



Université Cadi Ayyad
Faculté des Sciences et Techniques
Département des Sciences de La Terre



Laboratoire des géoressources unité
associé au CNRCI URAC 42



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes

Master Science et Technique Eau et Environnement



ELABORATION DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT DE
LA COMMUNE URBAINE DE HARHOURA :
CONTRIBUTION A L'ETUDE SECTORIELLE D'ASSAINISSEMENT
LIQUIDE DE LA PROVINCE SKHIRAT-TÉMARA

Par

Hanane AIT HMEID

Réalisé à : REDAL (Rabat)

Sous la direction de :

Mme AZIZA EL OUATI (REDAL, RABAT)

Pr. NADIA KHAMLI (FSTG, Marrakech)

Soutenu le 13 juin 2015, devant le jury composé de :

Pr. : KHAMLI. N : Professeur de la Faculté des Sciences et Techniques, Marrakech- ENCADRANTE

Pr. : RHOUJJATI. A : Professeur de la Faculté des Sciences et Techniques, Marrakech-EXAMINATEUR

Pr. : SAIDI. A : Professeur de la Faculté des Sciences et Techniques, Marrakech-EXAMINATEUR

Pr. : A.EL OUATI : Responsable du pole Eau et Assainissement REDAL-RABAT- ENCADRANTE

Année Universitaire 2014 /2015



Dédicace

Au nom d'ALLAH le Puissant le Miséricordieux, je dédie ce fruit de longues années d'assiduité acharnée :

A mes très chers et adorables parents Fatima et Ali qui ont toujours été là pour moi, qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance, qui ont toujours fait preuve d'énormes sacrifices, qui n'ont pas cessé de me conseiller, encourager et soutenir à tout moment. Seul Allah le tout puissant pourra vous récompenser pour ce que vous avez fait et ce que vous faites toujours pour moi. Puisse le tout puissant vous procurer santé, bonheur et longue vie.

A mes chers frères khalid, Hicham et Mohamed et mes sœurs Imane, Layla et la petite Soukyna. C'est avec un grand plaisir et immense joie que je vous dédie ce modeste travail en témoignage de notre amour fraternel. De tout mon cœur, je vous souhaite une vie pleine de bonheur et de prospérité.

A toute la famille maternelle et paternelle, que ce travail soit une sincère reconnaissance pour votre soutien moral.

A tous les professeurs et enseignants à la faculté des sciences et techniques de Marrakech, qui m'ont permis, par leurs efforts, d'atteindre un tel niveau de formation.

A tous mes chers amis et collègues. Que ce mémoire soit le témoignage de notre amitié sincère et profonde.

A tous ceux qui œuvrent pour la protection de l'environnement

A tous ceux qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire. Veuillez trouver ici l'expression de mon dévouement, de ma reconnaissance et mon vif attachement.

Hanane...

Remerciement

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble du personnel de département Etudes Infrastructures et Schémas Directeurs et plus précisément :

Au terme de cette étude, je tiens à exprimer ma profonde reconnaissance à mon encadrante externe Mme. **Aziza El ouati** Chef de service Etudes Infrastructures et Schémas Directeurs pour les précieux conseils qu'elle m'a prodigué et pour l'intérêt soutenu avec lequel elle a entouré ce travail.

Aucun mot ne saurait exprimer ma très haute considération et ma grande admiration pour son ardeur au travail.

Je tiens à remercier également mon encadrante Pr. **Nadia khamli** pour l'enthousiasme avec lequel elle a guidé ce travail. Pour son amabilité et sa disponibilité à servir. Elle m'est particulièrement agréable de vous exprimer ma vive gratitude et ma profonde reconnaissance pour m'avoir inspiré ce travail passionnant et pour vous conseils éclairés.

Je remercie tout particulièrement Mr. **M. LAKHLIFI**, pour son aide, ses conseils et sa disponibilité. Je suis également reconnaissant envers Mr. **M. Daoufa**. Pour son aide et ses Explications lors des séances de travail sans oublier le reste de l'équipe du département Etudes Infrastructures et Schémas Directeurs.

Je tiens à remercier également Mr. **Fadli A**, de nous accompagner à la station de prétraitement de Rabat, en n'oubliant pas le reste de l'équipe de la station pour leurs explications.

Je tiens à remercier également Mr. **Kaddaf A**, ingénieur à SAFED.

Je tiens également à remercier les gens de la commune de Harhoura particulièrement **Mr Bartali** , **Mr Hssain**, **Mr mzandi** et **Mr Bougtab** pour leur accueil sympathique et leur coopération professionnelle.

Mes sincères remerciements vont également aux membres de jury, **Pr. Ali Rhoujjati** et **Pr. Abdellatif SAIDI** pour avoir accepté de juger ce travail.

Résumé

Dans le cadre du Plan National de l'Assainissement liquide (PNAL) et d'Épuration des eaux usées, et dans le sens d'une philosophie d'une gestion intégrée des ressources en eau que cette étude a été réalisée. Elle présente un cas concret de conception et de dimensionnement du réseau d'assainissement de la Commune urbaine de Harhoura dans la Province de SKHIRAT-TÉMARA, et ce selon une démarche intégrant les aspects techniques, environnementaux et socio-économiques avec une approche participative.

La commune urbaine de Harhoura est située sur la route côtière qui relie Rabat et Skhirat à environ 15 km de Rabat, elle est limitée au Nord-Ouest par l'Océan atlantique et au Sud Est par l'autoroute Rabat-Casa. Cette Commune urbaine compte une population d'environ 18 953 habitants en 2013.

L'étude qui m'a été confiée par «REDAL» sous l'intitulé «ELABORATION DU SCHEMA D'ASSAINISSEMENT DE LA COMMUNE URBAINE DE HARHOURA : Ce présent projet a pour objectif, le choix du système d'assainissement liquide, conception et dimensionnement de réseau d'assainissement des eaux pluviales ». Il est scindé en deux étapes :

Dans la première étape choix du système d'assainissement séparatif et la conception du réseau d'assainissement.

Dans la deuxième étape dimensionnement et la modélisation du réseau d'assainissement.

Cette étude vise la sauvegarde de la ressource hydrique dans la zone couverte par le projet via l'assainissement des eaux de la Commune urbaine. Cette intervention cadre bien avec l'esprit du Plan National de l'Eau et du Plan National d'Assainissement qui vise la préservation des ressources naturelles et la protection de la population contre les inondations.

Mots-clés : Assainissement liquide, réseau séparatif, dimensionnement, réseau d'assainissement, simulation, conception, Mensura Genius, PC-SWMM.

خلاصة

في إطار المخطط الوطني للتطهير السائل والمياه العادمة، وامتدادا للأبحاث الرامية لتحسين والحفاظ على الموارد المائية يأتي هذا العمل الذي نسعى من خلاله صياغة ابعاد شبكة صرف المياه بالجماعة الحضرية الهرهورة عمالة تمارة الصخيرات، في دراسة تأخذ بعين الإعتبار جميع الأبعاد التقنية، البيئية والإقتصادية.

تتواجد الجماعة الحضرية الهرهورة على الطريق الرابطة بين الرباط والصخيرات على بعد 15 كم من مدينة الرباط. يحدها من الشمال الغربي المحيط الأطلسي ومن الجنوب الشرقي الطريق السيار الدار البيضاء الرباط.

هذه الدراسة التي أسندت إلي من طرف رياضات تحت عنوان "دراسة و صياغة شبكة مياه الأمطار والصرف الصحي بالهرهورة" تهدف بالأساس الى تنصيب مخطط لقتوات صرف مياه الأمطار بالمنطقة على مساحة مقدرة ب 550 هكتار.

وستمكن هذه الدراسة من الحفاظ على الموارد الطبيعية والمائية وذلك بفصل مياه الأمطار على مياه الصرف الصحي، الأولى سيتم سياقتها مباشرة الى المحيط أما الثانية ستتخذ منها آخر منفصل ليتم تطهيرها أولا عن طريق محطة تطهير السائل بالصخيرات قبل إعادتها للطبيعة.

Glossaire

TN : Terrain naturel

PNAL : Plan National de l'Assainissement liquide.

ONEP : Office nationale de l'eau potable.

EP : Eaux pluviales.

EU : Eaux usées.

ETR : Evapotranspiration réelle.

PVC : Polychlorure de vinyle non plastifié.

CP : Collecteur pluvial.

DAO : Dessin assisté par ordinateur.

BV : Bassins versants.

SBE : Sous-bassins élémentaires.

RAU : Réseau d'assainissement urbain.

CAO: Conduite en béton armée ordinaire.

SWMM: Storm Water Management Model.

Liste des tableaux

Tableau 1: Emplacement de la Commune de Harhoura par rapport à des villes (source : Commune de Harhoura).	18
Tableau 2 : risques environnementaux (Commune de Harhoura).....	26
Tableau 3 : différentes ressources en eau de la CU de Harhoura	33
Tableau 4 : Evolution de l'effectif de la population de la commune de Harhoura jusqu' à l'horizon 2028.	33
Tableau 5 : Occupation du sol de la commune de Harhoura.	34
Tableau 6 : type de logement selon quartier.....	34
Tableau 7 : la consommation en eau par typologie d'habitat.....	35
Tableau 8: Les valeurs de C fréquemment utilisées.....	44
Tableau 9: les formules d'assemblage des bassins versants	49
Tableau 10 : récapitulation des caractéristiques du réseau d'eau pluviales.....	77
Tableau 11 : Estimation du coût total du réseau d'assainissement EP de la commune Harhoura	82

Liste des figures

Figure 1: Diagramme de GANTT.....	14
Figure 2 : plan de masse de la commune urbaine Harhoura.....	18
Figure 3 : Carte géologique de la région de Temara.....	23
Figure4 : Plan de situation et schéma géologique régionale.....	24
Figure 5 : Coupe synthétique des différentes formations traversées à l'échelle locale.....	25
Figure 6 : Illustration tridimensionnelle de la topographie locale.....	22
Figure 7 : La rose des vents de Rabat-Salé (Période 1994-2004).....	21
Figure 8 : Situation de Harhoura sur le diagramme pluviométrique de L. Emberger.....	22
Figure 8 : Données maximales pluviométriques mensuelles.....	23
Figure 10 : Carte illustrant le réseau hydrographique régional.....	25
Figure 12 : Carte schématique de la répartition des niveaux d'eau souterraine dans le périmètre de la CU Harhoura.....	30
Figure 13 : Carte piézométrique de la nappe s'écoulant dans le périmètre environnant la zone d'étude.....	31
Figure 11 : Représentation de la carte piézométrique régionale.....	32
Figure 14: plan d'aménagement de la commune urbaine de Harhoura.....	37
Figure15 : vu du collecteur pluvial CP240.....	38
Figure16 : montre les lignes isochrones.....	38
Figure 17 Exemple d'assemblage des sous bassins versants.....	46
Figure 18: La commune Harhoura en 3D donnée par Mensura Genius 4.1.....	50
Figure19 : délimitation des zones de coefficient de ruissellement.....	62
Figure 20: sens d'écoulement des eaux	66
Figure 21 : emplacement de l'exutoire des eaux pluviales	68
Figure 22: projection du réseau d'assainissement	69
Figure 23 : fichier TN	70
Figure 24 : projection du réseau d'assainissement	71
Figure 25 : exemple du Profil en long	72
Figure 26: découpage en bassin vessant sous mensura.....	73

Figure 27: Illustration de l'interface graphique avec un modèle composé de 12 bassins de drainage S, 35 tronçons C et 36 nœuds de jonction J.....	76
Figure 28: la variation des débits du tronçons 1 au tronçons36.....	77
Figure 29: variation du niveau d'eau dans les tronçons du collecteur A (au temps 1:35 s).....	77
Figure30 : la simulation de l'écoulement avec le modèle de l'onde dynamique dans le collecteur principal A.....	78
Figure 31 : emplacement du bassin versant 150.....	79

Table des matières

Liste des tableaux	8
Liste des figures.....	9
Table des matières	11
Introduction Générale	14
PARTIE I : Zone d'étude et méthodologie du travail.....	17
.....	17
CHAPITRE I : DONNEES GENERALES SUR LA ZONE D'ETUDE.....	18
I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE:.....	18
1) Situation géographique :.....	18
2) Situation administrative :.....	19
II. DONNEES PHYSIQUES :	23
1) Données climatiques :	Erreur ! Signet non défini. 23
1.1) Météorologie.....	23
1.2) La température :.....	24
1.3) Précipitations :.....	25
1.4) L'évaporation :.....	25
1.5) Les vents :.....	25
1.6) Risques environnementaux :	26
1.7) Topographie de la zone d'étude :.....	22
2) Cadre géologique et pédologie :	19
2.1) Géologie régionale :	19
2.2) Géologie locale :.....	21
2.3) Végétation et sol :	22
III. CADRE HYDROLOGIQUE :.....	27
IV. HYDROGEOLOGIQUE :.....	28
1) Hydrogéologie régionale :.....	28
2) Hydrogéologie locale :.....	31
2.1) les ressources en eau souterraines :.....	31
2.2) Piézométrie :.....	32
V. DEMOGRAPHIE ET URBANISME :.....	33
1) Démographie :.....	33

2) Urbanisme :	33
VI. CONSOMMATION EN EAU POTABLE :	34
VII. INFRASTRUCTURE DE BASE DU HARHOURA :	35
1) Voirie :	35
2) L'électricité :	36
CHAPITRE II : SITUATION ACTUELLE ET SOLUTIONS PROPOSEES	37
INTRODUCTION :	37
I. SITUATION ACTUELLE DE L'ASSAINISSEMENT :	37
II. SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PROJETE :	39
CHAPITRE III : CRITERES GENERAUX DE CONCEPTION	41
INTRODUCTION :	41
I. CALCULE DES DEBITS D'EAUX PLUVIALES :	41
1) Introduction sur la détermination des débits d'eaux pluviales :	41
2) Paramètres utilisés dans les méthodes de calcule :	42
3) Méthodes de calcule des débits	45
CHAPITRE IV : CALCULS HYDRAULIQUES	55
I. DIMENSIONNEMENT DES CANALISATIONS :	55
1) Conditions d'autocurage :	55
1.1) Vitesses d'écoulement minimales :	56
1.3) Pente minimale :	56
2) Types de conduites et matériaux :	57
2.1) Matériaux des conduites :	57
2.2) Choix des collecteurs :	57
PARTIE II Résultats et discussions	59
.....	59
CHAPITRE I : DESCRIPTION DE RESEAUX D'ASSAINISSEMENT EP PROJETES	60
Résultats et discussions	59
I. PRESENTATION DES LOGICIELS :	60
1) Autocad version 2008 :	60
2) Mensura Genius-4 :	60
3) PC-SWMM :	61
II. PRINCIPE DE CONCEPTION :	62
1) Implantation des collecteurs :	62

2) Calage des collecteurs :.....	62
3) Implantation des ouvrages annexes :.....	63
III. METHODOLOGIE SUIVIE :.....	64
1) Projection du réseau :.....	66
2) le Profil en long :.....	73
Chapitre II: dimensionnement et modélisation des collecteurs des eaux pluviales.....	74
INTRODUCTION :.....	74
I. DECOUPAGE EN BASSINS VERSANTS :.....	74
II. ASSEMBLAGE DES BASSINS ELEMENTAIRES ET ESTIMATION DES DEBITS:.....	76
III. DIMENSIONNEMENT DES COLLECTEURS :.....	76
IV. VERIFICATION DES CONDITIONS D'ECOULEMENT :.....	76
V. MODELISATION DES RESEAUX :.....	77
VI. ESTIMATION DU COUT :.....	82
Conclusion générale.....	83
ANNEXE.....	84

Introduction Générale

"Maîtriser la qualité de l'eau... Vaste défi aux enjeux vitaux" Kofi Annan.

Le Maroc, situé à l'extrême Nord Ouest du continent Africain est caractérisé par l'importance de l'altitude de ses montagnes par son climat qui varie d'un climat méditerranéen au nord à saharien au sud. Cela se traduit par une décroissance des précipitations en allant du Nord au Sud.

Dès le début de l'urbanisation, le Maroc a connu un problème d'ordre sanitaire qui s'est posé de façon dramatique. En raison de l'augmentation de la densité de la population, il s'est produit une concentration de déchets de toutes sortes. Les déchets d'origine humaine, les matières fécales et l'urine, sont ceux qui posent le plus de problèmes, car en plus d'être olfactivement très présents, ils sont les sources d'une multitude d'infections et de maladies. Suite à de nombreuses épidémies, les citoyens ont dû s'organiser pour régler ce problème de façon définitive. Une nouvelle science, l'hydrologie urbaine, s'est développée permettant l'évacuation hydraulique des déchets humains. L'hydrologie urbaine est la science du cycle de l'eau en milieu urbain.

Le taux des ressources en eau naturelles par habitant est estimé actuellement à environ 730m³/hab/an, cela montre bien que le Maroc est structurellement assujéti à la pénurie d'eau et par conséquent, ses politiques et stratégies doivent tenir compte de cette donnée.

En dépit des efforts de mobilisation des ressources en eau conventionnelles (eaux souterraines et eaux superficielles), le Maroc est contraint de prospecter d'autres voies et d'œuvrer davantage pour la rationalisation des ressources disponibles en cherchant des approvisionnements alternatifs telle que l'utilisation des eaux non conventionnelles. La réutilisation des eaux usées épurées peut constituer l'un de ces approvisionnements.

En effet, le recours à l'assainissement liquide et solide constitue au Maroc une grande préoccupation de l'état. Malgré Les efforts déployés, le pourcentage de la population qui n'a pas accès de façon durable à un approvisionnement en eau de boisson salubre et un assainissement de base reste trop faible.

En vue de rattraper ce retard considérable en matière d'assainissement liquide, plusieurs projets sont en cours de réalisation ou en cours d'étude.

Le terme assainissement constitue une partie fondamentale du cycle de l'eau puisqu'il met en relation le milieu récepteur et le milieu urbain à travers l'évacuation des eaux pluviales

et des eaux usées. L'assainissement peut avoir donc deux sens. Le premier correspond à une approche physique : c'est l'ensemble des équipements utilisés, réseau d'assainissement, assainissement autonome, station d'épuration pour évacuer les eaux d'une agglomération qu'elles soient usées ou pluviales. Le deuxième a une définition plus large : c'est l'ensemble des stratégies utilisées par les habitants des villes, responsables officiels ou non, pour essayer de répondre aux problèmes posés par la circulation de l'eau en excluant la production et la distribution de l'eau potable.

L'assainissement liquide est une mission noble et un outil précieux de lutte contre la pollution et de sauvegarde de la salubrité du milieu.

Sans systèmes d'assainissement, les déchets humains pénètrent dans les eaux souterraines et les eaux de surface ce qui crée un cycle de transmission de nombreuses maladies.

Un environnement de vie sain nécessite donc l'existence d'un assainissement adéquat qui aura un impact direct et positif sur l'amélioration de la santé.

Pour répondre aux préoccupations de la population face à la préservation de la santé publique et l'amélioration des conditions sanitaires, la Commune urbaine de Harhoura (province de SKHIRAT-TÉMARA), dont la viabilisation et l'urbanisme sont en cours, a certainement besoin d'un aménagement en termes d'assainissement. En effet, l'absence d'un système d'assainissement collectif constitue l'un des plus graves problèmes dont souffre la population de cette Commune urbaine.

Ce projet d'assainissement de la commune de Harhoura s'inscrit dans le cadre d'un vaste chantier visant la dépollution du littoral atlantique et de la vallée du Bouregreg. Il a été mis en place par REDAL, société concessionnaire de la gestion déléguée des services d'électricité, d'eau potable et d'assainissement des villes de Rabat et Salé.

L'objectif de ce projet de fin d'étude est l'élaboration d'un schéma du réseau d'assainissement eau pluviale et le dimensionnement de ses collecteurs pour la commune urbaine de Harhoura (province de Skhirat-Témara).

Afin d'atteindre cet objectif, nous avons établi une planification en divisant le travail en tâches ordonnées comme suit :

- Collecte des données et de documentation nécessaires pour la conception chez REDAL et à la commune de Harhoura.
- Saisie de données sous les logiciels Autocad et Mensura.
- Elaboration du schéma d'assainissement liquide eau pluviale (EP) et dimensionnement du réseau sous Mensura.
- Simulation du réseau EP sous PC-SWMM.

Le diagramme de GANTT (Fig.1), jouait le rôle du fil conducteur tout au long du travail. Il nous a permis de maîtriser la gestion du temps alloué pour la réalisation du projet.

Les livrables des différentes phases de ce planning servent de documentation pour le projet et nous ont servis à la rédaction de ce rapport.

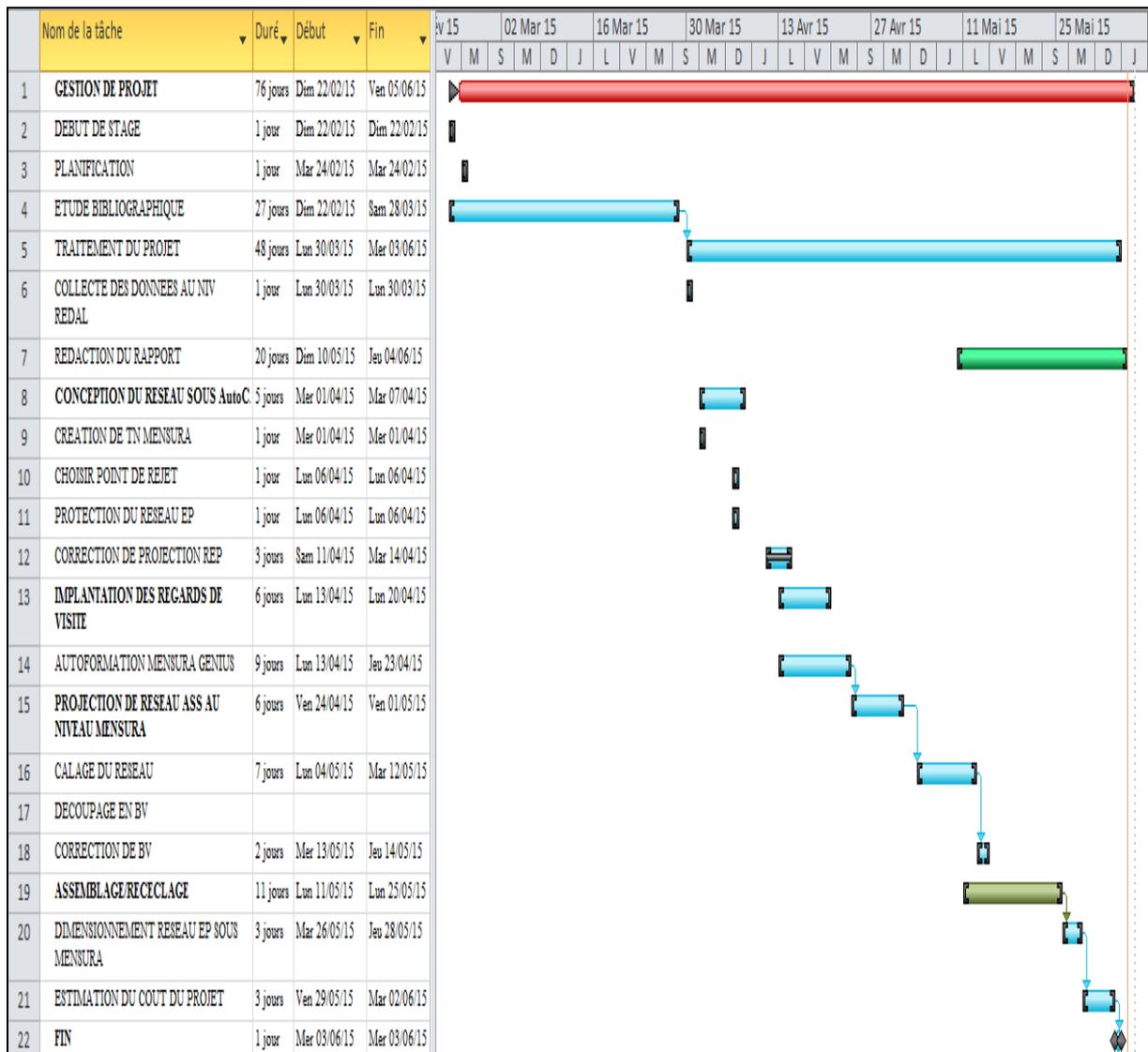


Figure 1: diagramme de GANTT

Le mémoire se compose de deux parties :

Partie I : Elle présente les données de base concernant le site d'étude (population, climat, hydrologie et hydrogéologie) ainsi que les méthodes de dimensionnement du réseau de collecte des eaux.

Partie II : Cette partie nous présente les résultats de la conception et du dimensionnement du réseau d'assainissement des eaux pluviales de la commune urbaine de Harhoura.

PARTIE I
Zone d'étude et
méthodologie du
travail

CHAPITRE I : DONNEES GENERALES SUR LA ZONE D'ETUDE

I. SITUATION GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIVE:

1) Situation géographique :

La commune de Harhoura a un emplacement stratégique. Elle fait partie de la région Rabat-Salé-Zemmour-Zaër. Elle est limitée au Nord par la commune de Yacoub el Mansour, au Sud par la commune de Skhirat, à l'Est par la Commune de Témara et à l'ouest par Océan Atlantique.

Son emplacement par rapport à certaines villes est donné par le tableau ci-dessous :

*TABLEAU 1: EMLACEMENT DE LA COMMUNE DE HARHOURA PAR RAPPORT A
DES VILLES (SOURCE : COMMUNE DE HARHOURA).*

Eloignement	Eloignement en km de la commune de Harhoura
Rabat	15 Km
Kenitra	50 Km
Mohammedia	45 Km
Casa	72 Km
Gare routière de rabat	9 Km
Aéroport de rabat – salé	27 Km
Port de Mohammedia	45 Km
Port de Kenitra	50 km

2) Situation administrative :

La ville de Harhoura est une commune urbaine qui relève de la préfecture Temara-Skhirat. Cette dernière est limitée au Nord par la province de Rabat-Salé, au Sud par la province de Benslimane, à l'Est par la province de Khémisset et à l'Ouest par l'Océan Atlantique(Fig.2).



Figure 2 : plan de masse de la commune urbaine Harhoura (délimité par la ligne rouge).

Données géologique, pédologique, et topographique :

2.1) Géologie régionale :

La zone étudiée fait partie de la Meseta marocaine côtière grossièrement tabulaire et pénéplanée après l'orogénèse hercynienne.

