,00259	0,0417	291,9	300	0,679	0,048	0,00175	0,87	0,04	1,11	0,44	0,72	0,12	0,75	0,30	216,30	36,92
	593--592	1442,77	1442,75	1441,59	1441,53	26,867	0,00223	0,0434	304,8	400	0,764	0,096	0,00175	0,45	0,02	0,97	0,34	0,47	0,08	0,74	0,26	188,95	33,08
	592--591	1442,75	1442,74	1441,53	1441,47	27,086	0,00222	0,0434	305,2	400	0,760	0,096	0,00175	0,45	0,02	0,97	0,34	0,47	0,08	0,74	0,26	189,43	33,15
	591--590	1442,74	1443,2	1441,47	1441,37	38,885	0,00257	0,0434	296,8	400	0,819	0,103	0,00175	0,42	0,02	0,95	0,34	0,45	0,08	0,77	0,28	180,86	31,87

Dimensionnement du collecteur principal 251--10																						
Tronçons	CT Amont	CT Aval	CP Amont	CP Aval	Dist(m)	pente (mm)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dn or (m m)	V ps (m/s)	Qps(m 3/s)	Qeu (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
251--246	1439,32	1437,23	1436,82	1435,23	39,958	0,03979	0,17411	298,91	300	2,66	0,188	0,010607	0,926	0,056	1,118	0,527	0,772	0,161	2,975	1,403	231,694	48,343
246--241	1437,23	1437,3	1435,23	1434,48	38,044	0,01971	0,17411	340,99	400	2,27	0,285	0,010607	0,611	0,037	1,060	0,444	0,567	0,125	2,404	1,008	226,928	50,189
241--238	1437,3	1436,51	1434,48	1433,73	38,047	0,01971	0,17411	340,99	400	2,27	0,285	0,010607	0,611	0,037	1,060	0,444	0,567	0,125	2,404	1,008	226,933	50,190
238--233	1436,51	1435,42	1433,73	1432,87	43,466	0,01979	0,17411	340,76	400	2,27	0,286	0,010607	0,610	0,037	1,059	0,444	0,567	0,125	2,407	1,009	226,687	50,135
233--228	1435,42	1434,47	1432,87	1432,08	39,647	0,01993	0,24409	386,27	400	2,28	0,287	0,015506	0,852	0,054	1,109	0,518	0,708	0,157	2,529	1,182	283,026	62,874
228--223	1434,47	1434,82	1432,08	1431,29	40,138	0,01968	0,24409	387,16	400	2,27	0,285	0,015506	0,857	0,054	1,109	0,520	0,712	0,158	2,515	1,178	284,654	63,106
223--222	1434,82	1433,36	1431,29	1430,53	38,395	0,01979	0,35134	443,35	500	2,64	0,518	0,029391	0,678	0,057	1,083	0,529	0,603	0,162	2,856	1,395	301,497	80,865
222--142	1433,36	1432,27	1430,53	1429,76	38,619	0,01994	0,35134	442,75	500	2,65	0,520	0,029391	0,676	0,057	1,082	0,528	0,602	0,161	2,864	1,397	300,858	80,690
142--133	1432,27	1431,48	1429,76	1428,98	41,448	0,01882	0,64458	561,95	600	2,90	0,821	0,046908	0,785	0,057	1,101	0,530	0,662	0,162	3,198	1,540	397,101	97,419
133--132	1431,48	1430,01	1428,98	1428,08	37,5	0,02400	0,70543	555,37	600	3,28	0,927	0,051024	0,761	0,055	1,098	0,522	0,647	0,159	3,602	1,712	388,445	95,264
132--123	1430,01	1429,18	1428,08	1427,17	37,436	0,02431	0,70543	554,04	600	3,30	0,933	0,051024	0,756	0,055	1,097	0,520	0,645	0,158	3,623	1,718	386,781	94,902
123--114	1429,18	1428,61	1427,17	1426,61	41,59	0,01346	0,78385	543,89	600	2,46	0,695	0,062453	1,128	0,090	1,009	0,636	0,987	0,211	2,479	1,563	592,079	126,384
114--113	1428,61	1428,3	1426,61	1426,27	38,462	0,0884	0,78385	596,76	600	2,21	0,849	0,062453	0,923	0,074	1,118	0,588	0,770	0,188	2,466	1,297	538,897	131,790