La région est recouverte par des formations récentes, d'âge Miocène à Quaternaire, plus ou moins épaisses selon les endroits. Les marnes miocènes sont très souvent présentes, puis viennent des formations détritiques plio-quaternaires pouvant atteindre quelques dizaines de mètres d'épaisseur qui s'étendent sur toute la bande côtière atlantique sauf entre l'oued Ykem et l'oued Nefikh ; ces formations gréseuses et sableuses à ciment calcaire constituent des réservoirs aquifères souvent intéressants dont les nappes sont d'ailleurs très exploitées.

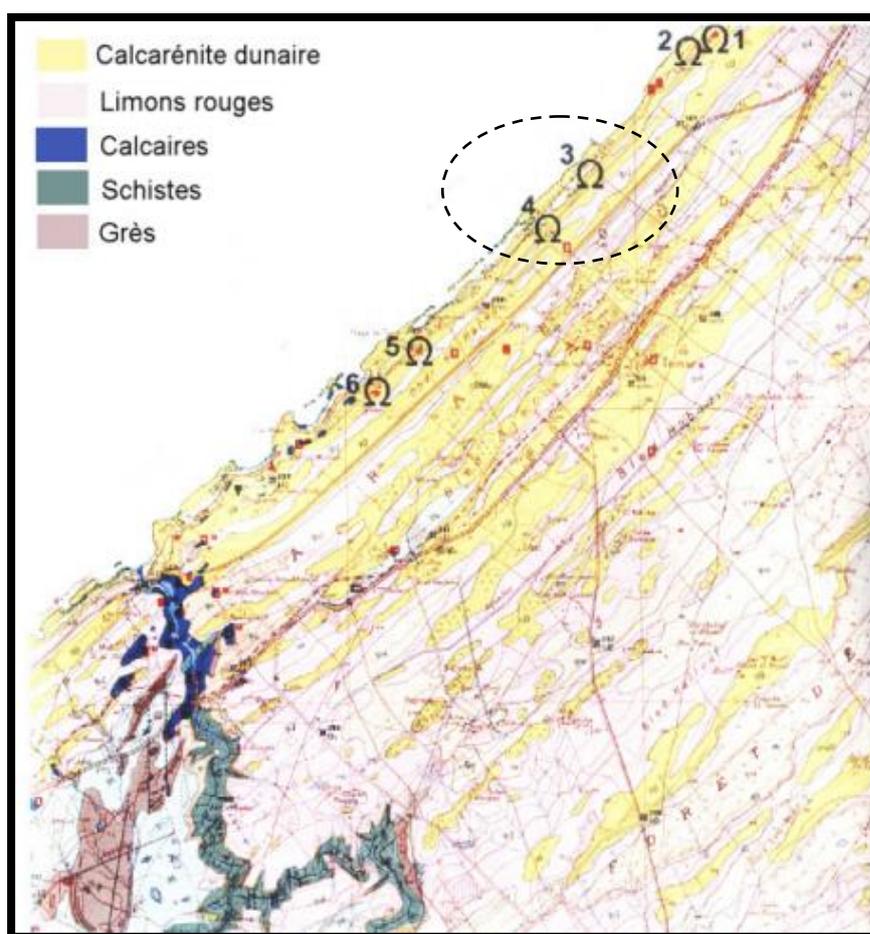


Figure 3 : Carte géologique de la région de Temara (Chennaoui 2004).

D'une manière générale, la série stratigraphique régionale se caractérise par un substratum schisto-quartzitique surmonté par des argiles permo-triasiques, des formations marno-calcaires cénomaniennes et miocènes et de calcarénites plio-quaternaires.

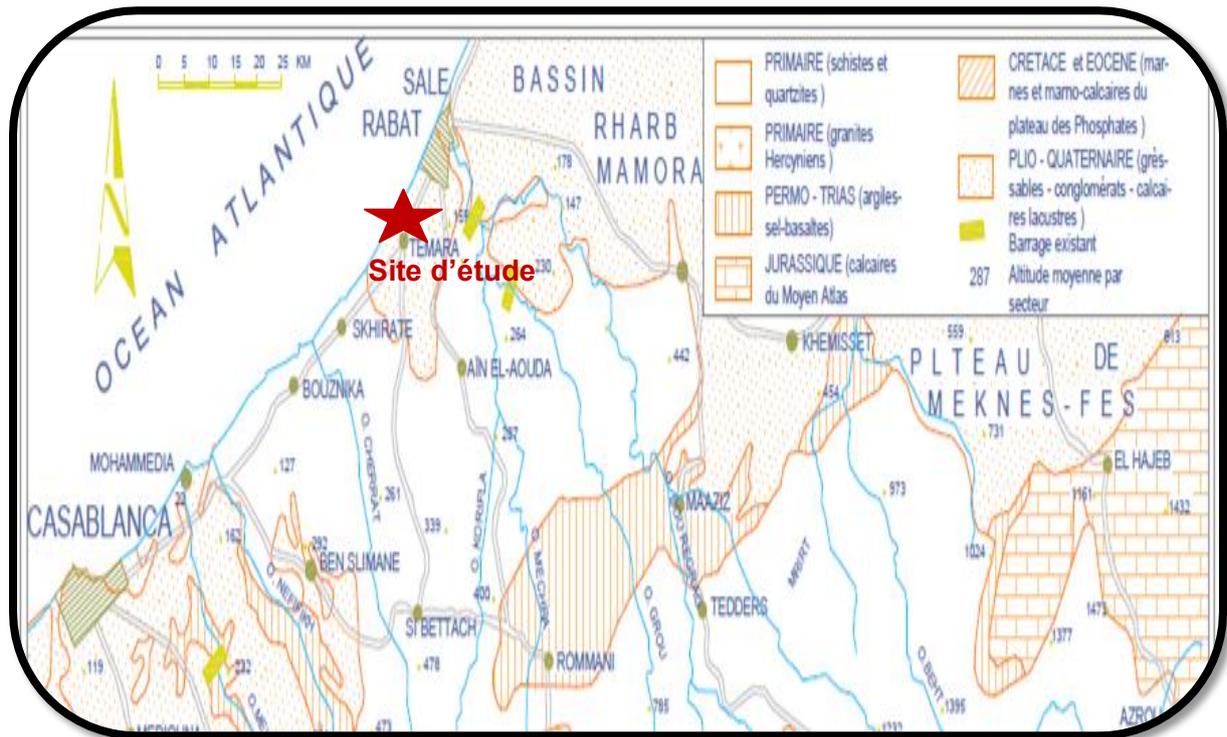


Figure 4 : Plan de situation et schéma géologique régionale

2.2) Géologie locale :

Compte tenu de l'examen analytique des tranchées ouvertes au NW du site d'étude, il s'avère que la coupe lithologique locale est constituée par la succession de bas en haut des formations décrites ci-après (rapport de LPEE):

- Localement, le déblaiement de certains puits d'eau a mis en relief le substratum schisteux grisâtre, recoupé à environ 3.50 m et qui se continue au-delà de 20 m.
- Des tufs calcaires compacts jaunâtres, renfermant des éléments graveleux. Cette formation tuffacée, devient plus indurée avec l'augmentation de la profondeur. Ces tufs ont été atteints à une cote altimétrique moyenne de 1 m par rapport au terrain naturel et se continuent au-delà de 2.50 m/TN.
- Une terre végétale limono-argileuse de type Tirs, dont l'épaisseur varie de 0.40 à environ 1 m.

La figure ci-dessous schématise la coupe lithologique caractéristique de la zone d'étude (Fig.5).

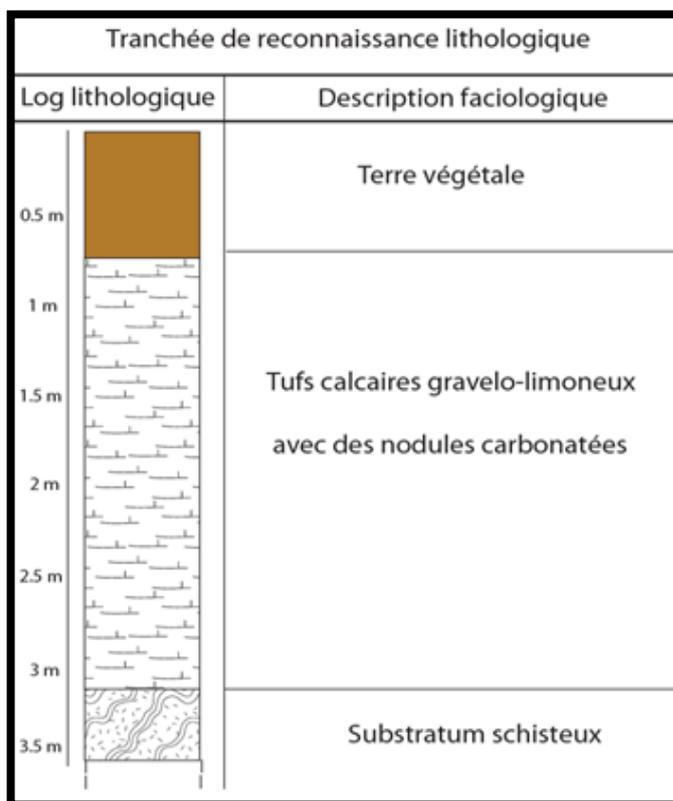


Figure 5 : Coupe synthétique des différentes formations traversées à l'échelle locale (rapport LPEE).

2.3) Végétation et sol :

Actuellement la végétation est essentiellement constituée de chêne liège (*Quercus suber*), qui constitue un prolongement de l'immense forêt de la Mamora au sud de Rabat. Mais le couvert végétal de Témara n'est pas uniforme, il s'éclaircit vers le sud-ouest et se caractérise par des forêts de chêne liège plus claires, des ligneux bas et des ligneux hauts (Chennaoui, 2004 ; Aouraghe, 2001, Bouzouggar, 1997). D'un point de vue pédologique, la région de Témara est constituée à 80 % de sols rouges de type fersiallitique (Hamri), et à 20 % de sols hydromorphes (Hrach) (Aouraghe, 2001).

1.1) Topographie de la zone d'étude :

La zone d'étude se situe dans le palier inférieur du bassin de Bouregreg. D'après la carte topographique ce palier regroupe à la fois tous les bas plateaux atlantiques de faible

altitude ainsi que la plaine de Meseta. Il est caractérisé par une pente faible aux approches du littoral ou les plateaux sont inclinés. Les altitudes ne dépassent pas les 230 m (Fig.6).

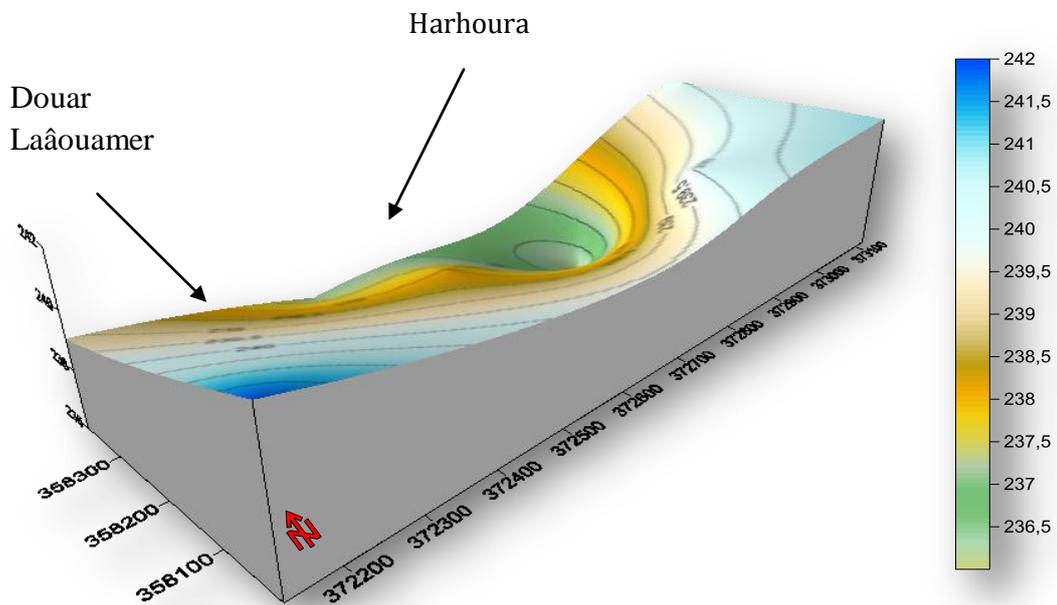


Figure 6 : Illustration tridimensionnelle de la topographie locale

II. DONNEES CLIMATIQUES :

1.2) Météorologie

La région étudiée appartient à l'étage sub-humide, soumis aux influences océaniques (Fig. 7).

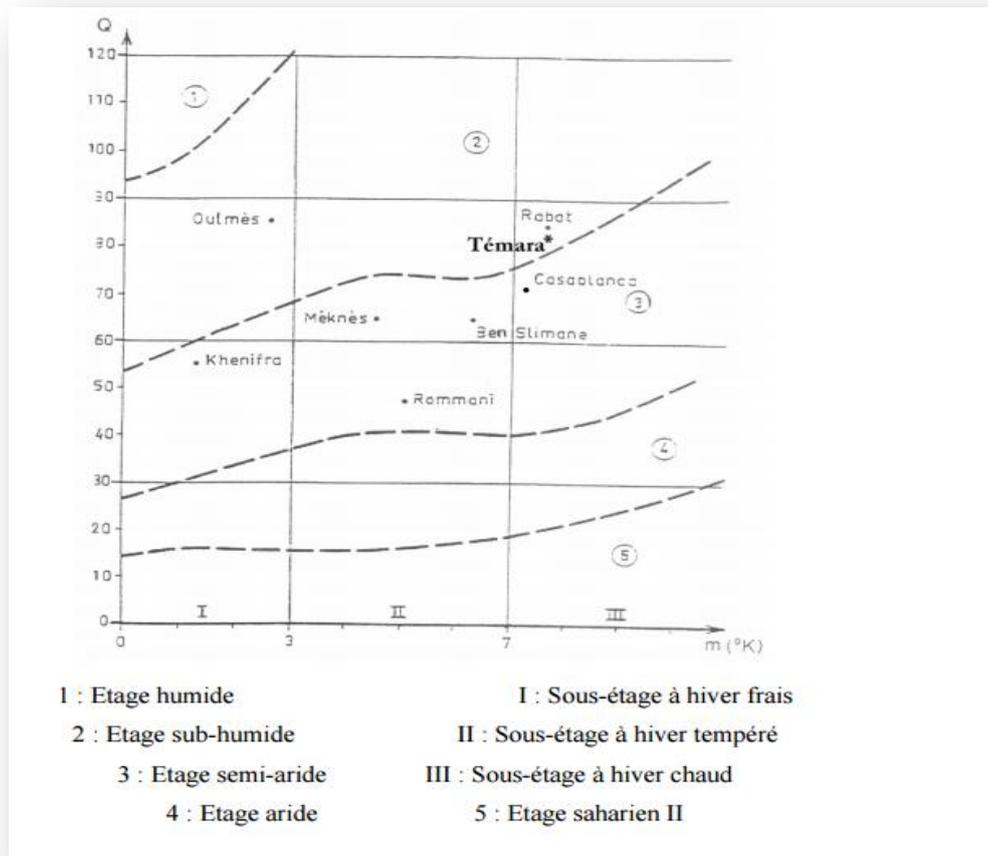


Figure 7 : Situation de Harhoura sur le diagramme pluviothermique de L. Emberger (Chennaoui, 2004).

1.3) La température :

Les températures moyennes annuelles fluctuent entre 17 et 20 °C. Les mois les plus chauds sont Juillet et Août avec des maxima moyens de 28 à 30°C. Le vent de chergui augmente davantage cette température estivale. Les mois les plus froids sont Décembre, Janvier et Février avec une moyenne des minima s'échelonne entre 6 et 10 °C.

1.4) Précipitations :

La station météorologique la plus proche de la zone d'étude est celle de la ville de Rabat. La hauteur des pluies enregistrées annuellement est de l'ordre de 510 mm/an. La saison pluvieuse s'étale entre Octobre et Mai avec deux maximas en Décembre, Janvier et Mars. Toutefois, la distribution des précipitations montre des fluctuations annuelles et saisonnières très intéressantes, permettant de mettre en évidence des cycles d'années sèches et d'années humides (Fig. 8).

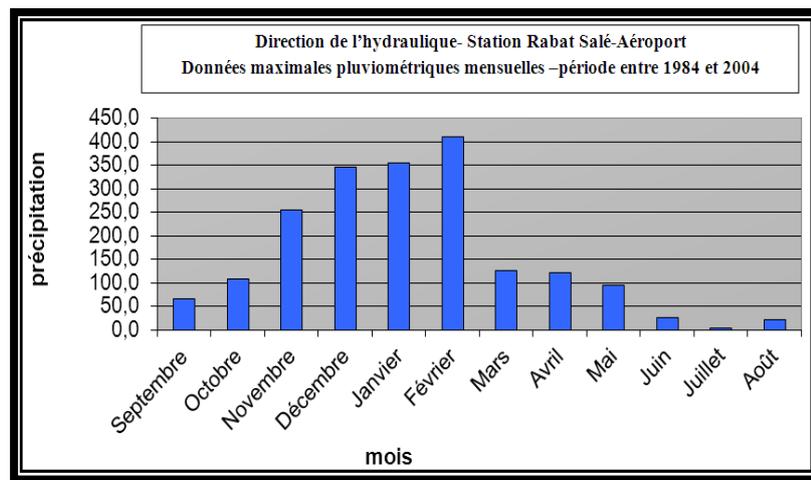


Figure 8 : Données maximales pluviométriques mensuelles (Période entre 1984 et 2004), (rapport de LPEE).

1.5) L'évaporation :

L'évaporation mesurée dans la zone d'étude est de l'ordre de 480mm, alors que l'évapotranspiration réelle (ETR) oscille entre 380 et 420 mm.

1.6) Les vents :

Les vents Ouest et Nord-Ouest constituent plus de 63% des vents annuels, ils sont plus fréquents en hiver ; généralement humides et accompagnés de précipitations. Ces vents frais et humides de secteur ouest constituent le régime dominant avec une vitesse moyenne de 3 m/s (Fig.9).

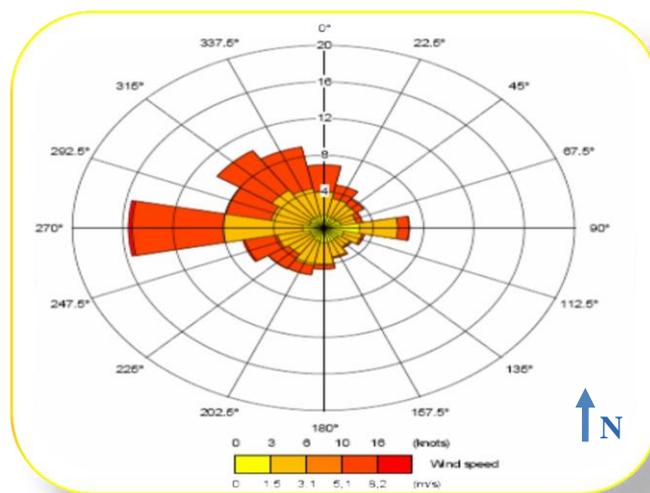


Figure 9 : La rose des vents de Rabat-Salé (Période 1994-2004). (Rapport LPEE).

1.7) Risques environnementaux :

TABLEAU 2 : RISQUES ENVIRONNEMENTAUX (COMMUNE DE HARHOURA).

Risques	% population exposée
Inondations	Néant
Tempêtes	Néant
Glissements des terrains	Néant
Gel	Néant
Autres population de l'air due à la fumée dégagée par les usines	Néant

III. CADRE HYDROLOGIQUE :

La région de Rabat-Témara bien limitée sur le plan hydrogéologique par les oueds : Bou Regreg au Nord, Akrech à l'Est et Ykem au Sud.

Le cours d'eau Bouregreg draine la majeure partie de la Meseta et de la région de rabat. Quelques petits oueds côtiers, tous temporaires, drainent en outre la bordure atlantique de la région de Rabat. Les principaux sont par ordre d'importance le Mellah, le Nefifikh, le Cherrate et l'Ykem.

Le bassin versant de l'Oued Bouregreg, de forme elliptique a une superficie totale de 9700 Km². L'artère principale de l'Oued, à une vingtaine de Kilomètres de l'embouchure se scinde en deux talwegs principaux, à savoir le Bouregreg, proprement-dit au Nord et le Grou, au Sud, respectivement de 3980 Km². Le dernier affluent est lui-même formé de trois affluents qui sont Grou, Korifla et Akreuch.

- L'oued Grou avec un débit de 6.6 m³/s situé à l'Est du site à 3.8 km.
- L'oued Korifla affluent d'oued Grou au Sud-est du site à 9 km.
- L'oued Akreuch (oued Laïmoun) de faible débit (0.1 m³/s à la fin du printemps). Il est situé à l'Ouest du site à 1.5 km. Il reçoit les rejets d'Aïn Aouda.

Les petits oueds côtiers de quelque importance, tous temporaires, qui atteignent l'Océan entre Rabat et Casablanca, sont du Nord au Sud : l'oued Ykem, l'oued Cherrate, l'oued Nefifikh et l'oued Mellah. Tous ont leurs bassins versants compris dans la Méséta centrale marocaine, constituée de terrains essentiellement imperméables ; aucun réservoir aquifère important ne diffère l'écoulement d'une partie des précipitations, ce qui explique que les étiages soient sévères et même souvent nuls. Par contre, les pointes de crues consécutives aux précipitations d'automne et d'hiver peuvent être importantes (*Chennaoui 2004*).

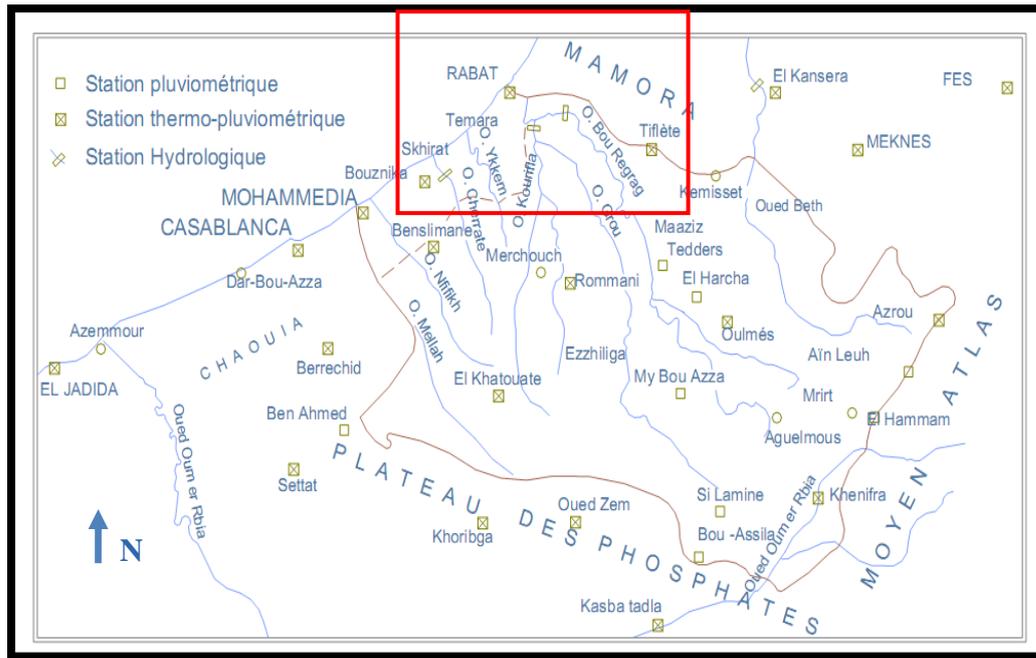


Figure 10 : Carte illustrant le réseau hydrographique régional (rapport LPEE)

IV. HYDROGEOLOGIQUE :

1) Hydrogéologie régionale :

La région de Rabat est délimitée de point de vue hydrogéologique, par les Oueds Bouregreg au Nord, Akrech et Ykem au sud, dont les vallées profondes sont entaillées jusqu'au substratum, l'isolant ainsi de tout apport souterrain extérieur. Le substratum imperméable de ce domaine est constitué par les schistes paléozoïques au SW et les marnes tertiaires au NE. Un premier aquifère emmagasinant l'essentiel des ressources en eau du domaine est constitué par les Calcarénites regroupant les sables et grés coquilliers d'origine marine (Pliocène, Maghrébine Quaternaire), dunaires ou continentaux (Villafranchien, Quaternaire). Cette formation est perméable en petit (fissuration, porosité) mais présente parfois une karstification prononcée pouvant donner lieu à des écoulements de plusieurs dizaines de litres par seconde. L'épaisseur de cet aquifère, variable, peut être considérée comme étant d'une dizaine de mètres en moyenne. La nappe s'écoule globalement d'une façon uniforme vers la mer, c'est-à-dire du SE au NW (raport LPEE).

L'Oued Bouregreg ne contribue qu'à collecter les eaux de la nappe percolant en haut des versants en période exceptionnelle de trop-plein. L'interconnexion entre les eaux de la nappe et celle de l'Oued ne se fait qu'à l'exutoire vers la mer, là où la base de la formation des Calcarénites commence à s'enfuir sous le niveau de l'Oued. Dans cette zone tout le système (nappe+Oued) est envahi par les eaux salées de la mer.

La topographie beaucoup moins tourmentée permet l'existence de véritables nappes de plateaux s'écoulant conformément à l'inclinaison générale de la topographie, du SE vers le NW. Ces nappes sont peu profondes et liées à la frange d'altération et aux fractures ; elles sont pauvres en général.

Il convient par contre d'insister sur les calcaires détritiques plio-quaternaires qui constituent un faciès largement présent et qui fournit l'essentiel des ressources en eau. On range sous ce vocable des sables et des grès plus ou moins consolidés, essentiellement calcaires, qui sont soit marins (Pliocène, Moghrébien, Quaternaire), soit dunaires ou continentaux (Villafranchien, Quaternaire). D'une épaisseur pouvant atteindre 30 m, ils recèlent des nappes d'importance diverse qui s'écoule vers l'W, le NW ou le N. Généralement laminaire, l'écoulement y est parfois karstique et produit alors des débits de plusieurs dizaines de litres/seconde (Chennaoui 2004), (Fig.11).

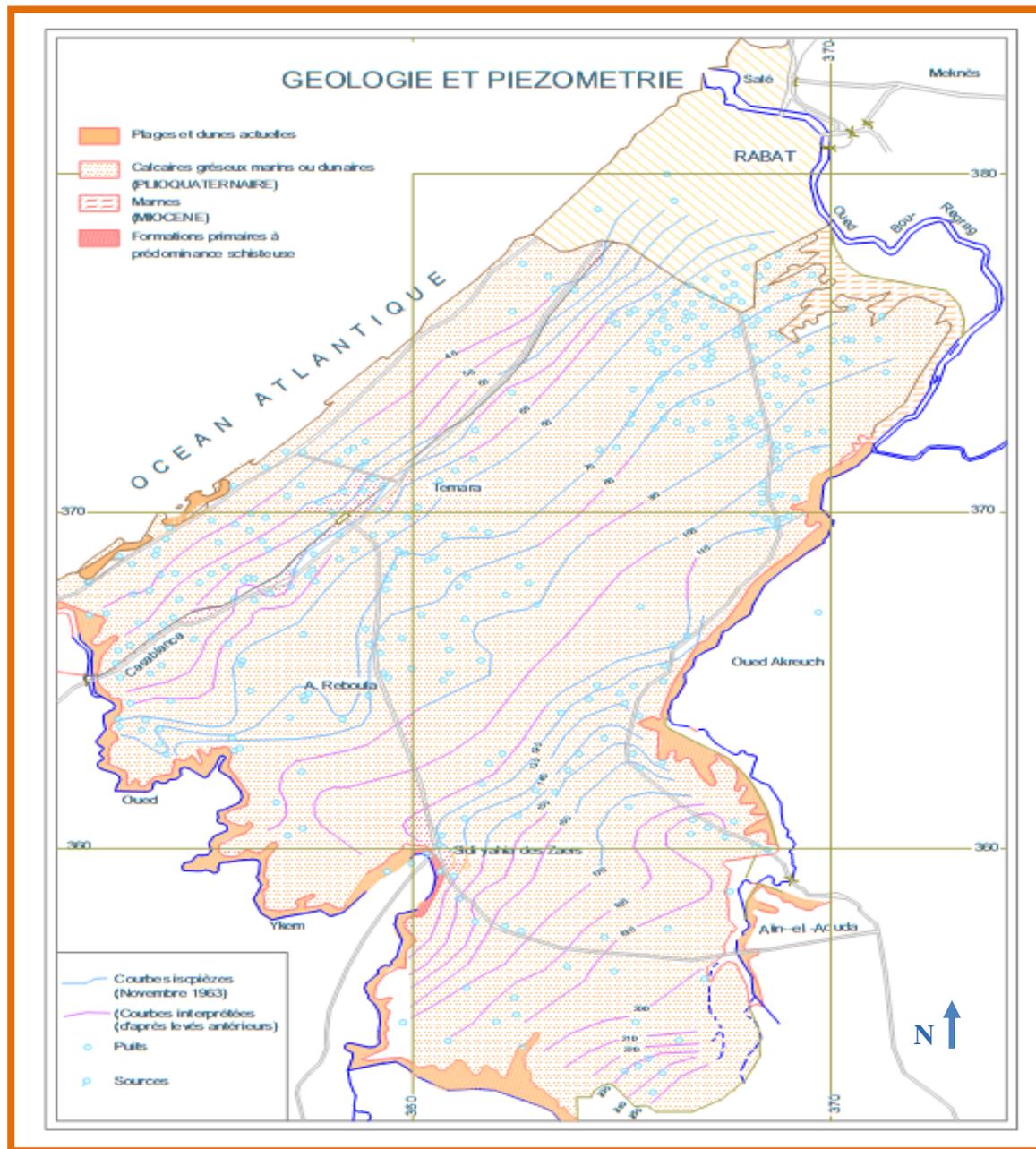


Figure 11 : Représentation de la carte piézométrique régionale (LPEE en Mai 2014).

2) Hydrogéologie locale :

2.1) les ressources en eau souterraines :

Des circulations préférentielles sont localement causées par l'hétérogénéité texturale des grès-calcaires. Le contact Primaire Miocène est marqué par l'érosion des schistes qui détermine la formation de sous bassins aquifères. L'épaisseur de l'aquifère est variable et présente une moyenne d'une dizaine de mètres. Le sens d'écoulement se fait d'une façon uniforme vers l'océan du S.E vers le N.W.

La figure ci-après montre des niveaux d'eau très variables, oscillant entre 1.3 et 5 m/TN et des niveaux piézométriques allant de 233.5 à 238.5 m (Fig.12).

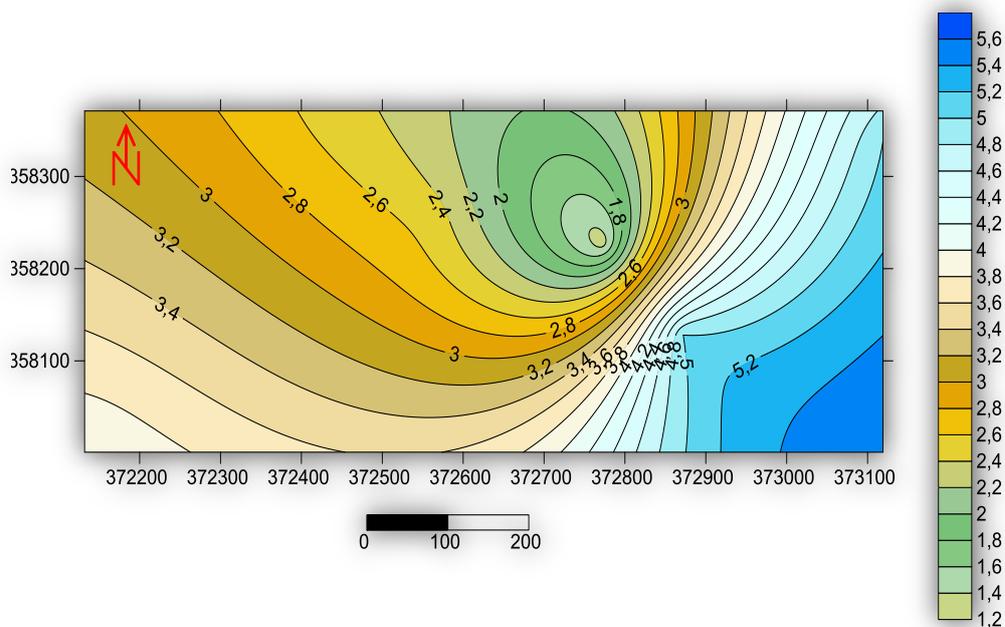


Figure 12 : Carte schématique de la répartition des niveaux d'eau souterraine dans le périmètre de la CU Harhoura.

2.2) Piézométrie :

La carte piézométrique établie à partir des mesures récoltées des points d'eau répartis de parts et d'autres de la surface réservée au projet, montre un sens d'écoulement s'orientant généralement vers le Nord. D'une manière générale, l'écoulement de la nappe d'eau s'aligne à la topographie locale (rapport de LPEE).

La figure ci-dessous illustre la carte piézométrique des eaux souterraines circulant à l'échelle de la zone d'étude (Fig.13):

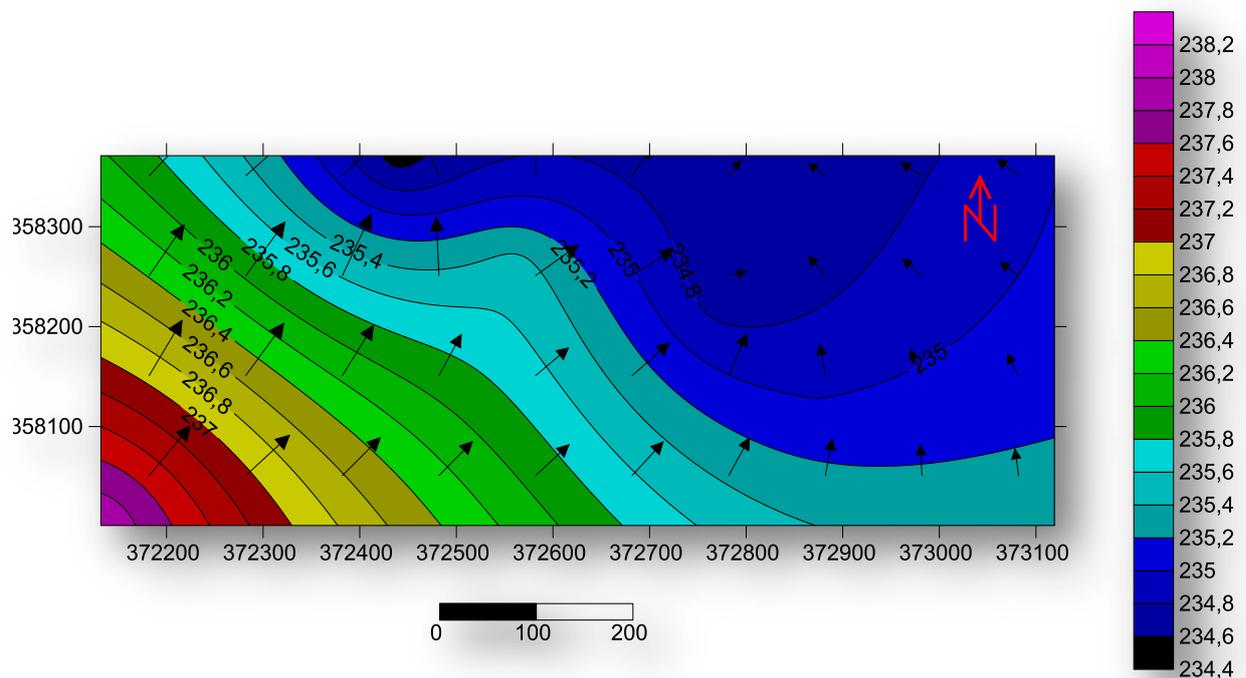


Figure 13 : Carte piézométrique de la nappe s'écoulant dans le périmètre environnant la zone d'étude.

Le tableau ci-dessous ne marque les différentes ressources en eau de la zone étudiée.

TABLEAU 3 : DIFFERENTES RESSOURCE EN EAU DE LA CU DE HARHOURA

DESIGNATION	NOMBRE	CAPACITE	OBSERVATION
Barrage	Néant	Néant	Néant
Lac	Néant	Néant	Néant
Oued	1		Limite territoire harhoura
Source	Néant	Néant	
nappe phréatique	1		

V. DEMOGRAPHIE ET URBANISME :

1) Démographie :

La population de la commune de Harhoura en 2004 était de l'ordre 9 459 hab.

À l'horizon 2028, elle sera de 32 693 habitants. L'évolution de l'effectif pour les horizons intermédiaires est présentée par le tableau ci-après :

TABLEAU 4 : EVOLUTION DE L'EFFECTIF DE LA POPULATION DE LA COMMUNE DE HARHOURA JUSQU' A L'HORIZON 2028.

Horizon	2004	2008	2013	2018	2023	2028
Population (hab)	9 459	14 083	18 953	23 889	28 328	32 693

2) Urbanisme :

Les typologies d'habitat rencontrées à La commune de Harhoura sont les résidences touristiques, les villas et les immeubles, avec une prédominance des zones villas, qui présentent plus de 36 % de la superficie totale. Le tableau ci-après présente les surfaces par typologie d'habitat de la zone d'étude.

TABLEAU 5 : OCCUPATION DU SOL DE LA COMMUNE DE HARHOURA.

Typologie d'habitat	Immeuble	Villas	Réserves stratégiques	Zone industrielle	Zone Equipement
Superficie en ha	70,32	270,5	171,5	221,3	11,14

Aussi, lors de la visite du site on peut distinguer les différents types de logements selon les quartiers. Sur le tableau 6, figure le type de logements dans chaque quartier de la commune.

TABLEAU 6 : TYPE DE LOGEMENT SELON QUARTIER

NOM DU QUARTIER	NATURE ET TYPE DE LOGEMENT
Zohra, Hassan II	Villa
Douar Ouled Slama	Bidon ville + des maisons des agriculteurs
Lotissement Ibn Khaldoun, Miramar	Villa + Appartements
Guey Ville	Villa
Témara plage	Villa
Sable d'or – Sidi Abd Valdor	Villa + Services publics

VI. CONSOMMATION EN EAU POTABLE :

La zone d'étude comprend des zones d'habitat, une zone d'activité touristique et des équipements administratifs et collectifs. Les dotations en eau diffèrent d'une zone à l'autre.

Les dotations en eau retenus pour l'estimation de la consommation en eau, sont comme suit :

- La dotation domestique en eau potable est de 78 l/hab/j pour les zones immeuble et de 121 l/hab/j pour les zones villas et les zones touristiques.

- La dotation en eau des zones d'équipement est de 40 m³/ha/j.
- La dotation industrielle est de 20 m³/ha/j.

Nous avons tenu compte que le taux de raccordement au réseau d'eau potable, à saturation de la zone, sera de 100%.

Le tableau ci-après récapitule le calcul de la consommation en eau par typologie d'habitat, à saturation de la zone d'étude :

TABLEAU 7 : LA CONSOMMATION EN EAU PAR TYPOLOGIE D'HABITAT

Typologie d'habitat	Immeuble	Villas	Réserves stratégiques	Zone touristique	Equipement	Total
Population à saturation	23 628	35 707	38 245	29 209	-	126 788
Dotation en l/hab/j	78	121	121	121	40 m ³ /j	-
Consommation en m ³ /j	1843	4321	4628	3534	446	14771
Consommation en l/s	21,33	50,01	53,56	40,91	5,16	171

VII. INFRASTRUCTURE DE BASE DU HARHOURA :

1) Voirie :

ROUTES	LONGUEUR	LARGUEUR	NOMBRE
Route régionale 322 (Route côtière)	13.3km	30 mètre	1
Autoroute	13.3km	80 mètre	1
Voie ferrée	Néant	Néant	Néant
Route provinciale	Néant	Néant	Néant

2) L'électricité :

Le réseau d'électricité est géré par Office National d'Electricité ONE. Le réseau dessert la totalité de la commune. Le taux de branchement est de 100%.

Dans ce chapitre, on a présenté les caractéristiques hydraulique, géologiques, et topographique ainsi que climatique de la commune. Dans le chapitre suivant on va étudier le réseau actuel et proposer les solutions à mises en place.

CHAPIRE II : SITUATION ACTUELLE D'ASSAINISSEMENT ET CHOIX DE SOLUTIONS.

INTRODUCTION :

Quelle que soit la forme d'assainissement retenue pour la CU de Harhoura, les objectifs recherchés sont à la fois :

- Protéger la santé publique en améliorant les conditions sanitaires des populations, à leur domicile, dans les écoles, dans les centres de santé et dans les autres lieux publics.
- Préserver l'environnement en évitant la dégradation du milieu naturel et du cadre de vie des populations grâce à un assainissement approprié.
- Contribuer au développement économique durable de la commune. En effet, l'assainissement de la commune va renforcer les compétences, dynamiser les marchés locaux et valoriser davantage les terrains.

I. SITUATION ACTUELLE DE L'ASSAINISSEMENT :

Le projet concerne la commune urbaine de harhoura qui n'est pas dotée d'aucun réseau d'assainissement collectif. En effet, le plan d'aménagement (Fig. 14), montre L'existence de :

- Des terrains nus : au sud de la commun de Harhoura.
- Des lotissements avec système d'assainissement individuel. Cependant, il existe deux collecteurs (C22 et C26) qui ont été réalisés depuis l'avènement de la gestion déléguée, mais ils n'ont pas pu être mis en service par manque de raccordements.
- Lotissements loti non équipés mais dotés de fosses septiques.

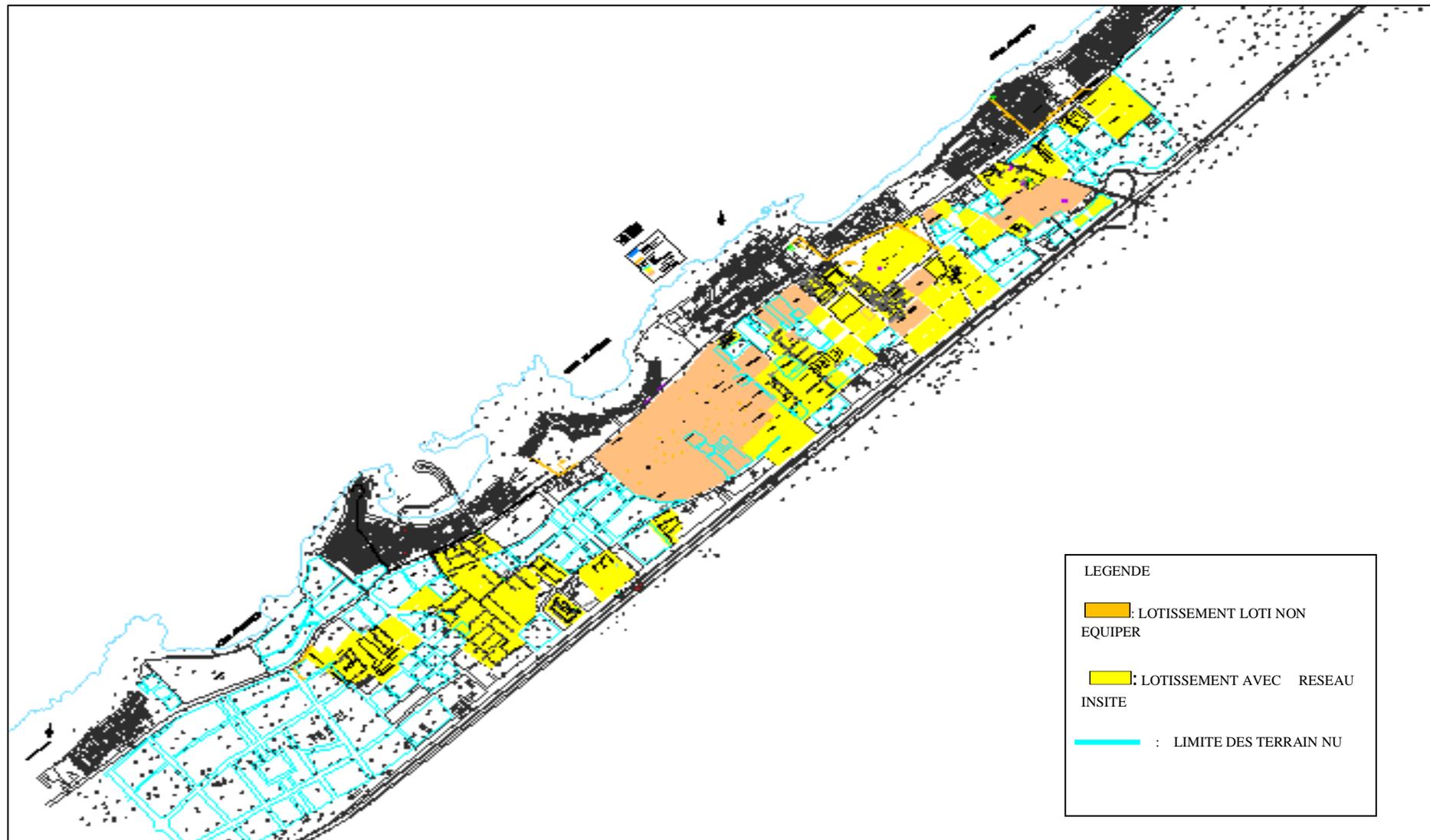


Figure 14: plan d'aménagement de la commune urbaine de Harhoura

En ce qui concerne l'assainissement des eaux de pluie, certains points noirs ou dépression ont été équipés de réseaux pour l'évacuation des eaux de surface vers la mer.

Lors de la visite au site à étudier, on a pu remarquer que le collecteur pluvial CP240, qui traverse le lotissement Ibn Khaldoune, est en service.



Figure14 : vu du collecteur pluvial CP240.

II. SYSTEME D'ASSAINISSEMENT PROJETE :

D'après les données naturelles du site (topographie de la zone d'étude), les données relatives à la situation actuelle des agglomérations existantes, les données relatives au développement future de l'agglomérations, les données propres à l'assainissement et la proximité de l'exutoire des eaux pluviales, le mode d'assainissement qu'il faut adopter sera un mode d'assainissement collectif avec un système séparatif. Le système d'assainissement séparatif de la commune Harhoura se composera de :

- 📍 Un réseau de collecte des eaux usées qui se raccorde au collecteur C22,
- 📍 Quatre stations de pompage projetées le long de la bande côtière,

 Un réseau de collecte des eaux pluviales qui seront drainées par gravité vers le milieu naturelle, avec des points de rejet situés le long de la plage,

Notre travail porte sur le réseau de collecte des eaux pluviales dont les caractéristiques techniques seront détaillées dans les chapitres qui suivent.

CHAPITRE III : CRITERES GENERAUX DE CONCEPTION DE RESEAUX D'ASSAINISSEMENT

INTRODUCTION :

La conception du réseau d'assainissement EU, EP tient compte de plusieurs paramètres, entre autres, on cite :

- D'assurer un écoulement gravitaire des eaux usées vers l'exutoire SR (station de relevage).
- L'existence d'exutoires proches pour l'évacuation des eaux de pluie.
- La topographie du site, qui conditionne la collecte gravitaire des eaux de ruissellement.
- valorisation du patrimoine existant.
- toutes les habitations doivent être raccordées au réseau.
- De minimiser le chevauchement avec les autres réseaux (profondeurs suffisantes).
- distance maximale entre les regards de visites dans le but de faciliter et garantir le curage, par les hydrocureuses. (distance entre 2 regard ne dépasse pas 50m).
- De minimiser les pertes de charges hydrauliques (angle de raccordement entre 45 et 60°).

Dans ce chapitre seront préparées toutes les informations nécessaires pour réaliser la conception d'un réseau d'assainissement.

I. CALCULE DES DEBITS D'EAUX PLUVIALES :

1) Introduction sur la détermination des débits d'eaux pluviales :

On distingue deux principales méthodes de calcul des débits pluviaux :

- La méthode la plus ancienne et la plus utilisée en dehors du Maroc et de la France

(Essentiellement dans les pays anglophones) est la méthode dite « rationnelle » dont la formule de base est très simple, mais elle devient beaucoup plus complexe à utiliser manuellement si on intègre tous les correctifs et si on procède à une décomposition analytique fine.

→ La méthode la plus utilisée en France et au Maroc et nommée « méthode superficielle de Caquot» Caquot (1949). Elle permet de calculer en un certains nombres de points du système, l'écoulement des débits maxima pour un orage donné.

2) Paramètres utilisés dans les méthodes de calcul :

Un certain nombre de paramètres interviennent dans l'établissement des méthodes de calcul précitées parmi lesquels on distingue :

- La période de retour
- L'intensité et la durée de l'averse.
- Le temps de concentration du bassin versant.
- Coefficient de ruissellement

2.1) *Choix de la période de retour :*

Les ouvrages d'assainissement pluviaux sont conçus pour prévenir les inondations provoquées par la pluie et assurer une protection suffisante. Il est souvent à priori, de bonne gestion, de se protéger du risque de fréquence décennal (10 ans) Instructions Techniques (1977). Cependant, un degré moindre pourra être considéré comme acceptable dans les zones modérément urbanisées et dans les zones où la pente limiterait strictement la durée de submersion. En raison du caractère de la commune, le réseau d'assainissement des eaux pluviales de Harhoura est dimensionné pour les récurrences décennales (10 ans).

2.2) *Intensité de la pluie:*

L'intensité moyenne de la pluie I se définit par le rapport de la hauteur d'eau tombée Δh pendant une durée donnée Δt , soit :

$$I = \Delta h / \Delta t$$

L'intensité de précipitation I (en mm/mn ou en mm/h) est déterminée à partir des courbes intensité - durée – fréquence (IDF) pour une durée égale au temps de concentration.

L'intensité de la pluie est obtenue à partir de l'équation de Montana qui permet de calculer l'intensité et la hauteur de pluie en fonction de la durée de l'événement et de la période de retour :

$$i(t, \pi) = a(\pi) \times t^{-b(\pi)}$$

Avec

$i(t, \pi)$: l'intensité de la pluie, en mm/min.

t : le temps de concentration en min.

π : la période de retour.

a et b : les coefficients de Montana.

2.3) Temps de concentration du bassin versant :

Temps de concentration t_c du bassin versant considéré est le temps minimum pour que tout le bassin contribue à l'écoulement vers l'exutoire. Il traduit l'imperméabilisation du sol, et il varie en fonction de la nature du sol, la pente I , la durée de la précipitation.

Le temps de concentration peut être calculé par la formule de Ventura :

$$t_c = m \cdot \sqrt{A} / \sqrt{I}$$

Où

I : pente moyenne du Thalweg principal (m/m),

A : superficie du bassin versant (m^2),

m : coefficient qui varie suivant les caractéristiques physiques du bassin,

2.4) Coefficient de ruissellement :

Le coefficient de ruissellement se définit comme le rapport du volume d'eau qui ruisselle à la sortie d'un bassin au volume d'eau tombée sur le bassin considéré.

$$C = \frac{\text{Volume d'eau qui ruisselle}}{\text{Volume d'eau tombée}}$$

Ce coefficient tient compte des pertes de ruissellement qui se composent de :

- L'évaporation qui varie selon le climat et la saison.
- L'infiltration, qui varie avec la nature du sol.
- Du stockage dépressionnaire, qui tient compte de l'eau retenue dans les petites cavités du sol ou qui remplit les filets, rigoles, caniveaux et fossés.

Le coefficient de ruissellement peut varier avec la durée de l'averse : la saturation des sols réduit la capacité d'infiltration des terrains non urbanisés. On devrait admettre un coefficient C qui varie avec le temps et dépend de l'intensité $i(t)$.

Ce coefficient de ruissellement peut être obtenu de manière simplifiée à l'aide de la formule suivante :

$$C = \frac{0,98 \cdot t}{4,53 + t} \cdot P + \frac{0,78 \cdot t}{31,17 + t} (1 - P)$$

Avec :

t : temps écoulé à partir du commencement de la précipitation.

P : Pourcentage des surfaces imperméables.

TABLEAU 8: LES VALEURS DE C FREQUEMMENT UTILISEES.