113--40	1428,3	1427,93	1426,27	1425,93	38,47	0,0884	0,78385	596,78	600	2,21	0,849	0,062453	0,923	0,074	1,118	0,588	0,770	0,188	2,466	1,297	538,962	131,798
40--33	1427,93	1427,04	1425,93	1425,04	39,616	0,02247	1,03072	548,22	600	3,52	1,354	0,091959	0,762	0,068	1,098	0,569	0,648	0,180	3,862	2,003	453,545	125,885
33--26	1427,04	1425,62	1425,04	1423,62	40,369	0,03518	1,03072	595,95	600	4,40	1,694	0,091959	0,609	0,054	1,059	0,519	0,566	0,158	4,659	2,284	396,319	110,270
26--19	1425,62	1425,08	1423,62	1423,39	42,043	0,0547	1,03072	544,79	600	2,05	1,305	0,091959	0,790	0,070	1,102	0,578	0,665	0,184	2,261	1,186	598,240	165,276
19--10	1425,08	1424,83	1423,39	1423,2	33,228	0,0572	1,03072	537,81	600	2,10	1,335	0,091959	0,772	0,069	1,100	0,573	0,654	0,181	2,307	1,202	588,790	163,174

Dimensionnement du collecteur principal 10--01																						
Tronçons	CT Amont	CT Aval	CP Amont	CP Aval	Dist (m)	pen­te (mm)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dn or (m m)	V ps (m/s)	Qps(m 3/s)	Qeu (m3/s)	Rq	Rq min	Rv	Rv min	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
10--09	1424,83	1426,47	1423,2	1422,97	42,056	0,03828	1,054026	591,51	600	4,143	1,171	0,097	0,900	0,083	1,115	0,616	0,748	0,201	4,618	2,550	448,724	120,564
09--08	1426,47	1427,17	1422,97	1422,73	43	0,03907	1,054026	589,25	600	4,185	1,183	0,097	0,891	0,082	1,114	0,613	0,740	0,200	4,661	2,566	443,842	119,881
08--07	1426,17	1426,02	1422,73	1422,49	43	0,03907	1,054026	589,25	600	4,185	1,183	0,097	0,891	0,082	1,114	0,613	0,740	0,200	4,661	2,566	443,842	119,881
07--06	1426,02	1425,36	1422,49	1422,25	43,023	0,03905	1,054026	589,31	600	4,184	1,183	0,097	0,891	0,082	1,114	0,613	0,740	0,200	4,660	2,565	443,968	119,899
06--05	1425,36	1425,8	1422,25	1422,01	44	0,03818	1,054026	591,80	600	4,137	1,170	0,097	0,901	0,083	1,115	0,616	0,749	0,201	4,613	2,548	449,369	120,653
05--04	1425,8	1424,86	1422,01	1421,76	44	0,03977	1,054026	587,29	600	4,223	1,194	0,097	0,883	0,081	1,113	0,611	0,733	0,199	4,698	2,580	439,727	119,284
04--03	1424,86	1423,71	1421,76	1421,52	44	0,03818	1,054026	591,80	600	4,137	1,170	0,097	0,901	0,083	1,115	0,616	0,749	0,201	4,613	2,548	449,369	120,653
03--02	1423,71	1423,03	1421,52	1421,28	44	0,03818	1,054026	591,80	600	4,137	1,170	0,097	0,901	0,083	1,115	0,616	0,749	0,201	4,613	2,548	449,369	120,653
02--01	1423,03	1422,83	1421,28	1421,03	42,842	0,04085	1,054026	584,36	600	4,279	1,210	0,097	0,871	0,080	1,111	0,608	0,723	0,197	4,655	2,601	433,843	118,395

Dimensionnement du collecteur principal 572--01																						
Tronçons	CT Amont	CT Aval	CP Amont	CP Aval	Dist(m)	pente (mm)	Qt (m3/s)	Dcal (mm)	Dn or (m m)	V ps (m/s)	Qps(m3/s)	Qeu (m3/s)	Rq	Rqmin	Rv	Rvmin	Rh	Rhmin	V (m/s)	Vmin (m/s)	H (mm)	Hmin (mm)
572--571	1449,15	1449,99	1447,64	1447,02	38,5	0,01610	0,04888	219,95	300	1,693	0,120	0,010446	0,409	0,087	0,936	0,629	0,443	0,207	1,585	1,065	133,004	62,187