Typologie d'habitat	Coef de ruissellement
Petits immeubles commerces	0.45
Immeubles résidentiels	0.45
Hab.mixte (villas+immeubles)	0.45
Moyennes villas	0.35
Grandes villas	0.3
Habitat économique	0.7

Zones industrielles	0.6
Espaces verts + parcs	0.1
Voiries+ parking	0.9

Dans le cas où on a une série de bassins de superficie S_i et de coefficient de ruissellement C_i , le coefficient de ruissellement équivalent C est donné par la formule :

$$C = \sum [S_i \cdot C_i / S]$$

3) Méthodes de calcul des débits

Généralement Il existe plusieurs formules pour calculer les débits, les uns sont adaptés à la résolution des avants projets, de ce fait ils sont nécessairement fondés sur un certain empirisme et s'appuient sur des éléments statistiques, ainsi sur des éléments d'hypothèses relevant de l'expérience pour caractériser le tissu urbain. Parmi les formules existantes on peut citer (Gray et Wigham 1982):

- ◆ Formules utilisant uniquement la superficie du bassin.
- ◆ Formules faisant intervenir la précipitation.
- ◆ Formules faisant intervenir la période de retour .

Le choix de Formules adéquates dépend de plusieurs facteurs :

- ◆ La superficie du bassin versant.
- ◆ La nature du sol
- ◆ La pente
- ◆ La rugosité des ouvrages.

3.1) *Méthode rationnelle :*

La méthode dite rationnelle est plus ancienne que la méthode superficielle. Elle a été mise au point au milieu du XIXe siècle.

La formule générale est donnée par :

$$Q(\pi) = C \times i \times A$$

Avec :

$Q(\pi)$: Débit de pointe pour la période de retour,

C : Coefficient de ruissellement,

A : Surface du bassin versant,

$i(tc', T)$: Intensité moyenne de la pluie pour un temps de concentration tc pour une période de retour T ,

La méthode rationnelle consiste à déterminer les débits à partir d'un découpage du bassin versant en secteurs ($A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n$) limités par des lignes isochrones, telles que l'eau tombant sur les secteurs $A_1, A_2, \dots, A_j, \dots, A_n$, arrive à l'exutoire au bout d'un temps, respectivement, $\Delta t, 2\Delta t, \dots, j\Delta t, \dots, n\Delta t$. Le pas de temps Δt qui sépare deux isochrones consécutives dépend de la précision voulue.

NB :

Isochrones ce sont des lignes situées à la même distance hydraulique c'est à dire au même temps de parcours jusqu'à l'exutoire (Fig. 15).

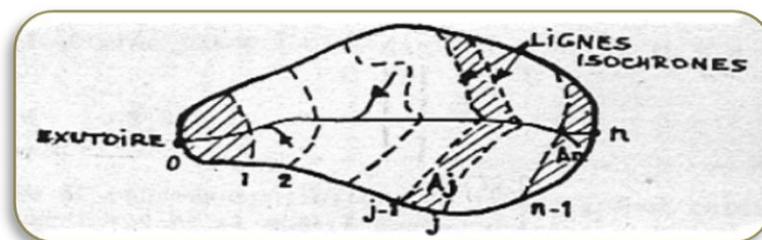


Figure15 : les lignes isochrones du bassin versant.

Cette méthode est fondée sur trois hypothèses :

- Le débit de pointe ne peut être observé à l'exutoire que si l'averse a une durée égale ou supérieure au temps de concentration.

- Le débit de pointe est proportionnel à l'intensité moyenne de l'averse au cours du temps de concentration.
- Le coefficient de ruissellement C est invariable pour un bassin versant.

Remarque :

L'application de la formule rationnelle pour le cas d'un bassin versant fortement urbanisé est simple mais conduit généralement à des surestimations de débits, elle ne tient pas compte de la capacité du stockage du réseau. Mais la principale difficulté de cette méthode réside dans l'estimation du t_c .

3.2) Méthode de Caquot :

Pour le calcul des débits de ruissellement résultant d'une averse en un point d'un bassin versant urbanisé pour une fréquence "F" donnée, on adopte la méthode superficielle « Modèle de Caquot », recommandée par l'Instruction technique pour la conception et le dimensionnement des réseaux d'assainissement (DGCL-Ministère de l'Intérieur 1981).

Cette méthode permet de calculer les coefficients a et b de la formule de MONTANA ($i = aT^b$) déterminés par l'étude de la pluie du projet et qui seront injectés dans la formule générale du modèle de CAQUOT.

La formule générale de Caquot s'énonce comme suit :

$$Q(T) = K(T) \cdot I^{U(T)} \cdot C^{V(T)} \cdot A^{W(T)} \cdot m(T)$$

avec

- Q : débit en m³/s,
- T : période de retour (années),
- I : pente moyenne du bassin versant (m/m),
- C : coefficient de ruissellement du BV,
- A : superficie du BV en hectares,
- m : coefficient correcteur d'allongement du BV,

➤ K, u, v, w, sont des coefficients tels que :

$$\rightarrow k = (0.5 - b(F) \times a(F)) / 6.6$$

$$\rightarrow u = 1 + 0.287 (-b(F)).$$

$$\rightarrow v = -0.41 (-b(F)).$$

$$\rightarrow w = 0.95 + 0.507 (-b(F)).$$

La méthode de calcul et de dimensionnement des réseaux d'eaux pluviales de Mensura se basent sur la méthode superficielle selon les phases suivantes :

● **1^{ère} PHASE : Détermination des débits bruts et corrigés des différents bassins versants :**

Les débits élémentaires sont calculés par la formule de Caquot :

$$Q_b = K_u^{\frac{1}{u}} \times I_u^{\frac{v}{u}} \times C_u^{\frac{1}{u}} \times A_u^{\frac{w}{u}}$$

K, u, v et w dépendent de la pluviométrie

Q_b : Débit brute,

I : Pente hydraulique en m/m,

A : Surface du bassin en Ha,

C : Coefficient de ruissellement du bassin (imperméabilité),

Pour chaque bassin, il faut tenir compte des allongements qui pondèrent les débits bruts. Pour cela, on calcule M (Coefficient d'allongement du bassin considéré) :

$$M = L / \sqrt{A}$$

L : Le plus long cheminement hydraulique dans le bassin exprimé en hectomètre,

A : Surface du bassin en Ha,

A partir de M, on en déduit m (coefficient d'influence) qui traduit quantitativement le fait que pour une même surface A, le débit varie à l'inverse de l'allongement

$$m = M \times 0,7 \times b(f)$$

$b(f)$: coefficient de Montana qui dépend de la région et de la pluie

On en déduit donc le débit corrigé :

$$Q_c = m \times Q_b$$

● **2ème PHASE : Détermination des différents assemblages de bassins versants :**

La formule de Caquot est valable pour un bassin de caractéristiques physiques homogènes. L'application du modèle à un groupement de bassins versants hétérogènes, de paramètres individuels A_j , C_j , I_j , L_j , nécessite l'emploi de formules d'équivalence pour les paramètres "A, C, I, L" du groupement. Ces formules diffèrent selon que les bassins constituant le groupement sont en "série" ou en "parallèle" et sont exprimées dans le tableau ci-après (Fig.16):

TABLEAU 9: LES FORMULES D'ASSEMBLAGE DES BASSINS VERSANTS

Paramètres équivalents	A_{eq}	C_{eq}	I_{eq}	M_{eq}
Bassin en série	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j \cdot A_j}{\sum A_j}$	$\left(\frac{\sum L_j}{\sum \sqrt{I_j}} \right)^2$	$\frac{\sum L_j}{\sqrt{\sum A_j}}$
Bassin en parallèle	$\sum A_j$	$\frac{\sum C_j \cdot A_j}{\sum A_j}$	$\frac{\sum I_j \cdot Q_{pj}}{\sum Q_{pj}}$	$\frac{L \cdot (Q_{pjmax})}{\sqrt{\sum A_j}}$

A_{eq} : Surface équivalent,

C_{eq} : Coefficient équivalent,

Ieq : La pente équivalente,

Meq : L'allongement équivalent,

Qp : Le débit de pointe,

L : Longueur hydraulique,

Exemple:

La figure ci-dessous illustre l'assemblage des sous bassins versants après avoir sa démarche.

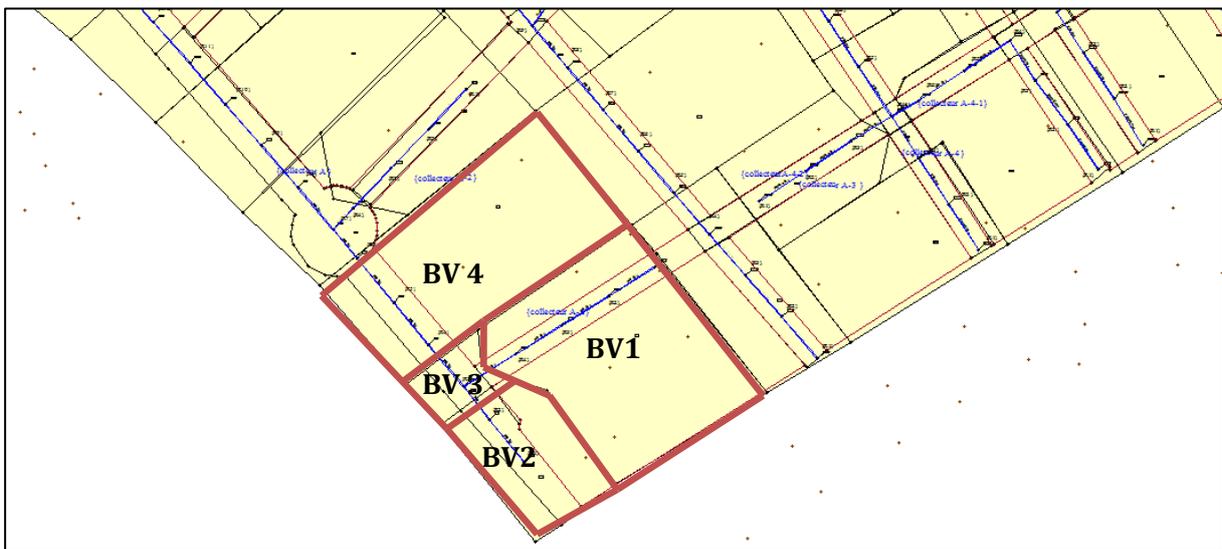


Figure 16 : Exemple d'assemblage des sous bassins versants.

Bv1 et Bv2 sont en parallèle : On écrit Bv1 // Bv2.

Bv1, Bv2 avec Bv3 sont en série : On écrit Bv1 --Bv3.

Bv1, Bv2, Bv3 avec Bv4 sont en série : On écrit Bv1--Bv4.

Le débit d'assemblage doit satisfaire à la condition suivante :

$\text{Max}(Q_i) \leq Q_{\text{éqcorr}} \leq \sum Q_i$ Avec :

- Q_i : débit de bassin i.
- $Q_{\text{éqcorr}}$: est le débit corrigé de l'assemblage.

Autrement dit :

- Si $Q_{\text{éq}} < \text{Max}(Q_i) \Rightarrow Q_{\text{éqcorr}} = \text{Max}(Q_i)$
- Si $Q_{\text{éq}} > \sum Q_i \Rightarrow Q_{\text{éqcorr}} = \sum Q_i$

● **3ème PHASE : Détermination des diamètres de canalisations :**

Ayant pour chaque tronçon les débits précédemment calculés, on déduit les diamètres de canalisation par la formule de CHEZY BAZIN ou de MANNING STRICKLER.

Dans notre projet on opte la formule de MANNING STRICKLER pour calculé les diamètres des collecteurs.

- La méthode la plus couramment employée pour le calcul de la vitesse fait appel à la formule de Chézy:

$$V = C \times \sqrt{R \times I}$$

Dans laquelle :

V : Vitesse en (m/s),

R : Rayon hydraulique (m),

$$R = S(\text{section . mouillée}) \div P(\text{périmètre . mouillée})$$

I : Pente moyenne du collecteur,

C : coefficient déterminé par la formule de Bazin,

$$c = \frac{87}{\left[1 + \left(\frac{\gamma}{\sqrt{R}}\right)\right]}$$

Dans laquelle γ est un coefficient d'écoulement dont la valeur dépend de la rugosité des parois et de l'effluent transporté.

- Calcul des sections :

Les diamètres théoriques des collecteurs sont calculés par la formule de Manning Strikler, qui s'écrit selon le type du réseau, comme suit :

- Canalisations d'eaux usées dans le système séparatif : $Q = K R_h^{(2/3)} I^{0.5} S$.
- Caniveaux : $Q = K R_h^{(2/3)} I^{0.5} S$.
- Canalisations d'eaux pluviales et unitaires : $Q = K R_h^{(3/4)} I^{0.5} S$.

Avec:

R_h : Rayon hydraulique (m),

I : Pente moyenne du collecteur,

S : La section des collecteurs,

K : le coefficient de Manning Strikler, qui dépend du matériau de la conduite et de son âge. Il est pris égal à :

- 70 pour les conduites usagées,
- 70 pour les nouvelles conduites en CAO ou en BVA,
- 100 pour les conduites en PVC

Il est connu que pour les eaux pluviales, les diamètres minimaux ne doivent pas être inférieurs à 400 mm.

● 4èmePhase : volumes de bassins de rétention :

On utilise la méthode des pluies :

→ **Calcul de la surface active :**

$$S_a = \sum (A_i \times C_i)$$

S_a : Surface active totale,

A_i : Surface de la zone d'apport i ,

C_i : Coefficient de ruissellement de la zone d'apport i ,

→ **Calcul de la hauteur équivalente q :**

$$q = \frac{(360 \times Q_f)}{S_a}$$

Qf: Débit de fuite du bassin exprimé en m³/s,

Sa : Surface active précédemment calculée,

→ **Calcul de la capacité spécifique de stockage Ha :**

Grâce à l'abaque Ab7 de l'instruction, on détermine **Ha**, hauteur spécifique de stockage en choisissant la courbe correspondant à la région et à la période de retour choisies.

→ **Calcul du volume utile :**

$$V = 10 \times H_a \times S_a \text{ (m}^3\text{)}$$

Remarque :

Il convient de constater que l'équation de base du modèle de Caquot ne prend en compte que les surfaces imperméables réellement drainées par le réseau. La contribution des surfaces perméables à l'accumulation des eaux à l'exutoire est purement et simplement omise faute de mesures dans ce sens sur des bases expérimentales sérieuses.

Donc cette remarque montre, que la méthode superficielle ne peut s'appliquer que pour des bassins suffisamment homogènes et urbanisés, d'autant plus que le coefficient « C » est le paramètre qui a le plus d'influence sur la valeur du débit.

D'après L'instruction française de 1977 définit d'ailleurs clairement les limites d'application de cette méthode, quelle que soit la période de retour choisie, sont valables dans les conditions suivantes :

- ✦ En ce qui concerne la pente, la valeur « I » doit rester comprise entre 0,2% et 5%. Dans le cas de groupement des bassins, le rapport entre les pentes extrêmes déterminées pour chaque bassin doit rester inférieur à 20.
- ✦ En ce qui concerne la surface du bassin ou du groupement de bassins, la limite supérieure « Aj » est fixée impérativement à 200 hectares.

- ✦ en ce qui concerne le coefficient de ruissellement, la valeur de “ C” doit rester comprise entre 0,2 et 1.
- ✦ L’allongement du bassin $\frac{L}{\sqrt{A}} \geq 0.8$

La limite la plus difficile pour le concepteur est bien évidemment celle afférente à la superficie. Il convient de préciser à ce sujet que les expérimentations réalisées en France ont porté sur des bassins de 2 à 30 ha. Par ailleurs, un modèle mathématique fondé sur les équations de Saint-Venant a permis de vérifier la validité de la formule pour des bassins de moins de 200 ha. La vérification pour un bassin de 2000 ha a montré que la méthode superficielle sous-estimait de moitié les débits.

Par prudence, l’Instruction Technique a fixé 200 ha comme limite supérieure d’application du modèle de CAQUOT. Au delà de cette limite, le recours à des modèles mathématiques plus complets est nécessaire.

Donc dans notre projet on utilise le modèle de CAQUOT vue que le modèle rationnelle conduit a des surestimations de débits.

Dans ce chapitre, on a pu présenter une description générale concernant la conception du réseau d’assainissement. Dans le chapitre qui suit on va détailler les formules nécessaires pour les calculs hydrauliques.

CHAPITRE IV : CALCULS HYDRAULIQUES

Dans ce chapitre on va élaborer les différentes formules de calcul hydraulique.

I. DIMENSIONNEMENT DES CANALISATIONS :

Puisque les débits récupérés dans les canalisations sont connus, il convient de calculer les sections minimales à utiliser et les pentes à mettre en œuvre.

. Celles -ci sont déterminées en fonction de plusieurs paramètres :

- ◆ La quantité d'effluent à évacuer.
- ◆ La nature de l'effluent.
- ◆ Les caractéristiques des matériaux constituant les tuyaux.
- ◆ La longueur et les différents accidents du parcours (changement de direction, regard de branchement).

Dans notre projet on a adopté la formule du de Manning Strikler.

1) Conditions d'autocurage :

Les conditions d'autocurage doivent être respectées pour des raisons d'hygiène et d'entretien. En effet si la vitesse dans le réseau est trop faible, des dépôts et des déchets fermentescibles peuvent stagner dans les conduites.

Les conditions de satisfaction de l'autocurage sont :

- Vitesse à pleine section supérieure à 1 m/s
- Vitesse supérieure à 0.60 m/s pour 1/10 du débit à pleine section
- Vitesse supérieure à 0.30 m/s pour 1/100 du débit à pleine section.

En retenant la valeur $\gamma = 0.46$ pour les eaux pluviales, la vitesse de l'effluent est donnée par la formule simplifiée :

$$V = 60 \times R^{3/4} \times I^{1/2}$$

V : La vitesse de l'effluent,

R : Rayon hydraulique (m),

I : Pente moyenne du collecteur,

Elle est applicable pour les réseaux d'eau pluviale et les réseaux unitaires.

1.1) Vitesses d'écoulement minimales :

Afin d'éviter les dépôts en écoulement gravitaire, il est impératif de ne pas avoir de vitesses d'écoulement inférieures à un certain seuil.

Pour les réseaux d'évacuation des eaux pluviales, en système séparatif ou unitaire, les conditions d'auto-curage sont vérifiées lorsque la vitesse d'écoulement pour le 1/10 du débit à pleine section est supérieure ou égale à 0,60 m/s.

1.2) Vitesses d'écoulement maximales :

On admettra comme règle qu'il est souhaitable de ne pas dépasser une vitesse d'écoulement dans les conduites à pleine section de 4m/s.

Pour respecter les conditions d'autocurage et pour éviter l'abrasion des canalisations, seules les vitesses d'écoulement comprises entre 0.6 et 4 m/s ont été retenues.

1.3) Pente minimale :

La pente minimale admise dépend des conditions d'autocurage, par ailleurs, les conditions de pose imposent que la pente minimale ne soit pas inférieure à 0,2%.

2) Types de conduites et matériaux :

2.1) Matériaux des conduites :

● Conduites en PVC type assainissement :

Ce matériau présente d'excellentes propriétés de résistance chimique et mécanique. Elles sont légères et sont faciles à poser. Les conduites en PVC sont utilisées largement en assainissement, en particulier pour les réseaux séparatif d'eaux usées.

Les diamètres usuels PVC série1 de type assainissement vont de 200 à 400 mm voir 500 mm sur commande spéciale.

● Béton centrifugé armé (C.A.O) ou béton vibré armé (B.V.A) :

Ces canalisations présentent de très bonnes caractéristiques hydrauliques, elles sont fabriquées en différentes classes de résistance à l'écrasement : 60, 90 et 135 KN/m², l'étanchéité est assurée par des joints toriques pouvant résister jusqu'à une pression de un bar.

Pour les besoins de l'étude, on a opté pour :

- ✚ Les conduites en PVC pour les sections inférieures à 500 mm.
- ✚ Les conduites en CAO ou équivalent pour les conduites de diamètre supérieur ou égal à 500 mm et inférieur à 2000 mm.

2.2) Choix des collecteurs :

Les critères importants de choix des conduites sont les suivants :

a) Etanchéité :

Cette qualité est importante, elle permet de :

- ✦ Eviter le risque de contamination de la nappe phréatique.
- ✦ Eviter le risque de désordre dans certains ouvrages mitoyens par écoulements souterrains parasites (fondations des immeubles etc...)
- ✦ Eviter la contamination du réseau d'eau potable dans le cas de basse pression du réseau ou de sa vidange.

Cette qualité est vérifiée au laboratoire conformément aux spécifications définies par la NM 10.01 F040, elle est vérifiée au chantier après pose par des tests d'étanchéités qui peuvent être pratiqués de deux manières avant remblaiement.

- ✦ Test à l'eau par mise en pression à un bar ou plus.
- ✦ Test à la fumée par introduction de matériaux fumigènes dans les tronçons de collecteurs.

Par contre le cas de la contamination du réseau d'eau potable serait à craindre en cas de concomitance des événements suivants :

- ✦ Faible étanchéité du réseau d'assainissement et son colmatage provoquant l'imbibition du sol en place par capillarité.
- ✦ vidange d'un réseau d'eau potable non étanche.

En résumé l'étanchéité du réseau devrait être prise en considération avec une grande importance.

b) Résistances chimique :

La stagnation des eaux usées en zone peu pentue ou colmatée provoque la formation d'hydrogène sulfuré (H_2S) qui en présence d'oxygène et de bactéries thioacides se transforme en acide sulfurique (H_2SO_4) qui corrode la partie haute de la conduite.

c) Température de l'Effluent :

Les températures élevées de l'effluent accentuent les phénomènes cités au partie résistance chimique. L'effluent habituel des eaux usées domestiques s'écoulant dans des conditions normales ne pose aucun problème sur ce point particulier.

Parmi les matériaux très sensibles à l'évacuation d'effluents chauds sont les conduites en P.V.C. pour lesquelles il faut limiter la température à 35°C.

PARTIE II
Résultats et discussions

CHAPITRE I : DESCRIPTION DE RESEAUX D'ASSAINISSEMENT EP PROJETES

L'étude du schéma d'assainissement EP de la commune de Harhoura est fondée sur le plan d'aménagement de la zone d'études, il s'agit donc d'une étude sectorielle.

L'objectif de ce chapitre est d'établir la conception convenable à la zone d'étude. Elle a été élaborée à l'aide d'autocad/covadis et mensura.

I. PRESENTATION DES LOGICIELS:

1) Autocad version 2008 :

Autocad version 2008 est un logiciel de conception et de dessin aussi bien adapté à l'architecture, l'ingénierie que la mécanique. Il permet de créer des plans 2D (bâtiments, ouvrages d'art, travaux publics) ou des images en relief 3D. Les dessins sur logiciels de DAO surpassent largement les dessins effectués à la main, que se soit au niveau de la précision, des renseignements fournis que de la souplesse d'utilisation. Le processus de dessin est très différent de celui mis en œuvre pour le dessin à la main. L'astuce du dessin assisté par ordinateur est de dessiner un minimum, puis de copier, déplacer et modifier les objets déjà existants.

2) Mensura Genius-4 :

Mensura Genius est un logiciel de simulation de la conception dans le domaine de l'infrastructure et Génie civil. Il offre une solution pour la conception et le dimensionnement hydraulique des réseaux d'eaux usées et d'eaux potables.

Mensura Genius nous aide à améliorer la conception des projets à optimiser la production des documents dans le but de gagner en efficacité et compétitivité.

Avec le logiciel Mensura Genius, on peut faire une chaîne de production qui débute avec le traitement de la Topographie de terrain en passant par la conception 3D du projet, la production de plans jusqu'à la Maquette Numérique 3D.

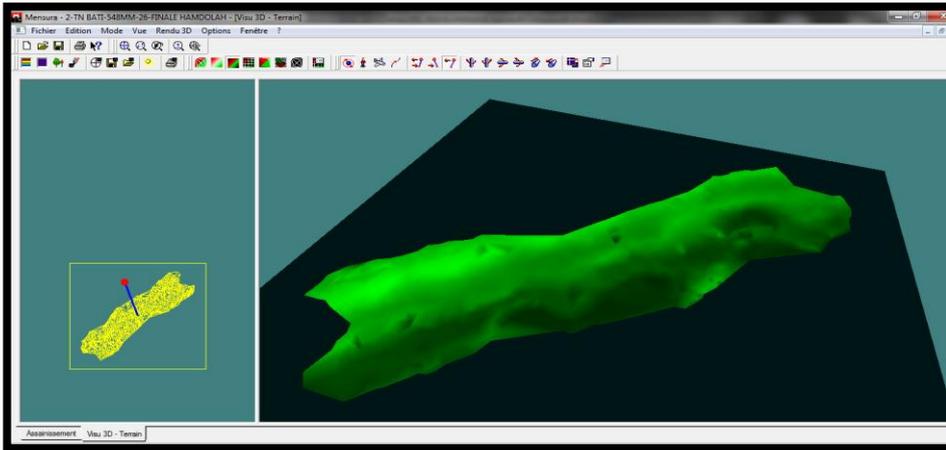


Figure 17: La commune Harhoura en 3D donnée par Mensura Genius 4.1.

3) PC-SWMM :

SWMM (Storm Water Management Model) est un programme de simulation hydrologique développé par l'agence de la protection de l'environnement aux Etats-Unis (USEPA) en collaboration avec un groupe de recherche situé à l'université de Floride et à l'université de l'état d'Oregon. Depuis son premier développement en 1971, ce modèle a suivi des évolutions successives et en est actuellement à sa cinquième version (Huber et al, 1988) ; (Rosner et al, 1989).

Ce programme permet la simulation du comportement des eaux pluviales tant d'un point de vue quantitatif que qualitatif. Il est particulièrement bien adapté au bassin urbain pour le calcul des réseaux d'assainissement simples ou complexes et s'applique soit pour des événements ponctuels ou pour des simulations continues.

Il existe une multitude de logiciels de modélisation hydraulique des RAU. Plusieurs d'entre eux utilisent les équations de Barré De Saint Venant pour simuler les écoulements à surface libre. Les modèles basés sur ces équations permettent de bien décrire le comportement hydraulique. Leur utilisation est très recommandée pour les études de diagnostic des réseaux existants.