571--563	1449,99	1448,84	1447,02	1446,4	38,435	0,01613	0,04888	219,88	300	1,694	0,120	0,010446	0,408	0,087	0,936	0,629	0,443	0,207	1,586	1,065	132,936	62,158
563--562	1448,84	1448,28	1446,4	1445,78	38,079	0,01628	0,1778295	356,25	400	2,062	0,259	0,029081	0,686	0,112	1,085	0,689	0,607	0,237	2,236	1,420	242,874	94,705
562--561	1448,28	1447,98	1445,78	1444,26	38	0,04000	0,1778295	301,00	400	3,232	0,406	0,029081	0,438	0,072	0,957	0,582	0,463	0,185	3,091	1,880	185,074	74,157
561--536	1447,98	1447,18	1444,26	1442,75	38	0,03974	0,1778295	301,37	400	3,221	0,405	0,029081	0,439	0,072	0,958	0,583	0,464	0,186	3,084	1,876	185,454	74,298
536--535	1447,18	1445,81	1442,75	1441,57	29,5	0,04000	0,1778295	301,00	400	3,232	0,406	0,029081	0,438	0,072	0,957	0,582	0,463	0,185	3,091	1,880	185,074	74,157
535--502	1445,81	1443,87	1441,57	1440,37	29,886	0,04015	0,1778295	300,79	400	3,238	0,407	0,029081	0,437	0,071	0,956	0,581	0,462	0,185	3,095	1,882	184,856	74,076
502--501	1443,87	1441,82	1440,37	1439,93	34,561	0,01273	0,1778295	373,07	400	1,823	0,229	0,040638	0,776	0,177	1,100	0,783	0,657	0,294	2,006	1,428	262,623	117,452
501--500	1441,82	1441,43	1439,93	1439,48	35	0,01286	0,3504485	480,26	500	2,126	0,417	0,040638	0,840	0,097	1,107	0,655	0,698	0,220	2,354	1,393	349,241	109,933
500--499	1441,43	1440,75	1439,48	1439,04	35	0,01257	0,3504485	482,28	500	2,102	0,413	0,040638	0,849	0,098	1,108	0,658	0,706	0,221	2,330	1,383	352,784	110,591
499--498	1440,75	1440,41	1439,04	1438,59	35	0,01286	0,3504485	480,26	500	2,126	0,417	0,040638	0,840	0,097	1,107	0,655	0,698	0,220	2,354	1,393	349,241	109,933
498--497	1440,41	1440,67	1438,59	1438,14	35	0,01286	0,3504485	480,26	500	2,126	0,417	0,040638	0,840	0,097	1,107	0,655	0,698	0,220	2,354	1,393	349,241	109,933
497--496	1440,67	1440,13	1438,14	1437,65	38	0,01289	0,3504485	479,99	500	2,129	0,418	0,040638	0,838	0,097	1,107	0,655	0,698	0,220	2,357	1,394	348,792	109,848
496--477	1440,13	1439,41	1437,65	1437,17	37,921	0,01266	0,3504485	481,66	500	2,110	0,414	0,040638	0,846	0,098	1,108	0,657	0,703	0,221	2,337	1,386	351,687	110,391
477--476	1439,41	1439,48	1437,17	1436,68	38,079	0,01287	0,3504485	480,18	500	2,127	0,418	0,056837	0,839	0,136	1,107	0,732	0,698	0,260	2,355	1,556	349,111	130,125
476--475	1439,48	1438,72	1436,68	1436,2	38	0,01263	0,3504485	481,85	500	2,107	0,414	0,056837	0,847	0,137	1,108	0,733	0,704	0,261	2,335	1,546	352,018	130,698
475--435	1438,72	1438,21	1436,2	1435,71	38	0,01289	0,3504485	479,99	500	2,129	0,418	0,056837	0,838	0,136	1,107	0,731	0,698	0,260	2,357	1,557	348,792	130,061
435--434	1438,21	1438,6	1435,71	1435,56	38,3	0,01392	0,6181125	585,38	600	2,498	0,706	0,056837	0,875	0,080	1,112	0,609	0,726	0,198	2,777	1,522	435,876	118,874
434--407	1438,6	1438,97	1435,56	1435,41	37,75	0,01397	0,6181125	584,94	600	2,503	0,708	0,056837	0,873	0,080	1,111	0,609	0,725	0,198	2,782	1,524	434,984	118,737
407--406	1438,97	1439,84	1435,41	1435,25	38,4	0,01417	0,6181125	583,43	600	2,520	0,713	0,056837	0,867	0,080	1,111	0,607	0,720	0,197	2,799	1,531	432,046	118,280