II. PRINCIPE DE CONCEPTION :

La conception du réseau d'assainissement il y a différentes recommandations à respecter les contraintes de tracé et de calage. Parmi les quelles, on cite (guide promoteur RADEEMA et guide d'assainissement ONEE) :

1) implantation des collecteurs :

- ◆ Les collecteurs eaux usée et des eaux pluviales doivent être implanté dans les axes des voies, pour que les riverain de chaque coté aient à supporter des dépenses équivalentes de branchement.
- ◆ Suivre les pentes du terrain naturel pour profiter de la collecte superficielle des eaux de ruissellement et minimiser les sur profondeurs.
- ◆ Emprunter des voies existantes, pour minimiser l'expropriation de terrain,
- ◆ Favoriser les tracés vers des ouvrages existants pour une meilleure valorisation du patrimoine existant.
- ◆ Favorisé les tracés qui passent par des zones, actuellement occupées, pour optimiser le phasage des travaux.

2) calage des collecteurs :

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

- ◆ La jonction des différents collecteurs secondaires devra être dans le sens d'écoulement de l'effluent avec un angle entre 45° et 67° et d'un angle de 45° à un collecteur principal.
- ◆ Le branchement des différentes constructions au réseau se fera par le biais de regards borgnes ou de regards de visite. Le branchement devra être réalisé obligatoirement à partir d'un regard de façade mis en domaine public dont la profondeur devra permettre le rejet gravitaire des eaux usées dans le collecteur assainissement existant et sera au maximum de 1.20 m.

- ◆ Pour la collecte et le drainage des eaux pluviales vers le réseau, les bouches d'égout à avaloir doivent être implantées à tous les points bas en fonction du profil en travers des voies. Les collecteurs seront projetés à une profondeur minimale de 1.45m au dessus de la génératrice supérieure par rapport au niveau de la chaussée afin d'éviter d'une part les surcharges roulantes, et d'autre part les encombrements avec les autres réseaux (eau potable, électrification, téléphone...). Le réseau d'assainissement des eaux usées doit être placé au dessous du réseau eau potable.
- ◆ La distance minimale horizontale d'une canalisation d'assainissement par rapport à un câble, une conduite d'eau potable et/ou une autre canalisation EP/EU devra être de 0.30 m.
- ◆ Respecter une pente minimale de 0,2% pour répondre aux conditions d'autocurage du réseau unitaire, et une pente maximale de 3% pour éviter les vitesses importantes dans les canalisations c'est-à-dire limité phénomène d'abrasion.
- ◆ Minimiser les variations de la pente dans le même collecteur pour réduire optimisé les changements de section.
- ◆ Assurer une transition de pentes intermédiaires lors du passage d'une pente forte à une faible pente, et ce pour éviter l'accumulation des dépôts dans ces zones.
- ◆ Diamètres minimaux adoptés pour les collecteurs sont :
 - Ø 300 mm pour les eaux usées.
 - Ø 400 mm pour les eaux pluviales.
- ◆ Respecter un recouvrement minimal de 1m à 80 cm.

3) Implantation des ouvrages annexes :

Les regards de visite seront espacés au maximum 60m pour les eaux pluviales. Ils seront placés en particulier :

- A chaque changement de diamètre.
- A chaque changement de direction.

- A chaque changement de pente.
- Au droit de confluence entre 2 ou plusieurs collecteurs.
- Au droit des chutes (approfondissement de collecteur).

III. METHODOLOGIE SUIVIE :

la première étape de la conception consiste à délimiter des zones coefficient de ruissellement sous autocad/covadis, pour le but de déterminer un indice le plus souvent utiliser en hydrologie c'est Le coefficient d'imperméabilisation, appelé aussi coefficient de ruissellement, est défini dans les Instructions Techniques de 1977 comme le rapport entre la superficie revêtue et la superficie totale (Fig.18).

La valeur minimale prévue par les instructions est $C=0.20$. Aucune valeur maximale n'est précisée. Le programme admet des valeurs de C comprises entre 0.10 et 0.90. Si la surface imperméabilisée est précisée, le coefficient C sera calculé quel que soit la valeur éventuellement précisée dans la case C . Sinon, cette indication est obligatoire.

La superficie active, forcément inférieure (ou égale) à la superficie totale, peut être précisée si elle est facilement calculable. Dans ce cas, le coefficient d'imperméabilisation ne sera pas pris en compte, s'il est indiqué, et sera calculé. Il est égal au rapport de la superficie active et de la superficie totale.

En réalité dans le calcul se fait avec la superficie active, quel que soit la manière dont elle est calculée.

La superficie active est toute partie du bassin versant étudié qui se rejettera dans le bassin tampon. Dans ce calcul, le temps de concentration n'intervient pas, puisque l'on considère que le bassin est créé pour accumuler l'eau pluviale pendant le temps nécessaire à son évacuation par le débit de fuite. En particulier les eaux infiltrées puis récupérées par un drain sont à prendre en compte.

Il est d'usage de limiter la superficie active à 90% de la superficie totale, pour tenir compte de l'évaporation, des rétentions d'eau, etc... (Le programme admet $C=0.95$ maximum).

Des valeurs de C inférieures à 0.4 n'ont probablement pas beaucoup de sens, puisque cela sous-entend que seulement 40% de la pluie tombée sur le site se retrouvera dans le bassin, ce qui est fort peu probable.

Par contre la superficie du bassin lui-même sera à prendre en compte en totalité 100%. Elle se verra être indiquée dans la case prévue. Si le bassin se trouve sur l'emprise de la superficie totale, sa superficie devra être retirée de la superficie active.

Pour donner des ordres l'idée, le coefficient C devrait être compris entre 0.5 pour un lotissement à grande parcelle, du type résidentiel, et 0.85 pour des zones industrielles comportant peu d'espaces verts.

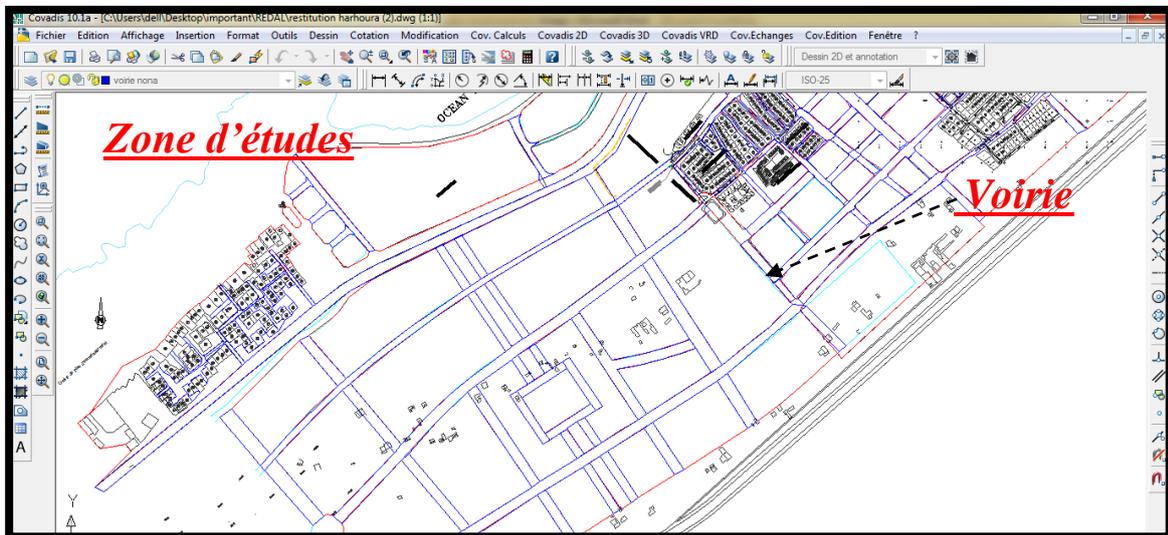


Figure18 : délimitation des zones de coefficient de ruissellement.

À partir du plan d'aménagement on détermine la valeur du coefficient de ruissellement selon le type de surface, car Ce coefficient dépend à la fois de la couverture du sol et de la pente des terrains considérés.

- ✦ Pour la voirie, le coefficient de ruissellement est d'ordre de 0.9, c'est une surface imperméable (selon les normes).
- ✦ Pour la zone d'études, c'est une zone qui est composée généralement de :
 - La Voirie : à un coefficient de ruissellement de 0.9.

- Le Bâti : à un coefficient de ruissellement de 0.5.
- L'Esace Vert : à un coefficient de ruissellement de 0.4.
- L'Equipement : à un coefficient de ruissellement de 0.6.

Donc pour savoir le coefficient de ruissellement de la totalité de la zone d'étude, on fait la moyenne des coefficients et on trouve une valeur d'ordre de 0.6, Alors que la topographie et la nature lithologie de la zone d'études favorisent le ruissellement mais la situation géographique de la zone d'étude joue un rôle très important au niveau du choix de la valeur du coefficient de ruissellement, c'est-à-dire la proximité du milieu naturel (point du rejet) et par conséquent le coefficient de ruissellement retenu pour la zone d'étude est d'ordre de 0.5.

1) Projection du réseau :

La deuxième étape du traçage consiste à déterminer la déclinaison du bassin à partir de la topographie de la zone d'étude pour avoir une idée du sens d'écoulement d'eau.

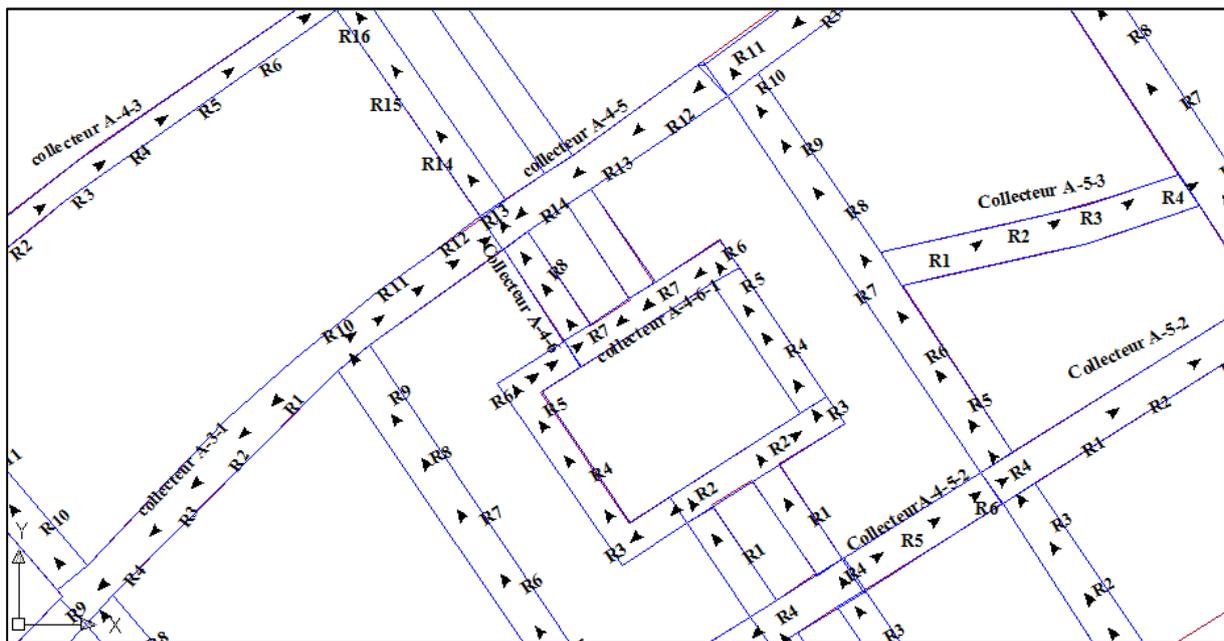


Figure 19: sens d'écoulement des eaux (présente par flèche noir).

Après savoir la topographie du terrain, l'aménagement et les types d'occupation du sol. L'analyse de ces données permet de choisir l'exutoire de façon à assurer l'écoulement

gravitaire des eaux d'une part, et d'autre part, d'éviter les contre pentes qui nécessitent des terrassements excessifs (Fig.20).

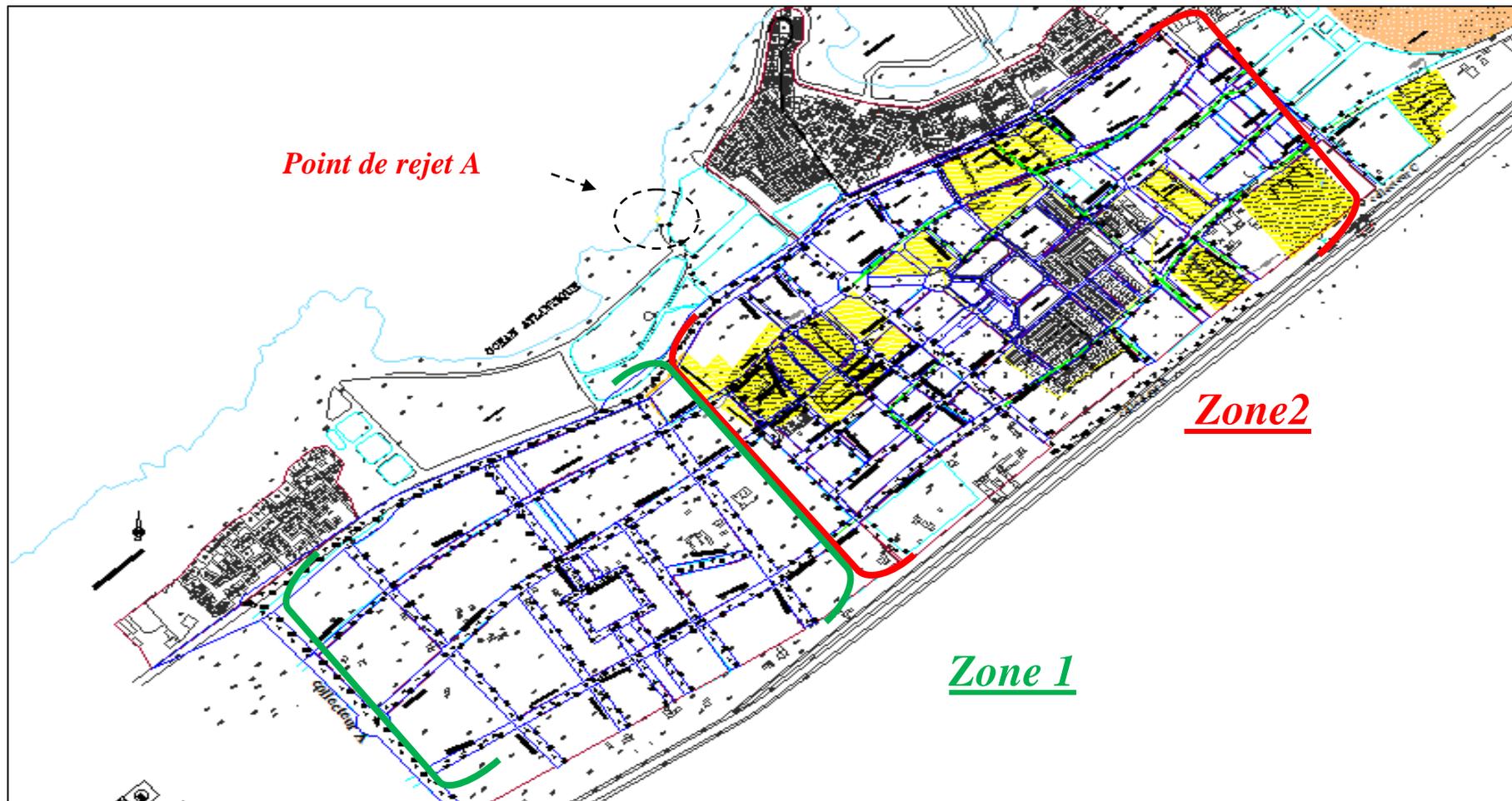


Figure 20 : emplacement de l'exutoire des eaux pluviales.

Pour notre cas on a adopté un seul exutoire A (la mer), (voir la Figure 20), pour deux raisons à savoir :

- La zone 1 est une zone non construite contrairement à la zone 2, donc il faut choisir un point plus proche à la zone 2.
- pour enlever les eaux pluviales le plus vite possible et réduire le débit à l'exécutoire.

Dans la deuxième phase, A l'aide du sens d'écoulement des eaux, il faut implanter les collecteurs principaux et secondaires dans le but d'assurer la collecte des eaux pour toutes les voies et dans le respect aux normes et règles d'implantation des collecteurs (voir le paragraphe : Trace en plan de réseau d'assainissement).Le cas de ce projet l'évacuation des eaux pluviales sera assurer par les collecteurs principales A, B et C

(Fig. 21), une collecte des eaux vers l'exutoire A et aussi par les collecteurs secondaires.

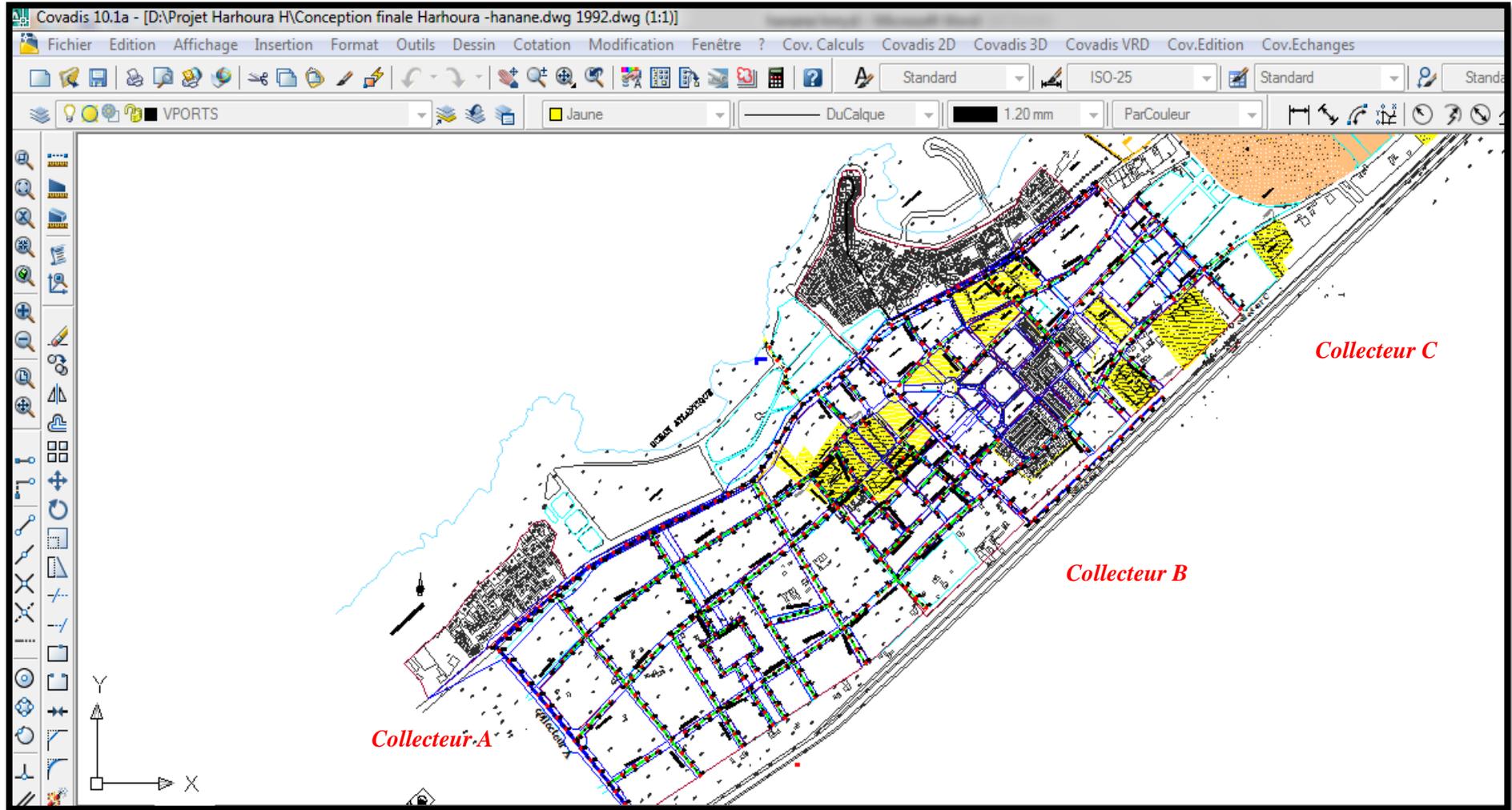


Figure 21: projection du réseau d'assainissement.

Dans la troisième phase ou l'implantation des ouvrages annexes (regardes de visites, bouche d'égout,...), il est nécessaire de respecter les règles d'implantation des ouvrages annexes, et de faire le bon choix entre les différents types de ces ouvrages en vue d'évacuer les eaux le plus rapide possible sans aucune stagnation. Alors on a choisis regardes de visites.

Une fois l'implantation des collecteurs et des ouvrages annexes a été effectué on passe à la dernière étape au niveau de l'autocad qui consiste la nomenclature des collecteurs et du regard de visite (voir annexe).

En suite On passe à Mensura Genius-4 qui nous aide à améliorer la conception des projets.

La création du terrain naturel consiste la première étape au niveau de mensura (Fig.22), suivi par la projection du réseau (Fig. 23).

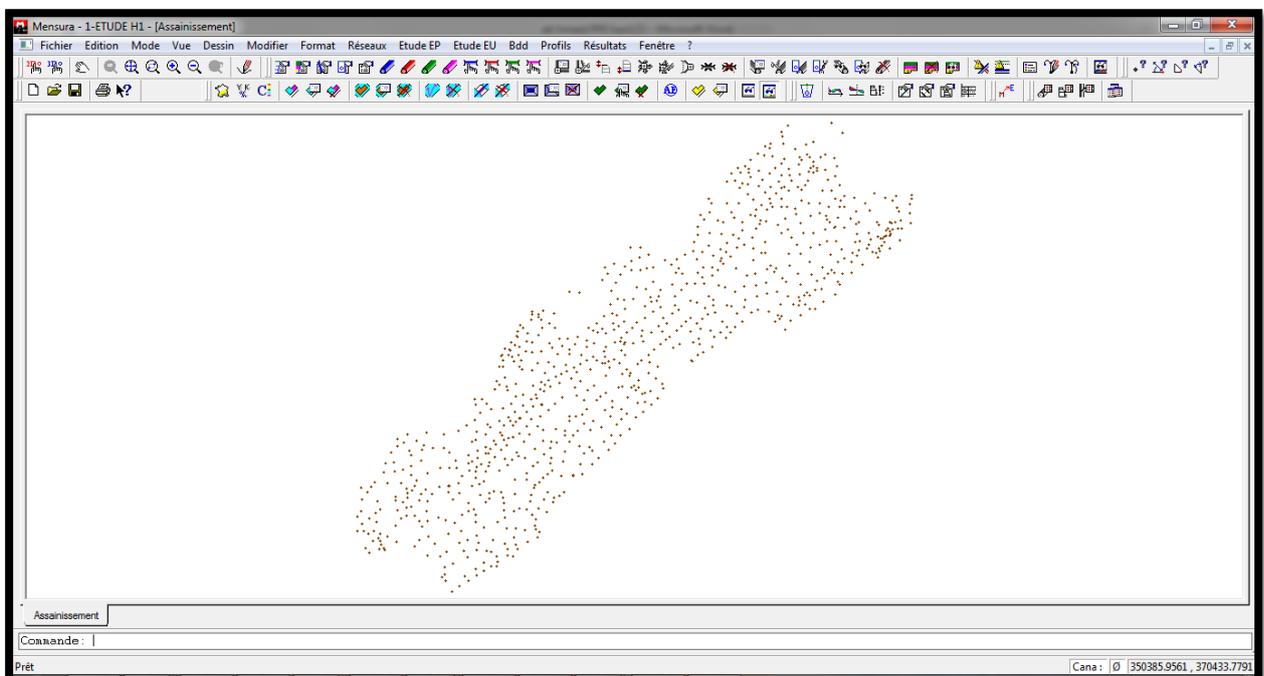


Figure 22 : fichier TN (présentée par des points).

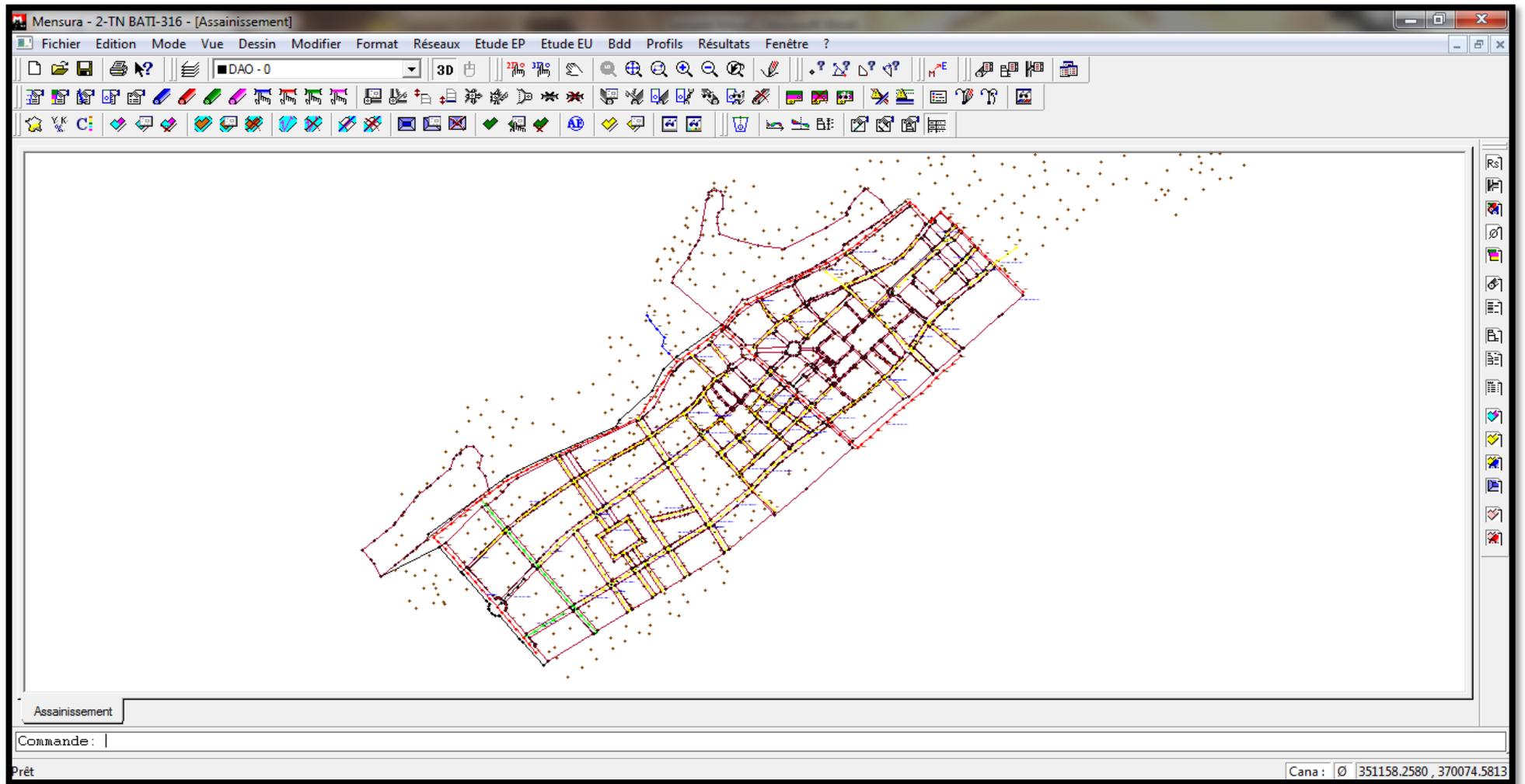


Figure 23 : projection du réseau d'assainissement

2) le Profil en long :

le Profil en long c'est une représentation du terrain naturel suivant la longueur de l'axe du réseau d'assainissement. C'est une coupe suivant un plan vertical permettant d'avoir le relief du terrain naturel le long de la zone considérée (voir figure 21).

Au moment de traçage de fil d'eau c'est-à-dire l'emplacement de projet, il faut tenir compte de plusieurs paramètres :

De la pente qui doit être limitée entre une valeur supérieure à 0.5% et inférieure à 3% qui permet de minimiser le diamètre au niveau du calcul lors du dimensionnement.

Il faut aussi vérifier que la profondeur minimale d'ordre 2m de notre cas et de 1.20m pour le cas du lotissement les canalisations des eaux usées et des eaux pluviales sont décalées de 30cm au minimum, lorsqu'il existe un croisement entre eux l'utilité des profils en long réside dans les renseignements qu'il donne, notamment les profondeurs des regards, les cotes de projet, et la pente qui est un élément important dans la conception et le dimensionnement de réseau d'assainissement permet de déterminer la déclinaison du bassin pour avoir une idée du sens d'écoulement d'eau . Le montage de profil en long d'assainissement est réalisé grâce au logiciel Mensura Genius-4.

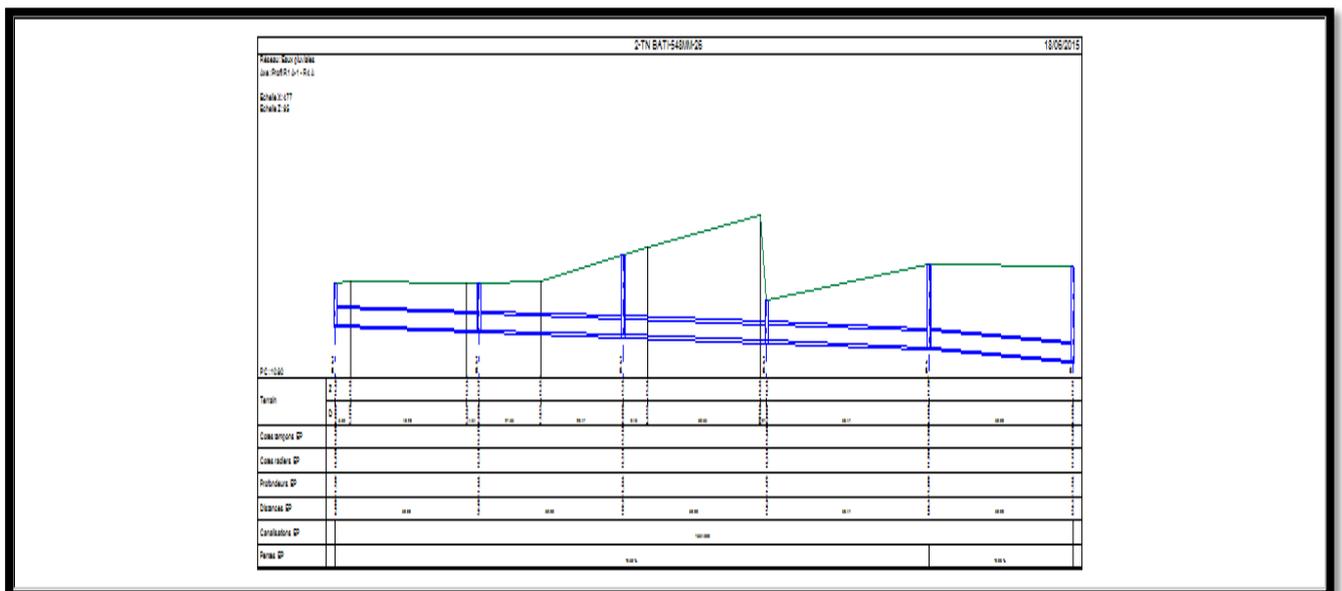


Figure 24 : exemple du Profil en long.

Chapitre II: dimensionnement et modélisation des collecteurs des eaux pluviales

INTRODUCTION :

Dans ce chapitre seront présentées les étapes et les formules que nous avons utilisé pour le dimensionnement du réseau d'assainissement pluvial de la commune de Harhoura, ainsi que les résultats du dimensionnement.

I. DECOUPAGE EN BASSINS VERSANTS :

Le bassin versant est une surface élémentaire hydrologiquement close, c'est -à-dire qu'aucun écoulement n'y pénètre de l'extérieur et que tous les excédents de précipitations s'évaporent ou s'écoulent par une seule section à l'exutoire (Brière, 2000).

Le découpage en bassins versants constituant la phase préliminaire du dimensionnement du réseau d'assainissement, permet l'évaluation du débit au niveau de chaque bassin. Le découpage en bassins versants dépend du type de système d'assainissement choisi pour le projet. Pour les systèmes séparatifs et unitaires (cas de la commune Harhoura), le découpage englobe la surface de toiture et de chaussée. Couleurs des bassins versant par coefficient (Fig.25).

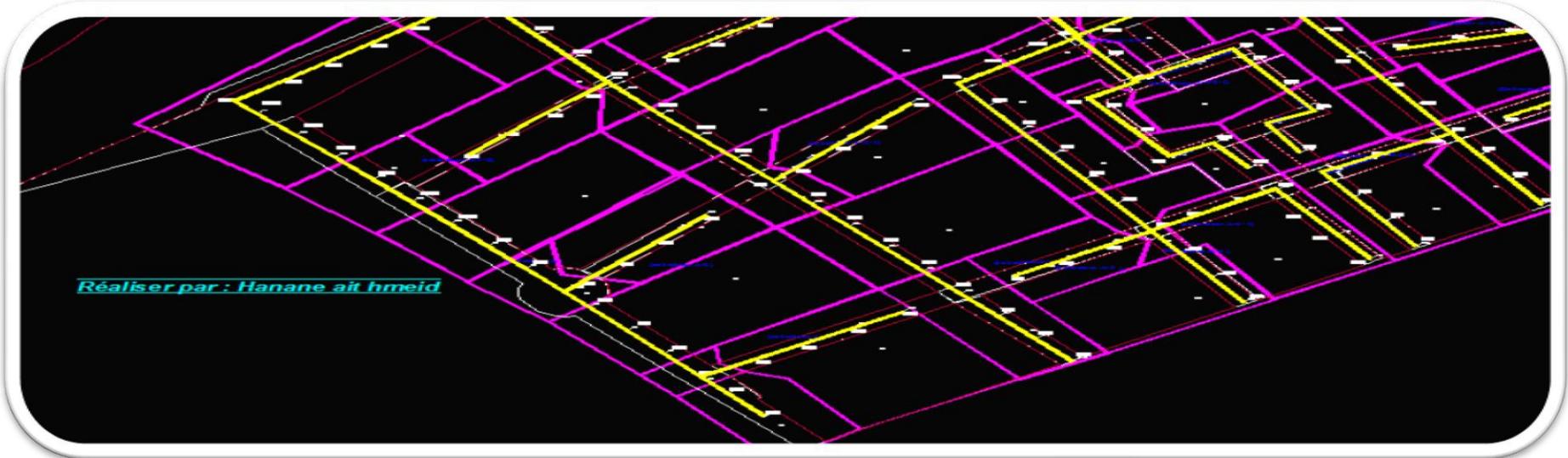
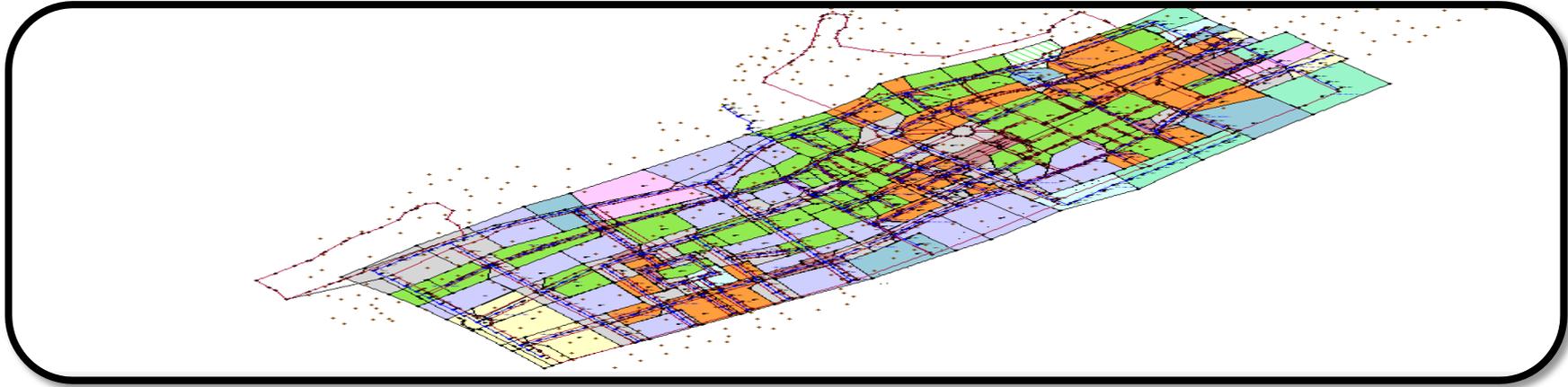


Figure 25 : découpage en bassin vessant sous mensura.

Notre réseau d'assainissement EP contient des tronçons, chaque tronçon est délimité par des sous exutoires (regards de visites). Un sous bassin est toute zone (voiries, espaces verts, chaussées...) qui évacue ses eaux pluviales dans ce tronçon. On a trouvé 133 sous bassins dont les caractéristiques figurent dans le Tableau (Annexe 1). La superficie de ces bassins varie entre 0.2449 ha et 5.5183 ha.

II. ASSEMBLAGE DES BASSINS ELEMENTAIRES ET ESTIMATION DES DEBITS:

Pour le dimensionnement des collecteurs qui transitent les débits provenant des bassins hétérogènes, on a procédé à leur assemblage et on les a assimilés à des bassins versants de caractéristiques homogènes (bassins équivalents). Les résultats du calcul d'assemblage sont présentés dans le Tableau (annexe 2).

III. DIMENSIONNEMENT DES COLLECTEURS :

Connaissant en chaque point, les débits à évacuer et la pente des ouvrages, le choix des sections se déduira de la formule d'écoulement de MANING STRIKLER

Les résultats du dimensionnement des collecteurs sont représentés dans le tableau "Dimensionnement des collecteurs " (voir Annexe 3) .

Les pentes des collecteurs qu'on a adoptés varient entre 0.2 % et 5 %, et pour le diamètre des canalisations, notre calcul à justifier que le diamètre de 500 à 2000 mm est capable de transporter les eaux pluviales.(voir annexe3 : dimensionnements EP).

IV. VERIFICATION DES CONDITIONS D'ECOULEMENT :

→ Autocurage :

Pour les réseaux d'évacuation des eaux pluviales, en système unitaire ou séparatif, les conditions de l'autocurage sont vérifiées lorsque la vitesse d'écoulement pour le 1/10 du débit à pleine section, est supérieure ou égal à 0.6 m/s.

Pour les réseaux des eaux usées, les conditions d'autocurage sont vérifiées lorsque la vitesse écoulement à pleine section est supérieure ou égale à 0,70 m/s.

Toutefois la vitesse doit rester inférieure à 4 m/s pour éviter les dégradations des joints et l'abrasion des conduites.

Pour la commune de Harhoura, les calculs ont montré que la vitesse minimale à pleine section sera de 0.8 m/s et la vitesse maximale sera de 4.85m/s (tableau Annexe 3).

Donc les conditions d'autocurage sont bien vérifiées, sauf pour le collecteur du bassin versant 52, dont V (1/10) est légèrement Supérieure à 4 m/s. Pour résoudre ce problème nous avons proposé de diminuer la pente du collecteur, pour ne pas causer l'érosion des conduites.

TABLEAU 10 : RECAPITULATION DES CARACTERISTIQUES DU RESEAU D'EAU PLUVIALES

Paramètre	max	min
Vitesse (m/s)	4.85	0.8
Pente (%)	5%	0.2%
Diamètre (mm)	500	2000

Même, l'optimisation qu'on a essayé de faire durant le dimensionnement des collecteurs, le calcul a justifié qu'il est nécessaire d'augmenter le diamètre jusqu'à 2000 mm, afin d'assurer l'écoulement des eaux pluviales dans les bonnes conditions.

V. MODELISATION DES RESEAUX :

Une fois les données sont collectées à l'aide de Mensura-Genius on passe à la dernière étape qui consiste à la modélisation du réseau d'assainissement sous PC-SWMM.

Il faut d'abord transformer le fichier DWG (DXF) d'autocad vers un fichier INP à l'aide EpaCAD.

Donc pour modéliser un réseau nous avons commencé par la phase préliminaire qui consiste :

- Dessin des nœuds (regard de visite).
- Dessin des tronçons.
- Dessin des bassins élémentaires
- Collecte des données de chaque bassin

→ Réaliser une simulation :

Avant de simuler le fonctionnement du réseau, il faut fixer un certains nombres de paramètres qui détermineront la façon dont sera conduite la simulation. Le tableau ci desous montre ces paramètres :

NB : ces paramètres ont été obtenues lors le dimensionnement d'un réseau d'assainissement du Harhoura a l'aide du Mensura Genius version 4.1 (voir annexe).

Tableau 11 : les caractéristiques de chaque bassin versant .

Data Category	Name	Rain Gage	Outlet	Area	%Imperv	Width	%Slope	CurbLen	SnowPack
[TITLE]	B1	Pluvio1	2	1.2505	62	500	0.78	0	
[OPTIONS]	B2	Pluvio1	4	0.3482	63	500	0.6	0	
[EVAPORATION]	B3	Pluvio1	6	5	55	500	0.81	0	
[RAINGAGES]	B4	Pluvio1	8	1.9886	58	500	1	0	
[SUBCATCHMENTS]	B5	Pluvio1	11	0.857	57	500	0.78	0	
[SUBAREAS]	B6	Pluvio1	19	5	56	500	0.96	0	
[INFILTRATION]	B7	Pluvio1	22	1.449	63	500	0.0139	0	
[JUNCTIONS]	48	Pluvio1	25	4.65	55	500	0.0139	0	
[OUTFALLS]	B9	Pluvio1	28	2.978	55	500	0.0110	0	
[CONDUITS]	B10	Pluvio1	31	3.4337	57	500	0.0110	0	
[XSECTIONS]	B11	Pluvio1	34	5.2739	68	500	0.0156	0	
[TIMESERIES]	B12	Pluvio1	36	1.6259	61	500	0.015	0	
[REPORT]									

→ Lancer une simulation :

Une fois que la simulation s'est effectuée avec succès, donc on peut visualiser les résultats.

→ Consulter le rapport de simulation :

Le rapport de simulation (Status Report) (Annexe 7) contient des informations importantes sur les résultats de la simulation

→ Représenter les résultats sur le plan :

Les résultats des simulations de certains paramètres descriptifs du réseau (les surfaces de bassins versants, les cotes radiers des regards et les diamètres des collecteurs) sont représentés sur la carte avec des couleurs en fonction de leurs valeurs (Fig. 26).

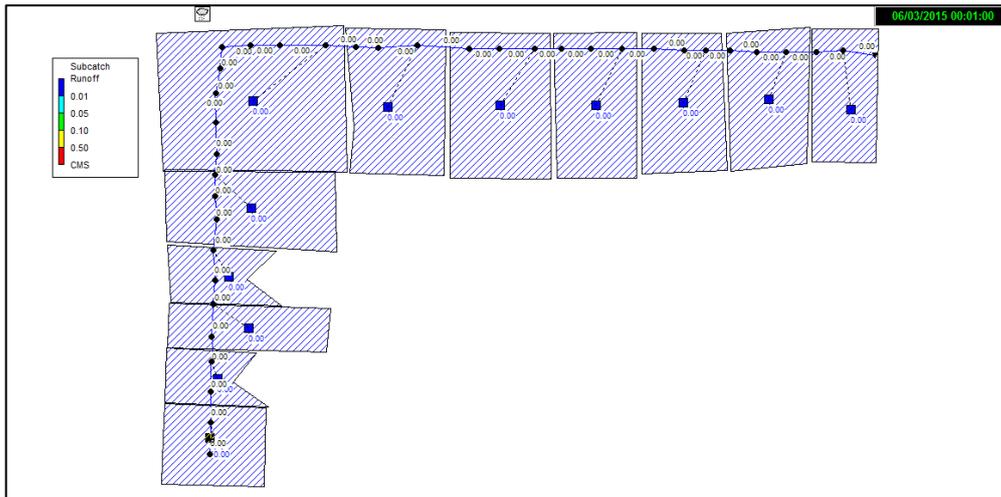


Figure 26 : Illustration de l'interface graphique avec un modèle composé de 12 bassins de drainage S, 35 tronçons C et 36 nœuds de jonction J.

→ Visualiser les résultats sous forme de graphes temporels :

Pour notre exemple, la boîte de dialogue Times Series Plot peut être utilisée pour représenter le débit dans les collecteurs C1 et C36. La figure 27 montre la variation du débit (flow en CMS) dans les C1 et C36 qui montre une augmentation du débit avec le temps.

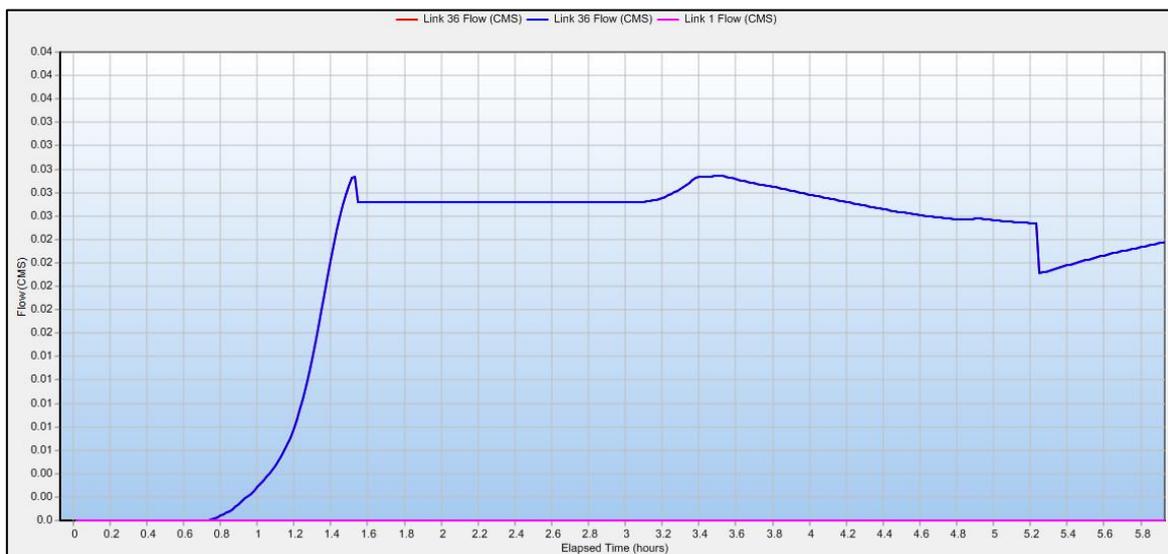


Figure 27 : la variation des débits du tronçon 1 au tronçons36.

→ Créer un profil en long :

SWMM permet de générer des profils en long montrant comment varie la ligne d'eau dans une succession de tronçons du réseau. Créons par exemple un tel profil pour les collecteurs reliant le nœud J1 à l'exutoire général du réseau.

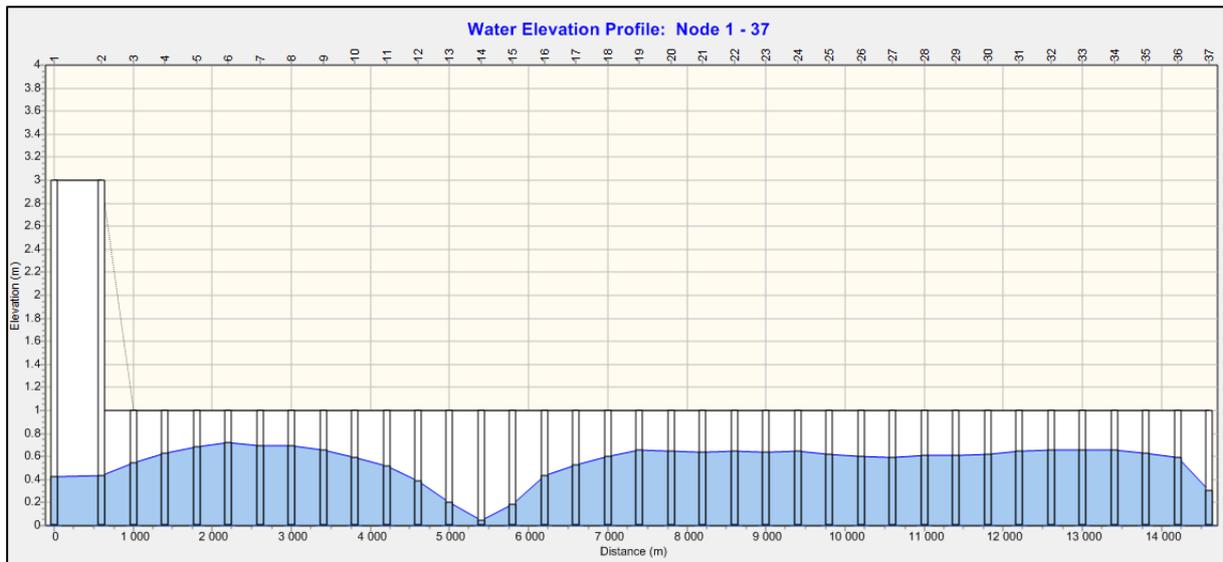


Figure 28: variation du niveau d'eau dans les tronçons du collecteur A (au temps 1:35 s).

→ Réaliser une simulation avec le modèle de l'onde dynamique :

Ce modèle est plus précis que celui de l'onde cinématique mais il requiert un temps de calcul supérieur car les pas de temps doivent être beaucoup plus courts pour garantir la stabilité numérique du modèle.

Dans notre exemple, le modèle de l'onde cinématique (voir Annexe 8) a montré que la conduite C1 était surchargée au cours de l'épisode pluvieux. Il est donc probable qu'en se mettant en charge, elle puisse faire transiter un débit supérieur à son débit à pleine section. Le modèle de l'onde dynamique est capable de représenter cette mise en charge.

Une fois la simulation selon le modèle de l'onde dynamique est réalisée on passe au lancement de la simulation.

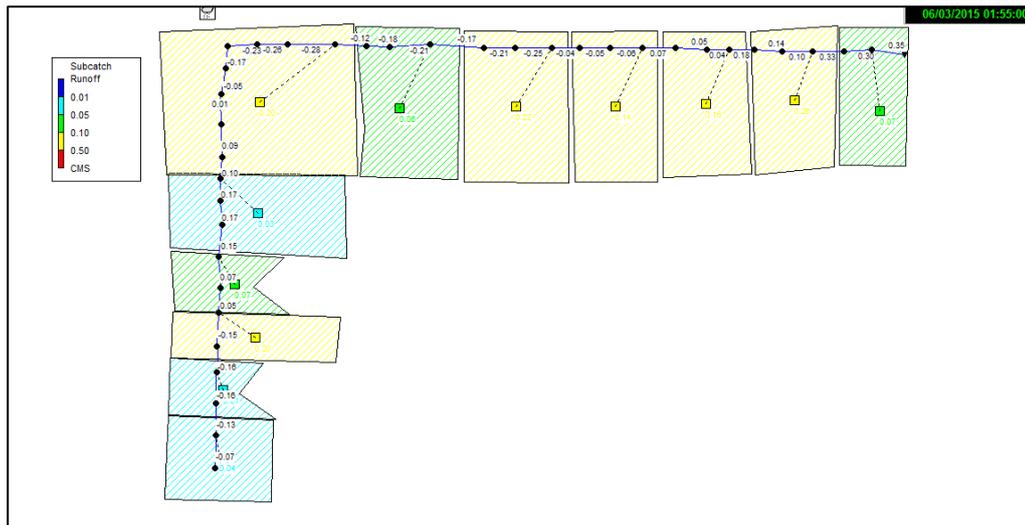


Figure 29 : la simulation de l'écoulement avec le modèle de l'onde dynamique dans le collecteur principal A.

Les résultats obtenus lors de la simulation à l'aide du PC-SWMM sont présentés dans le tableau (voir annexe 7).

Le débit obtenu à l'aide du Mensura-Genius au niveau du bassin versant 150 (Collecteur A) est de l'ordre de $0.412 \text{ m}^3/\text{s}$ ainsi que la valeur de simulation à l'aide du PC-SWMM d'ordre de $0.4602 \text{ m}^3/\text{s}$, d'où l'équivalence des deux logiciels.