406--405	1439,84	1440,57	1435,25	1435,09	38,5	0,01416	0,6181125	583,52	600	2,519	0,712	0,056837	0,868	0,080	1,111	0,607	0,720	0,197	2,798	1,530	432,208	118,306
405--404	1440,57	1440,31	1435,09	1434,95	35,5	0,01394	0,6181125	585,17	600	2,500	0,707	0,075956	0,874	0,107	1,112	0,678	0,726	0,232	2,779	1,696	435,449	138,920
404--393	1440,31	1439,35	1434,95	1434,81	35,4	0,01395	0,6181125	585,08	600	2,501	0,707	0,075956	0,874	0,107	1,111	0,678	0,725	0,231	2,780	1,697	435,275	138,892
393--333	1439,35	1437,12	1434,81	1434,62	47,6	0,01899	0,6181125	552,23	600	2,918	0,825	0,075956	0,749	0,092	1,096	0,642	0,641	0,213	3,199	1,873	384,549	128,028
333--332	1437,12	1435,93	1434,62	1433,48	39	0,02923	0,7267145	541,21	600	3,620	1,024	0,075956	0,710	0,074	1,090	0,590	0,620	0,189	3,945	2,136	371,759	113,535
332--331	1435,93	1434,78	1433,48	1432,34	39	0,02923	0,7267145	541,21	600	3,620	1,024	0,075956	0,710	0,074	1,090	0,590	0,620	0,189	3,945	2,136	371,759	113,535
331--330	1434,78	1435	1432,34	1431,16	40,1	0,02943	0,7267145	540,54	600	3,632	1,027	0,082783	0,708	0,081	1,089	0,610	0,618	0,198	3,957	2,215	371,009	118,982
330--329	1435	1431,7	1431,16	1429,7	50	0,02920	0,7267145	541,32	600	3,618	1,023	0,082783	0,710	0,081	1,090	0,611	0,620	0,199	3,943	2,210	371,878	119,240
329--328	1431,7	1429,98	1429,7	1428,48	42	0,02905	0,7267145	541,85	600	3,609	1,020	0,082783	0,712	0,081	1,090	0,611	0,621	0,199	3,934	2,206	372,470	119,415
328--326	1429,98	1430,45	1428,48	1427,87	36	0,01694	0,7267145	599,48	600	2,756	0,779	0,082783	0,933	0,106	1,119	0,676	0,779	0,230	3,084	1,862	467,448	138,106
326--325	1430,45	1429,15	1427,87	1427,3	33,5	0,01701	0,7707965	612,38	600	2,762	0,781	0,082783	0,987	0,106	1,122	0,675	0,837	0,230	3,100	1,865	502,479	137,958
325--261	1429,15	1429,22	1427,3	1426,6	33,78	0,02072	0,7607965	587,28	600	3,048	0,862	0,082783	0,883	0,096	1,113	0,652	0,733	0,218	3,391	1,987	439,718	130,985
261--260	1429,22	1427,23	1426,6	1425,51	52,47	0,02077	0,7807965	592,75	600	3,052	0,863	0,082783	0,905	0,096	1,116	0,652	0,752	0,218	3,404	1,988	451,490	130,899
260--259	1427,23	1425,82	1425,51	1424,62	39	0,02282	0,7807965	582,40	600	3,199	0,904	0,082783	0,863	0,092	1,110	0,640	0,717	0,213	3,551	2,048	430,064	127,628
259--258	1425,82	1424,99	1424,62	1423,72	39	0,02308	0,7807965	581,18	600	3,216	0,909	0,082783	0,859	0,091	1,110	0,639	0,713	0,212	3,569	2,055	427,777	127,242
258--257	1424,99	1424,25	1423,72	1422,82	39	0,02308	0,7807965	581,18	600	3,216	0,909	0,082783	0,859	0,091	1,110	0,639	0,713	0,212	3,569	2,055	427,777	127,242
257--256	1424,25	1423,56	1422,82	1421,92	39,15	0,02299	0,7807965	581,60	600	3,210	0,908	0,082783	0,860	0,091	1,110	0,639	0,714	0,212	3,563	2,053	428,557	127,375
256--01	1423,56	1422,83	1421,92	1421,03	38,81	0,02293	0,7807965	581,86	600	3,206	0,907	0,082783	0,861	0,091	1,110	0,640	0,715	0,212	3,559	2,051	429,058	127,460