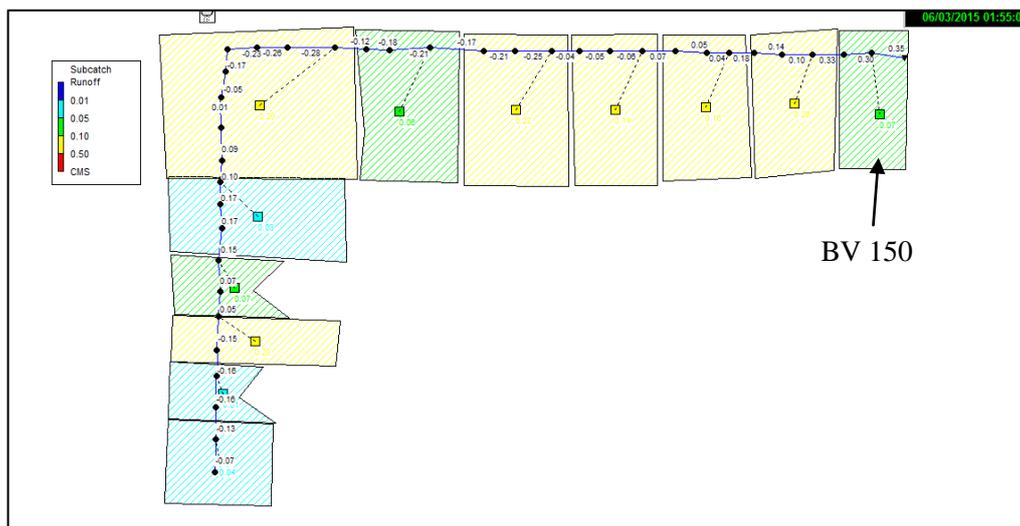


Figure 30 : emplacement du bassin versant 150.

VI. ESTIMATION DU COUT :

Le calcul a été effectué l'aide des feuilles d'Excel et les données de base (Diamètre , Longueur,...) ont été déduites à partir de résultat de métré de terrassement . Les résultats et le récapitulatif du métré sont présentés dans l'annexe.

L'estimation de coût global est donnée dans le tableau suivant :

TABLEAU 24 : ESTIMATION DU COUT TOTALE DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT EP DE LA COMMUNE HARHOURA

	TOTAL GENERAL H.T	TVA à 20 %	TOTAL TVA COMPRISE	TOTAL EN DHS
EAUX PLUVIALES	24969344	4993868.7	29963212	29963212

Conclusion générale

L'objectif principal de ce projet de fin d'étude est l'élaboration et le dimensionnement du réseau d'assainissement eaux pluviales de la commune urbaine de Harhoura (Province Shirat-Temara). Ce travail a permis de :

- Choisir un système d'assainissement séparatif pour la commune. Ce choix est justifié par plusieurs données de terrain.
- Faire la projection du réseau d'assainissement eaux pluviales au vu de son plan d'aménagement.
- Faire le dimensionnement des collecteurs des eaux pluviales du réseau projeté à l'aide de Mensura Genius-4.1.
- Faire la modélisation du réseau à l'aide de PC-SWMM pour savoir la variation de la ligne d'eau au niveau d'un tronçon de réseau eau pluviale.

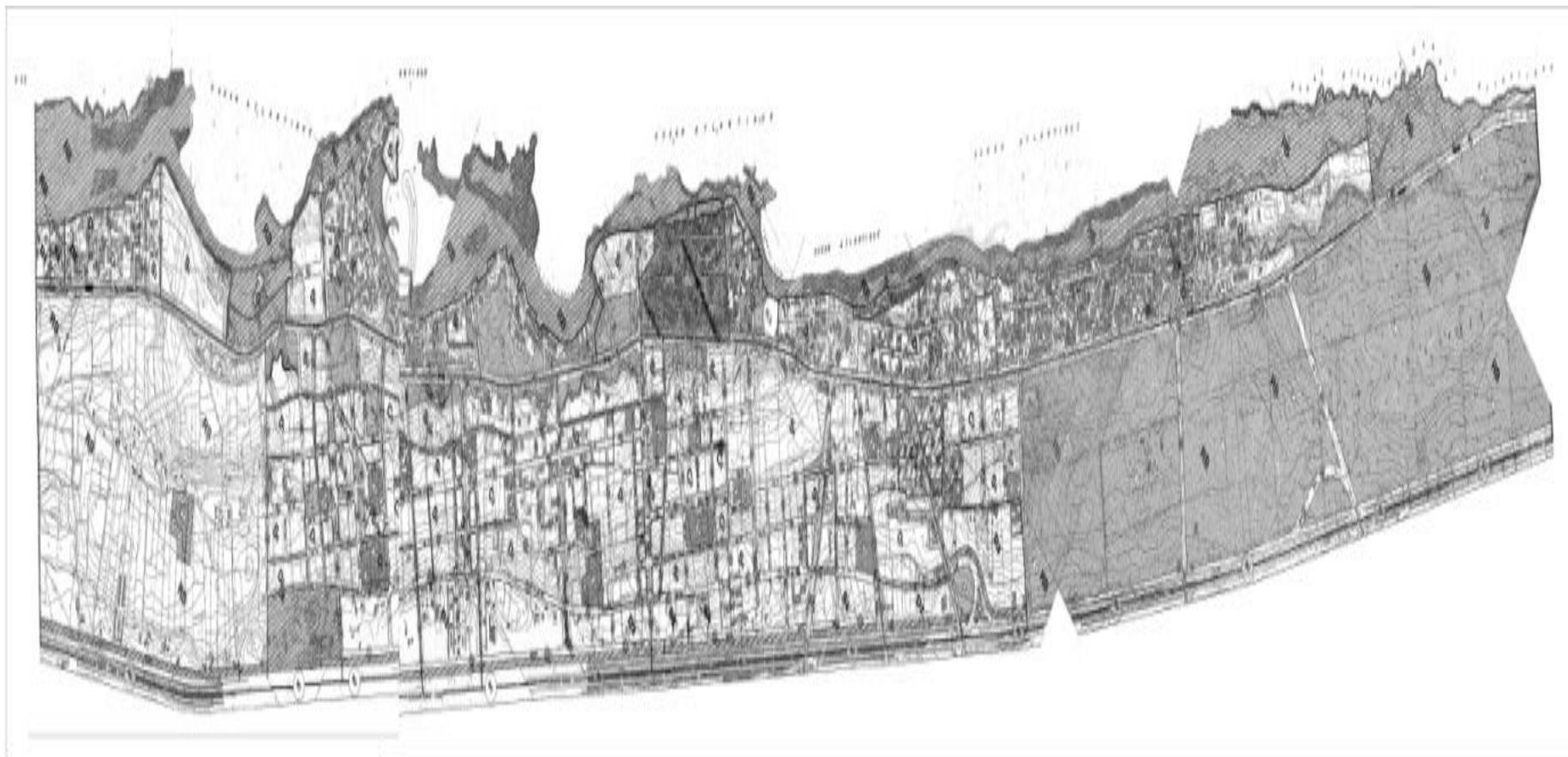
Au cours de cette étude, on s'est basé sur plusieurs logiciels spécifiques à savoir : « Mensura Genius-4.1, Autocad, PC-SWMM et Excel ». Ces outils ont servi pour le calcul rapide par la programmation des formules, au traçage des profils en long, à l'établissement de tracés en plan ainsi qu'au découpage des bassins versants. Les résultats obtenus par Mensura Genius sont identiques aux résultats obtenus par PC-SWMM.

L'utilisation de la formule superficielle du Caquot couplée à celle de Manning Strickler ont permis de calculer les démentions de sections des conduites de ce réseau à l'aide de mensura Genius.

Notre travail a contribué ainsi à l'étude sectorielle de la commune de Harhoura par élaboration du son schéma d'assainissement et le dimensionnement de son réseau d'assainissement. Ces résultats ont été approuvés par le comité responsable du projet à Redal.

ANNEXE

Annexe 1 (source : commun de Harhoura).



Annexe 2

Assemblage	Retour	A (ha)	I (m/m)	C	Qb (m3/s)	M	m	Qc (m3/s)	N° Ass.
BV2 // BV1	10	4.4223	0.0056	0.56	0.4736	0.839	1.458	0.6906	A1
A1 -- BV3	10	4.7705	0.0043	0.57	0.4677	1.098	1.297	0.6066	A1
A1 -- BV4	10	7.9650	0.0052	0.56	0.7245	1.278	1.215	0.8800	A1
BV5 // A1	10	9.9536	0.0068	0.57	0.9419	1.143	1.275	1.2008	A1
A1 -- BV6	10	4.9980	0.0057	0.57	0.9498	1.409	1.164	1.1056	A1
A1 -- BV7	10	5.0001	0.0062	0.56	1.1637	1.560	1.114	1.2962	A1
A1 -- BV8	10	6.9921	0.0069	0.57	1.3178	1.762	1.056	1.3922	A1
A1 -- BV9	10	5.4501	0.0079	0.56	1.6643	2.286	0.944	1.5707	A1
BV11 -- BV12	10	5.0111	0.0133	0.53	0.6375	1.499	1.133	0.7225	A2
BV13 // A2	10	7.2041	0.0106	0.54	0.7928	1.250	1.226	0.9721	A2
A2 -- BV14	10	8.2540	0.0103	0.54	0.8766	1.614	1.097	0.9620	A2
A2 -- BV15	10	7.0951	0.0093	0.54	1.0390	1.712	1.070	1.1114	A2
BV16 // A2	10	6.8940	0.0094	0.54	1.1742	1.587	1.106	1.2981	A2
A2 -- BV17	10	5.7890	0.0086	0.54	1.1901	1.847	1.035	1.2319	A2
A2 // A1	10	7.9087	0.0082	0.55	2.4473	1.764	1.056	2.5843	A1
A1 -- BV10	10	8.0980	0.0082	0.55	3.0001	0.000	1.056	2.0981	A1
A1 -- BV42	10	8.0012	0.0109	0.55	3.0692	2.210	0.958	2.9390	A1
BV18 // BV19	10	3.1215	0.0092	0.54	0.4045	0.800	1.488	0.6021	A3
BV20 // A3	10	5.3609	0.0123	0.55	0.6785	0.800	1.488	1.0098	A3
A3 -- BV21	10	6.2990	0.0123	0.55	0.6784	0.000	1.488	1.0009	A3
A3 -- BV22	10	7.3068	0.0048	0.55	0.6363	0.800	1.488	0.9470	A3
A3 -- BV23	10	8.5522	0.0112	0.54	0.9300	0.935	1.391	1.2936	A3
BV24 -- BV25	10	1.3194	0.0060	0.50	0.1640	2.196	0.960	0.1574	A4
BV27 -- BV28	10	2.1945	0.0050	0.62	0.3008	1.310	1.201	0.3613	A5
A5 -- BV29	10	2.7386	0.0050	0.60	0.3403	1.816	1.043	0.3549	A5
A4 // A5	10	4.0580	0.0053	0.57	0.4381	1.492	1.136	0.4976	A4
A4 -- BV26	10	4.7007	0.0063	0.56	0.5128	1.816	1.043	0.5347	A4
BV30 -- BV31	10	3.5243	0.063	0.55	0.5126	0.000	1.043	0.5346	A6
A6 -- BV32	10	4.3212	0.0002	0.55	0.1668	0.800	1.488	0.2482	A6
A6 -- BV33	10	5.1251	0.0009	0.54	0.2831	0.936	1.391	0.3937	A6
A6 -- BV34	10	6.0822	0.0014	0.54	0.3723	1.139	1.277	0.4752	A6
BV35 // A6	10	7.9758	0.0071	0.54	0.6496	0.995	1.354	0.8794	A6

A6 -- BV36	10	8.6733	0.007	0.54	0.6496	0.000	1.354	0.8794	A6
A6 -- BV37	10	9.6151	0.0019	0.55	0.5980	1.200	1.248	0.7464	A6
A3 // A4	10	7.0000	0.0098	0.55	1.2284	0.800	1.488	1.8283	A3
A6 // A3	10	7.0001	0.0075	0.55	1.7701	0.800	1.488	2.6345	A3
A3 -- BV38	10	7.0012	0.0143	0.55	2.2126	0.800	1.488	3.2932	A3
A3 -- BV39	10	7.0012	0.0160	0.55	2.4462	0.987	1.359	3.3242	A3
BV40 // A3	10	6.9990	0.0178	0.55	2.7579	0.932	1.393	3.8416	A3
A3 -- BV41	10	8.9901	0.0171	0.55	2.7490	1.062	1.316	3.6177	A3
A3 // A1	10	7.9989	0.0143	0.55	4.4053	0.800	1.488	6.5567	A1
A1 -- BV43	10	5.9987	0.0123	0.55	4.4052	0.000	1.488	5.9002	A1
A1 -- BV76	10	6.0081	0.0124	0.55	4.4002	0.000	1.488	5.8001	A1
BV44 // BV45	10	3.5403	0.0317	0.53	0.6343	0.800	1.488	0.9441	A7
BV46 // A7	10	4.1766	0.0327	0.53	0.7235	0.800	1.488	1.0768	A7
A7 -- BV47	10	4.8480	0.0267	0.52	0.7436	0.824	1.470	1.0928	A7
A7 -- BV48	10	6.3560	0.0233	0.52	0.8823	0.889	1.422	1.2545	A7
A7 -- BV50	10	7.7354	0.0228	0.53	1.0299	1.247	1.228	1.2644	A7
BV49 // A7	10	8.7157	0.0218	0.53	1.1152	1.175	1.260	1.4050	A7
A7 -- BV51	10	8.6611	0.0239	0.53	1.3772	1.267	1.219	1.6789	A7
A7 -- BV52	10	8.5561	0.0258	0.53	1.5475	1.448	1.150	1.7801	A7
BV53 // A7	10	7.6790	0.0268	0.53	1.6293	1.411	1.163	1.8955	A7
A7 -- BV54	10	8.0064	0.0273	0.53	1.7293	1.659	1.084	1.8752	A7
BV55 -- BV56	10	5.4932	0.0065	0.54	0.5499	1.348	1.187	0.6527	A8
A8 // A7	10	6.7801	0.0219	0.53	2.0965	1.406	1.165	2.4426	A7
A7 -- BV149	10	5.8941	0.0104	0.53	1.0981	0.000	1.165	2.4431	A7
A7 // A1	10	5.7410	0.0103	0.55	1.098	0.000	1.165	2.4431	A1
A1 -- BV150	10	5.6519	0.0103	0.55	1.098	0.000	1.165	2.4431	A1

Annexe 3

Tronçon	Ø théorique	K Manning	Canalisation	Ø	I (m/m)	Qc (m3/s)	Référence	Vps (m/s)	Qps (m3/s)
R1 A-R2 A	453	100.00	135A	500	0.0078	0.3338	BV2	1.5493	0.3042
R2 A-R3 A	453	100.00	135A	500	0.0078	0.3338	BV2	1.5493	0.3042
R3 A-R4 A	546	100.00	135A	600	0.0096	0.6066	A1 -- BV3	1.9398	0.5485
R4 A-R5 A	567	100.00	135A	600	0.0078	0.6066	A1 -- BV3	1.7496	0.4947
R5 A-R6 A	567	100.00	135A	600	0.0078	0.6066	A1 -- BV3	1.7496	0.4947
R6 A-R7 A	652	100.00	135A	800	0.0078	0.8800	A1 -- BV4	2.1194	1.0654
R7 A-R8 A	710	100.00	135A	800	0.0078	1.1056	A1 -- BV6	2.1194	1.0654
R8 A-R9 A	710	100.00	135A	800	0.0078	1.1056	A1 -- BV6	2.1194	1.0654

R9 A-R10 A	672	100.00	135A	800	0.0105	1.1056	A1 -- BV6	2.4531	1.2330
R10 A-R11 A	672	100.00	135A	800	0.0105	1.1056	A1 -- BV6	2.4531	1.2330
R11 A-R12 A	630	100.00	135A	800	0.0149	1.1056	A1 -- BV6	2.9215	1.4685
R12 A-R13 A	630	100.00	135A	800	0.0149	1.1056	A1 -- BV6	2.9215	1.4685
R13 A-R14 A	630	100.00	135A	800	0.0149	1.1056	A1 -- BV6	2.9215	1.4685
R14 A-R15 A	630	100.00	135A	800	0.0149	1.1056	A1 -- BV6	2.9215	1.4685
R15 A-R16 A	718	100.00	135A	800	0.0149	1.5707	A1 -- BV9	2.9215	1.4685
R16 A-R17 A	800	100.00	135A	800	0.0084	1.5707	A1 -- BV9	2.1884	1.1000
R17 A-R18 A	573	100.00	135A	800	0.0084	0.6440	BV9	1.8065	0.5108
R18 A-R19 A	573	100.00	135A	800	0.0084	0.6440	BV9	1.8065	0.5108
R19 A-R20 A	573	100.00	135A	800	0.0084	0.6440	BV9	1.8065	0.5108
R20 A-R21 A	544	100.00	135A	800	0.0110	0.6440	BV9	2.0752	0.5867
R22 A-R23 A	544	100	135A	800	0.0110	0.6441	BV10	2.0678	0.5873
R23 A-R24 A	554	100	135A	800	0.0110	0.6541	BV10	2.0679	0.5872
R24 A-R25 A	567	100	135A	800	0.0110	0.6541	BV42	2.0589	0.5873
R25 A-R26 A	568	100	135A	800	0.0110	0.6542	BV42	2.0467	0.5867
R26 A-R27 A	1516	100.00	135A	2000	0.0110	9.9254	A1 -- BV42	4.6306	14.5474
R27 A-R28 A	1516	100.00	135A	2000	0.0110	9.9254	A1 -- BV42	4.6306	14.5474
R28 A-R29 A	545	100.00	135A	2000	0.0110	0.6459	BV42	2.0752	0.5867
R31 A-R32 A	547	100	135A	2000	0.0110	0.6457	BV43	2.0753	0.5876
R32 A-R33 A	548	100	135A	2000	0.0174	0.6458	BV76	2.0754	0.5878
R33 A-R34 A	547	100	135A	2000	0.0174	0.6459	BV76	2.0754	0.5878
R34 A-R35 A	546	100.00	135A	2000	0.0174	0.8181	BV76	2.6053	0.7366
R35 A-R36 A	546	100.00	135A	2000	0.0174	0.8181	BV76	2.6053	0.7366
R36 A-R37 A	546	100	135A	2000	0.0174	0.8001	BV150	2.6052	0.689
R39 A-R40 A	440	100.00	135A	2000	0.0174	0.4602	BV150	2.3071	0.4530
R41 A-R40 A	558	100	135A	2000	0.0100	0.4602	BV77	2.3071	0.4551
R41 A-R42 A	588	100	135A	2000	0.0197	0.4601	BV77	2.3072	0.4552
R42 A-R43 A	587	100	135A	2000	0.0197	0.4601	BV77	2.3061	0.4551
R43 A-R248 A-1	586	100	135A	2000	0.0197	0.4601	BV77	2.3061	0.4551
R438 A-1-R248 A-1	586	100	135A	2000	0.0874	0.4602	BV77	2.3061	0.4552
R29 A-R46 A-1	545	100.00	135A	2000	0.0110	0.6459	BV42	2.0752	0.5867
R46 A-1-R31 A	1402	100.00	135A	2000	0.0110	8.0461	A1 -- BV43	3.8225	6.7549
R21 A-R22 A	544	100.00	135A	800	0.0110	0.6440	BV9	2.0752	0.5867
R37 A-R131 A-1	1402	100	135A	2000	0.0174	0.644	BV150	2.0753	0.5765
R131 A-1-R39 A	545	100	135A	2000	0.0174	0.645	BV150	2.0653	0.4678
R1 A-1-R2 A-1	563	100.00	135A	600	0.0039	0.4213	BV1	1.2363	0.3496
R2 A-1-R3 A-1	563	100.00	135A	600	0.0039	0.4213	BV1	1.2363	0.3496
R3 A-1-R4 A-1	563	100.00	135A	600	0.0039	0.4213	BV1	1.2363	0.3496
R4 A-1-R3 A	563	100.00	135A	600	0.0039	0.4213	BV1	1.2363	0.3496
R5 A-1-R6 A-1	475	100.00	135A	500	0.0100	0.4270	BV5	1.7500	0.3436
R6 A-1-R7 A-1	475	100.00	135A	500	0.0100	0.4270	BV5	1.7500	0.3436
R7 A-1-R8 A-1	475	100.00	135A	500	0.0100	0.4270	BV5	1.7500	0.3436
R8 A-1-R7 A	475	100.00	135A	500	0.0100	0.4270	BV5	1.7500	0.3436
R10 A-1-R11	418	70.00	PVC_CR4	500	0.0402	0.4267	BV11	3.5083	0.6889

A-1										
R11 A-1-R12 A-1	418	70.00	PVC_CR4	500	0.0402	0.4267	BV11	3.5083	0.6889	
R12 A-1-R13 A-1	465	70.00	PVC_CR4	500	0.0228	0.4267	BV11	2.6433	0.5190	
R13 A-1-R14 A-1	465	70.00	PVC_CR4	500	0.0227	0.4267	BV11	2.6388	0.5181	
R14 A-1-R15 A-1	523	100.00	135A	600	0.0060	0.4267	BV11	1.5307	0.4328	
R15 A-1-R16 A-1	523	100.00	135A	600	0.0060	0.4267	BV11	1.5307	0.4328	
R16 A-1-R17 A-1	637	100.00	135A	800	0.0060	0.7225	BV11 -- BV12	1.8544	0.9321	
R17 A-1-R18 A-1	566	100.00	135A	800	0.0060	0.5292	BV12	1.5307	0.4328	
R18 A-1-R19 A-1	709	100.00	135A	800	0.0060	0.9620	A2 -- BV14	1.8544	0.9321	
R19 A-1-R20 A-1	709	100.00	135A	800	0.0060	0.9620	A2 -- BV14	1.8544	0.9321	
R20 A-1-R21 A-1	709	100.00	135A	800	0.0060	0.9620	A2 -- BV14	1.8544	0.9321	
R21 A-1-R22 A-1	748	100.00	135A	800	0.0060	1.1114	A2 -- BV15	1.8544	0.9321	
R22 A-1-R23 A-1	528	100.00	135A	800	0.0060	0.4385	BV15	1.5307	0.4328	
R23 A-1-R24 A-1	528	100.00	135A	800	0.0060	0.4385	BV15	1.5307	0.4328	
R24 A-1-R25 A-1	528	100.00	135A	800	0.0060	0.4385	BV15	1.5307	0.4328	
R25 A-1-R22 A	528	100.00	135A	800	0.0060	0.4385	BV15	1.5307	0.4328	
R47 A-R48 A	495	100.00	135A	500	0.0050	0.3375	BV13	1.2374	0.2430	
R48 A-R49 A	495	100.00	135A	500	0.0050	0.3375	BV13	1.2374	0.2430	
R49 A-R50 A	495	100.00	135A	500	0.0050	0.3375	BV13	1.2374	0.2430	
R50 A-R18 A-1	495	100.00	135A	500	0.0050	0.3375	BV13	1.2374	0.2430	
R51 A-R52 A	495	100	135A	500	0.0100	0.3375	BV16	1.2367	0.243	
R52 A-R53 A	495	100	135A	500	0.0100	0.3389	BV16	1.2367	0.243	
R53 A-R54 A	495	100	135A	500	0.0100	0.3399	BV16	1.2346	0.243	
R54 A-R23 A-1	495	100	135A	500	0.0100	0.4001	BV16	1.2335	0.233	
R27 A-1-R28 A-1	413	70.00	PVC_CR4	500	0.0453	0.4377	BV18	3.7266	0.7317	
R28 A-1-R29 A-1	546	100.00	135A	600	0.0050	0.4377	BV18	1.3974	0.3951	
R31 A-1-R32 A-1	541	100	135A	600	0.0050	0.4001	BV21	1.2998	0.8991	
R32 A-1-R33 A-1	589	100	135A	600	0.1147	0.4601	BV21	2.9801		
R33 A-1-R34 A-1	632	100.00	135A	800	0.0300	1.5877	A3 -- BV22	4.1465	2.0842	
R34 A-1-R35 A-1	383	70.00	135A	800	0.0300	0.2916	BV22	2.6121	0.3282	
R35 A-1-R36 A-1	383	70.00	135A	800	0.0300	0.2916	BV22	2.6121	0.3282	
R36 A-1-R37 A-1	651	100.00	135A	800	0.0300	1.7158	A3 -- BV23	4.1465	2.0842	
R37 A-1-R38 A-1	397	70.00	135A	800	0.0300	0.3200	BV23	2.6121	0.3282	
R40 A-1-R41 A-1	897	100.00	135A	1200	0.0200	3.2932	A3 -- BV38	3.9286	3.0855	

R41 A-1-R42 A-1	834	100.00	135A	1200	0.0300	3.3242	A3 -- BV39	4.8116	3.7790
R44 A-1-R45 A-1	861	100.00	135A	1200	0.0300	3.6177	A3 -- BV41	4.8116	3.7790
R45 A-1-R46 A-1	861	100.00	135A	1200	0.0300	3.6177	A3 -- BV41	4.8116	3.7790
R443 A-1-R109 A-1	298	70.00	PVC_CR4	400	0.0334	0.1574	BV24 -- BV25	2.7580	0.3466
R109 A-1-R437 A-1	471	70.00	135A	600	0.0334	0.5347	A4 -- BV26	3.2003	0.6284
R42 A-1-R43 A-1	441	100.00	135A	1200	0.0300	0.6061	BV39	3.0311	0.5952
R43 A-1-R44 A-1	861	100.00	135A	1200	0.0300	3.6177	A3 -- BV41	4.8116	3.7790
R38 A-1-R92 A-1	397	70.00	135A	800	0.0300	0.3200	BV23	2.6121	0.3282
R92 A-1-R40 A-1	831	100.00	135A	1200	0.0300	3.2932	A3 -- BV38	4.8116	3.7790
R29 A-1-R55 A-1	546	100.00	135A	600	0.0050	0.4377	BV18	1.3974	0.3951
R55 A-1-R31 A-1	555	100	135A	600	0.0058	0.4377	BV18	1.3792	0.3951
R48 A-1-R49 A-1	376	70.00	PVC_CR4	400	0.0668	0.4133	BV20	3.8983	0.4899
R49 A-1-R50 A-1	411	70.00	PVC_CR4	500	0.0412	0.4133	BV20	3.5523	0.6975
R50 A-1-R51 A-1	463	70.00	PVC_CR4	500	0.0220	0.4133	BV20	2.5968	0.5099
R51 A-1-R52 A-1	497	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.4133	BV20	2.1446	0.4211
R52 A-1-R53 A-1	519	100.00	135A	600	0.0058	0.4133	BV20	1.5090	0.4267
R53 A-1-R55 A-1	519	100.00	135A	600	0.0058	0.4133	BV20	1.5090	0.4267
R56 A-1-R57 A-1	472	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.2077	BV19	1.2374	0.2430
R57 A-1-R58 A-1	472	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.2077	BV19	1.2374	0.2430
R58 A-1-R55 A-1	472	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.2077	BV19	1.2374	0.2430
R59 A-1-R60 A-1	457	100.00	135A	500	0.0246	0.6040	BV40	2.7465	0.5393
R60 A-1-R61 A-1	444	100.00	135A	500	0.0287	0.6040	BV40	2.9631	0.5818
R61 A-1-R62 A-1	444	100.00	135A	500	0.0287	0.6040	BV40	2.9631	0.5818
R62 A-1-R63 A-1	444	100.00	135A	500	0.0287	0.6040	BV40	2.9631	0.5818
R63 A-1-R64 A-1	444	100.00	135A	500	0.0287	0.6040	BV40	2.9631	0.5818
R64 A-1-R43 A-1	444	100.00	135A	500	0.0287	0.6040	BV40	2.9631	0.5818
R68 A-1-R69 A-1	489	100.00	135A	500	0.0102	0.4666	BV55	1.7715	0.3478
R69 A-1-R70 A-1	542	100.00	135A	600	0.0059	0.4666	BV55	1.5201	0.4298
R70 A-1-R71 A-1	486	100.00	135A	600	0.0106	0.4666	BV55	1.8028	0.3540
R71 A-1-R72 A-1	633	100.00	135A	800	0.0026	0.4666	BV55	1.2160	0.6112
R72 A-1-R73 A-1	522	100.00	135A	800	0.0072	0.4666	BV55	1.6781	0.4745

R73 A-1-R74 A-1	522	100.00	135A	800	0.0072	0.4666	BV55	1.6781	0.4745
R74 A-1-R75 A-1	522	100.00	135A	800	0.0072	0.4666	BV55	1.6781	0.4745
R75 A-1-R76 A-1	522	100.00	135A	800	0.0072	0.4666	BV55	1.6781	0.4745
R78 A-1-R79 A-1	523	100	135A	800	0.0301	0.4598	BV55	1.6691	0.4689
R79 A-1-R80 A-1	645	100	135A	800	0.0301	0.4601	BV31	1.5678	0.4578
R82 A-1-R83 A-1	645	100	135A	500	0.0055	0.4501	BV31	1.6666	0.5098
R83 A-1-R84 A-1	628	100.00	135A	800	0.0055	0.6646	A6 -- BV32	1.7714	0.8904
R84 A-1-R85 A-1	304	70.00	135A	800	0.0301	0.1574	BV32	2.6185	0.3290
R85 A-1-R86 A-1	491	100.00	135A	800	0.0301	0.8082	A6 -- BV33	3.0384	0.5966
R86 A-1-R87 A-1	320	70.00	135A	800	0.0301	0.1809	BV33	2.6185	0.3290
R89 A-1-R90 A-1	467	70	135A	800	0.0194	0.1708	BV37	2.5431	0.3201
R90 A-1-R91 A-1	1057	100.00	135A	1200	0.0061	2.8117	A6 -- BV37	2.4415	2.7613
R91 A-1-R92 A-1	1057	100.00	135A	1200	0.0061	2.8117	A6 -- BV37	2.4415	2.7613
R87 A-1-R449 A-1	320	70.00	135A	800	0.0301	0.1809	BV33	2.6185	0.3290
R80 A-1-R445 A-1	345	70	PVC_CR4	400	0.0055	0.131	BV24	1.0701	0.3201
R93 A-1-R94 A-1	388	70.00	PVC_CR4	400	0.0050	0.1230	BV24	1.0664	0.1340
R94 A-1-R95 A-1	388	70.00	PVC_CR4	400	0.0050	0.1230	BV24	1.0664	0.1340
R95 A-1-R96 A-1	388	70.00	PVC_CR4	400	0.0050	0.1230	BV24	1.0664	0.1340
R96 A-1-R97 A-1	388	70.00	PVC_CR4	400	0.0050	0.1230	BV24	1.0664	0.1340
R97 A-1-R443 A-1	388	70.00	PVC_CR4	400	0.0050	0.1230	BV24	1.0664	0.1340
R437 A-1-R92 A-1	471	70.00	135A	600	0.0334	0.5347	A4 -- BV26	3.2003	0.6284
R102 A-1-R103 A-1	457	100.00	135A	500	0.0050	0.2725	BV27	1.2374	0.2430
R103 A-1-R104 A-1	457	100.00	135A	500	0.0050	0.2725	BV27	1.2374	0.2430
R104 A-1-R105 A-1	457	100.00	135A	500	0.0050	0.2725	BV27	1.2374	0.2430
R105 A-1-R106 A-1	508	100.00	135A	600	0.0050	0.3613	BV27 -- BV28	1.3974	0.3951
R106 A-1-R107 A-1	508	100.00	135A	600	0.0050	0.3613	BV27 -- BV28	1.3974	0.3951
R107 A-1-R108 A-1	508	100.00	135A	600	0.0050	0.3613	BV27 -- BV28	1.3974	0.3951
R108 A-1-R109 A-1	505	100.00	135A	600	0.0050	0.3549	A5 -- BV29	1.3974	0.3951
R446 A-1-R447 A-1	504	100	135A	600	0.0138	0.3489	A5 -- BV29	1.4991	0.3789
R447 A-1-R448 A-1	503	100	135A	600	0.0138	0.3488	A5 -- BV29	1.5671	0.3567
R448 A-1-R449 A-1	504	100	135A	600	0.0138	0.3569	A5 -- BV29	1.5672	0.3401

R449 A-1-R89 A-1	501	100	135A	800	0.0301	0.3901	BV36	1.6571	0.3402
R432 A-1-R433 A-1	450	100.00	135A	500	0.0107	0.3825	BV30	1.8126	0.3559
R433 A-1-R434 A-1	450	100.00	135A	500	0.0107	0.3825	BV30	1.8126	0.3559
R434 A-1-R435 A-1	450	100.00	135A	500	0.0107	0.3825	BV30	1.8126	0.3559
R445 A-1-R82 A-1	452	100	135A	500	0.0055	0.3825	BV30	1.8135	0.3478
R435 A-1-R445 A-1	450	100.00	135A	500	0.0107	0.3825	BV30	1.8126	0.3559
R116 A-1-R117 A-1	493	100.00	135A	500	0.0340	0.8688	BV44	3.2264	0.6335
R117 A-1-R118 A-1	493	100.00	135A	500	0.0340	0.8688	BV44	3.2264	0.6335
R121 A-1-R122 A-1	578	100.00	135A	800	0.0309	1.2644	A7 -- BV50	3.4714	0.9815
R122 A-1-R123 A-1	578	100.00	135A	800	0.0309	1.2644	A7 -- BV50	3.4714	0.9815
R123 A-1-R124 A-1	642	100.00	135A	800	0.0309	1.6789	A7 -- BV51	4.2053	2.1138
R124 A-1-R125 A-1	609	100.00	135A	800	0.0410	1.6789	A7 -- BV51	4.8500	2.4379
R127 A-1-R128 A-1	685	100.00	135A	800	0.0273	1.8752	A7 -- BV54	3.9519	1.9864
R130 A-1-R131 A-1	685	100	135A	800	0.0137	1.7881	A7--BV54	3.8921	1.9873
R128 A-1-R76 A-1	684	100	135A	800	0.0152	1.7881	A7--BV54	4.0001	1.9875
R76 A-1-R130 A-1	685	100	135A	800	0.0137	1.7887	A7--BV54	4.7561	1.9999
R125 A-1-R148 A-1	623	100.00	135A	800	0.0410	1.7801	A7 -- BV52	4.8500	2.4379
R148 A-1-R127 A-1	635	100.00	135A	800	0.0410	1.8752	A7 -- BV54	4.8500	2.4379
R118 A-1-R119 A-1	493	100.00	135A	500	0.0340	0.8688	BV44	3.2264	0.6335
R119 A-1-R120 A-1	633	100.00	135A	800	0.0142	1.0928	A7 -- BV47	2.8531	1.4341
R120 A-1-R121 A-1	666	100.00	135A	800	0.0142	1.2545	A7 -- BV48	2.8531	1.4341
R132 A-1-R133 A-1	654	100	135A	800	0.0364	1.2444	BV7--BV48	2.8534	1.4321
R133 A-1-R119 A-1	502	100	135A	800	0.0364	1.2443	BV7--BV48	2.7812	1.4032
R135 A-1-R136 A-1	311	70.00	PVC_CR4	400	0.0151	0.1184	BV45	1.8542	0.2330
R136 A-1-R137 A-1	311	70.00	PVC_CR4	400	0.0151	0.1184	BV45	1.8542	0.2330
R137 A-1-R119 A-1	311	70.00	PVC_CR4	400	0.0151	0.1184	BV45	1.8542	0.2330
R139 A-1-R140 A-1	398	70.00	PVC_CR4	400	0.0164	0.2377	BV49	1.9286	0.2424
R140 A-1-R141 A-1	398	70.00	PVC_CR4	400	0.0164	0.2377	BV49	1.9286	0.2424
R141 A-1-R142 A-1	398	70.00	PVC_CR4	400	0.0164	0.2377	BV49	1.9286	0.2424
R142 A-1-R121 A-1	398	70.00	PVC_CR4	400	0.0164	0.2377	BV49	1.9293	0.2424
R145 A-1-R146 A-1	398	70	PVC_CR4	400	0.0351	0.2489	BV49	1.9012	0.3409

R146 R147 A-1	A-1-	400	70	PVC_CR4	400	0.0351	0.2098	BV49	2.0981	0.4569
R147 R148 A-1	A-1-	450	70	PVC_CR4	400	0.0352	0.2098	BV49	2.0982	0.5679
R151 R152 A-1	A-1-	488	100.00	135A	500	0.0485	1.0132	BV57	3.8551	0.7570
R155 R156 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0162	1.0132	BV57	2.5162	0.7114
R156 R157 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0162	1.0132	BV57	2.5162	0.7114
R157 R158 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0162	1.0132	BV57	2.5162	0.7114
R158 R159 A-1	A-1-	443	100.00	135A	600	0.0162	0.4525	BV66	2.2282	0.4375
R159 R160 A-1	A-1-	441	70.00	135A	600	0.0162	0.3118	BV68	2.2282	0.4375
R162 R163 A-1	A-1-	367	70.00	135A	600	0.0432	0.3118	BV68	3.1351	0.3940
R208 R209 A-1	A-1-	385	70.00	135A	600	0.0417	0.3472	BV74	3.0787	0.3869
R209 R210 A-1	A-1-	501	100.00	135A	600	0.0050	0.3472	BV74	1.3974	0.3951
R152 R177 A-1	A-1-	488	100.00	135A	500	0.0485	1.0132	BV57	3.8551	0.7570
R177 R154 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0162	1.0132	BV57	2.5162	0.7114
R154 R155 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0162	1.0132	BV57	2.5162	0.7114
R160 R196 A-1	A-1-	441	70.00	135A	600	0.0162	0.3118	BV68	2.2282	0.4375
R196 R162 A-1	A-1-	367	70.00	135A	600	0.0432	0.3118	BV68	3.1351	0.3940
R163 R204 A-1	A-1-	367	70.00	135A	600	0.0432	0.3118	BV68	3.1351	0.3940
R204 R208 A-1	A-1-	385	70.00	135A	600	0.0417	0.3472	BV74	3.0787	0.3869
R210 A-1-R76 A-1	A-1-	501	100.00	135A	600	0.0050	0.3472	BV74	1.3974	0.3951
R165 R166 A-1	A-1-	502	100	135A	600	0.0050	0.4551	BV74	1.5781	0.4998
R166 R177 A-1	A-1-	501	100	135A	500	0.0050	0.4551	BV61	1.5781	0.5002
R169 R170 A-1	A-1-	473	70.00	PVC_CR4	500	0.0300	0.5130	BV61	3.0311	0.5952
R170 R171 A-1	A-1-	579	100.00	135A	600	0.0050	0.5130	BV61	1.3974	0.3951
R171 R172 A-1	A-1-	579	100.00	135A	600	0.0050	0.5130	BV61	1.3974	0.3951
R172 R173 A-1	A-1-	579	100.00	135A	600	0.0050	0.5130	BV61	1.3974	0.3951
R173 R174 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0050	0.5635	BV60	1.3974	0.3951
R174 R175 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0050	0.5635	BV60	1.3974	0.3951
R175 R176 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0050	0.5635	BV60	1.3974	0.3951
R176 R177 A-1	A-1-	600	100.00	135A	600	0.0050	0.5635	BV60	1.3974	0.3951
R178 R179 A-1	A-1-	500	100	135A	500	0.0120	0.4321	BV60	1.4481	0.4512
R179 R180 A-1	A-1-	600	100	135A	500	0.0120	0.3561	BV64	1.6651	0.5134

R180 R181 A-1	A-1-	500	100	135A	500	0.0120	0.3009	BV64	1.6641	0.4999
R181 R155 A-1	A-1-	400	100	135A	600	0.0120	0.4098	BV64	1.6643	0.5
R183 R184 A-1	A-1-	401	100	135A	500	0.0192	0.5671	BV64	1.7812	0.5098
R184 R185 A-1	A-1-	401	100	135A	500	0.0192	0.4671	BV64	1.9087	0.4777
R186 R187 A-1	A-1-	402	70.00	PVC_CR4	500	0.0192	0.2654	BV64	2.4278	0.4767
R185 R186 A-1	A-1-	402	70.00	PVC_CR4	500	0.0192	0.2654	BV64	2.4278	0.4767
R187 R158 A-1	A-1-	402	70.00	PVC_CR4	500	0.0192	0.2654	BV64	2.4278	0.4767
R188 R189 A-1	A-1-	404	70	PVC_CR4	500	0.0160	0.2654	BV67	2.4278	0.4767
R189 R185 A-1	A-1-	404	70	PVC_CR4	500	0.0160	0.2654	BV67	2.4278	0.4767
R192 R193 A-1	A-1-	405	70.00	PVC_CR4	500	0.0290	0.3325	BV67	2.9791	0.5849
R193 R194 A-1	A-1-	405	70.00	PVC_CR4	500	0.0290	0.3325	BV67	2.9791	0.5849
R194 R195 A-1	A-1-	405	70.00	PVC_CR4	500	0.0290	0.3325	BV67	2.9791	0.5849
R195 R196 A-1	A-1-	405	70.00	PVC_CR4	500	0.0290	0.3325	BV67	2.9791	0.5849
R197 R198 A-1	A-1-	445	100.00	135A	500	0.0165	0.4601	BV71	2.2505	0.4419
R198 R199 A-1	A-1-	445	100.00	135A	500	0.0165	0.4601	BV71	2.2505	0.4419
R199 R200 A-1	A-1-	445	100.00	135A	500	0.0165	0.4601	BV71	2.2505	0.4419
R202 R203 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0165	0.3666	BV73	2.2505	0.4419
R203 R204 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0165	0.3666	BV73	2.2505	0.4419
R200 R207 A-1	A-1-	445	100.00	135A	500	0.0165	0.4601	BV71	2.2505	0.4419
R207 R202 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0165	0.3666	BV73	2.2505	0.4419
R205 R206 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0224	0.1406	BV73	2.2505	0.4419
R206 R207 A-1	A-1-	410	70.00	PVC_CR4	500	0.0224	0.1406	BV78	1.2202	0.4419
R212 R213 A-1	A-1-	410	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1406	BV78	1.2202	0.2396
R213 R214 A-1	A-1-	410	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1406	BV78	1.2202	0.2396
R214 R215 A-1	A-1-	410	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1406	BV78	1.2202	0.2396
R215 R216 A-1	A-1-	410	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1406	BV78	1.2202	0.2396
R216 R217 A-1	A-1-	410	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1406	BV78	1.2202	0.2396
R217 R218 A-1	A-1-	410	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1406	BV78	1.2202	0.2396
R218 R219 A-1	A-1-	414	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1442	BV79	1.2202	0.2396
R219 R220 A-1	A-1-	414	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1442	BV79	1.2202	0.2396
R220 R221 A-1	A-1-	414	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1442	BV79	1.2202	0.2396

R221 R222 A-1	A-1-	414	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1442	BV79	1.2202	0.2396
R222 R223 A-1	A-1-	414	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.1442	BV79	1.2202	0.2396
R223 R224 A-1	A-1-	473	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.2067	BV80	1.2202	0.2396
R224 R225 A-1	A-1-	383	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.2067	BV80	1.8481	0.2322
R225 R226 A-1	A-1-	383	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.2067	BV80	1.8481	0.2322
R226 R227 A-1	A-1-	383	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.2067	BV80	1.8481	0.2322
R227 R228 A-1	A-1-	383	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.2067	BV80	1.8481	0.2322
R230 R231 A-1	A-1-	383	70.00	135A	600	0.0150	0.2067	BV80	1.8481	0.2322
R233 R234 A-1	A-1-	494	70.00	135A	600	0.0150	0.4073	BV97	2.1445	0.4211
R234 R235 A-1	A-1-	494	70.00	135A	600	0.0150	0.4073	BV97	2.1445	0.4211
R237 R238 A-1	A-1-	457	100.00	135A	600	0.0237	0.5917	BV101	2.6923	0.5286
R238 R239 A-1	A-1-	457	100.00	135A	600	0.0237	0.5917	BV101	2.6923	0.5286
R239 R240 A-1	A-1-	457	100.00	135A	600	0.0237	0.5917	BV101	2.6923	0.5286
R240 R241 A-1	A-1-	457	100.00	135A	600	0.0237	0.5917	BV101	2.6923	0.5286
R243 R244 A-1	A-1-	517	100.00	135A	800	0.0050	0.3781	BV109	1.3974	0.3951
R245 R246 A-1	A-1-	481	70.00	135A	800	0.0050	0.2190	BV152	1.2374	0.2430
R228 R229 A-1	A-1-	383	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.2067	BV80	1.8481	0.2322
R229 R230 A-1	A-1-	383	100	135A	600	0.0150	0.2067	BV80	1.8481	0.2322
R269 R232 A-1	A-1-	383	100	135A	600	0.0150	0.2067	BV97	1.8481	0.2322
R232 R233 A-1	A-1-	494	100	135A	600	0.0150	0.4073	BV97	2.1445	0.4211
R235 R285 A-1	A-1-	494	70.00	135A	600	0.0150	0.4073	BV97	2.1445	0.4211
R285 R237 A-1	A-1-	457	100.00	135A	600	0.0237	0.5917	BV101	2.6923	0.5286
R241 R243 A-1	A-1-	492	70.00	135A	600	0.0325	0.5917	BV101	3.1556	0.6196
R244 R245 A-1	A-1-	481	70.00	135A	800	0.0050	0.2190	BV152	1.2374	0.2430
R231 R269 A-1	A-1-	481	70.00	135A	600	0.0150	0.2190	BV152	1.2374	0.2430
R248 R438 A-1	A-1-	481	70.00	135A	800	0.0082	0.2190	BV152	1.2374	0.2430
R246 R247 A-1	A-1-	481	70.00	135A	800	0.0050	0.2190	BV152	1.2374	0.2430
R247 R248 A-1	A-1-	481	70.00	135A	800	0.0050	0.2190	BV152	1.2374	0.2430
R229 R230 A-1	A-1-	485	70.00	135A	600	0.0562	0.2190	BV152	1.2374	0.2430
R249 R250 A-1	A-1-	487	70.00	PVC_CR4	500	0.0300	0.5528	BV82	3.0311	0.5952
R252 R253 A-1	A-1-	596	100.00	135A	600	0.0050	0.5528	BV82	1.3974	0.3951

R253 R254 A-1	A-1-	596	100.00	135A	600	0.0050	0.5528	BV82	1.3974	0.3951
R254 R255 A-1	A-1-	548	100.00	135A	600	0.0050	0.4425	BV84	1.3974	0.3951
R255 R256 A-1	A-1-	548	100.00	135A	600	0.0050	0.4425	BV84	1.3974	0.3951
R256 R257 A-1	A-1-	548	100.00	135A	600	0.0050	0.4425	BV84	1.3974	0.3951
R250 R261 A-1	A-1-	487	70.00	PVC_CR4	500	0.0300	0.5528	BV82	3.0311	0.5952
R261 R252 A-1	A-1-	596	100.00	135A	600	0.0050	0.5528	BV82	1.3974	0.3951
R257 R229 A-1	A-1-	436	70.00	135A	600	0.0138	0.2789	BV85	2.0570	0.4039
R259 R260 A-1	A-1-	396	70.00	PVC_CR4	400	0.0250	0.2900	BV83	2.3845	0.2996
R260 R261 A-1	A-1-	396	70.00	PVC_CR4	400	0.0250	0.2900	BV83	2.3845	0.2996
R262 R263 A-1	A-1-	479	100.00	135A	500	0.0108	0.4536	BV87	1.8183	0.3570
R263 R264 A-1	A-1-	479	100.00	135A	500	0.0108	0.4536	BV87	1.8183	0.3570
R264 R269 A-1	A-1-	479	100.00	135A	500	0.0108	0.4536	BV87	1.8185	0.3571
R266 R267 A-1	A-1-	338	70.00	PVC_CR4	400	0.0225	0.1802	BV90	2.2634	0.2844
R267 R268 A-1	A-1-	289	70.00	PVC_CR4	400	0.0520	0.1802	BV90	3.4384	0.4321
R268 R269 A-1	A-1-	338	70.00	PVC_CR4	400	0.0225	0.1802	BV90	2.2634	0.2844
R270 R267 A-1	A-1-	366	70.00	PVC_CR4	400	0.0050	0.1055	BV89	1.0664	0.1340
R271 R272 A-1	A-1-	326	70.00	PVC_CR4	400	0.0300	0.1895	BV91	2.6121	0.3282
R272 R273 A-1	A-1-	456	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1895	BV91	1.2374	0.2430
R273 R274 A-1	A-1-	456	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1895	BV91	1.2374	0.2430
R276 R233 A-1	A-1-	340	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.0868	BV94	1.0664	0.1340
R274 R279 A-1	A-1-	456	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1895	BV91	1.2374	0.2430
R279 R276 A-1	A-1-	340	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.0868	BV94	1.0664	0.1340
R278 R279 A-1	A-1-	273	70.00	PVC_CR4	400	0.0235	0.1045	BV93	2.3096	0.2902
R280 R281 A-1	A-1-	270	70.00	PVC_CR4	400	0.0260	0.1071	BV98	2.4335	0.3058
R282 R283 A-1	A-1-	270	70.00	PVC_CR4	500	0.0260	0.1071	BV98	2.4335	0.3058
R283 R284 A-1	A-1-	368	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1071	BV98	1.0664	0.1340
R284 R285 A-1	A-1-	368	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1071	BV98	1.0664	0.1340
R281 R282 A-1	A-1-	270	70.00	PVC_CR4	400	0.0260	0.1071	BV98	2.4335	0.3058
R286 R287 A-1	A-1-	270	70.00	PVC_CR4	400	0.0252	0.1071	BV98	2.4335	0.3058
R288 R289 A-1	A-1-	454	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1876	BV95	1.2374	0.2430
R289 R282 A-1	A-1-	454	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1876	BV95	1.2374	0.2430

R287 R288 A-1	A-1-	337	70.00	PVC_CR4	400	0.0246	0.1876	BV95	2.3675	0.2975
R451 R287 A-1	A-1-	337	70.00	PVC_CR4	500	0.0144	0.1876	BV95	2.3675	0.2975
R450 R281 A-1	A-1-	337	70.00	PVC_CR4	500	0.0050	0.1876	BV95	2.3675	0.2975
R294 R295 A-1	A-1-	494	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.4064	BV104	2.1433	0.4208
R295 R296 A-1	A-1-	494	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.4064	BV104	2.1433	0.4208
R296 R297 A-1	A-1-	494	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.4064	BV104	2.1433	0.4208
R297 R298 A-1	A-1-	494	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.4064	BV104	2.1433	0.4208
R298 R299 A-1	A-1-	494	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.4064	BV104	2.1433	0.4208
R299 R239 A-1	A-1-	494	70.00	PVC_CR4	500	0.0150	0.4064	BV104	2.1433	0.4208
R300 R301 A-1	A-1-	487	70	PVC_CR4	500	0.0050	0.4064	BV104	2.1561	0.4206
R301 R302 A-1	A-1-	487	70	PVC_CR4	500	0.0050	0.4001	BV104	2.1421	0.4567
R302 R303 A-1	A-1-	489	70	PVC_CR4	500	0.0050	0.4021	BV104	2.1421	0.4567
R303 R304 A-1	A-1-	478	70	PVC_CR4	500	0.0050	0.3991	BV104	2.1421	0.5009
R304 R305 A-1	A-1-	443	70	PVC_CR4	500	0.0050	0.3985	BV104	2.3451	0.5501
R305 R306 A-1	A-1-	438	70	PVC_CR4	500	0.0050	0.3975	BV104	2.5698	0.5554
R306 R295 A-1	A-1-	438	70	PVC_CR4	500	0.0050	0.3888	BV108	2.6541	0.5451
R307 R308 A-1	A-1-	438	70.00	PVC_CR4	500	0.0253	0.3827	BV108	2.7862	0.5471
R308 R245 A-1	A-1-	438	70.00	PVC_CR4	500	0.0253	0.3827	BV108	2.7862	0.5471
R310 R311 A-1	A-1-	407	70.00	PVC_CR4	500	0.0619	0.4935	BV107	4.3542	0.8549
R311 R312 A-1	A-1-	461	70.00	PVC_CR4	500	0.0319	0.4935	BV107	3.1266	0.6139
R312 R247 A-1	A-1-	319	70.00	PVC_CR4	500	0.0319	0.1845	BV153	2.6944	0.3386
R314 R315 A-1	A-1-	474	100.00	135A	500	0.0235	0.6489	BV111	2.6816	0.5265
R315 R316 A-1	A-1-	474	100.00	135A	500	0.0235	0.6489	BV111	2.6816	0.5265
R316 R317 A-1	A-1-	474	100.00	135A	500	0.0235	0.6489	BV111	2.6816	0.5265
R319 R320 A-1	A-1-	433	70.00	PVC_CR4	500	0.0534	0.5399	BV114	4.0427	0.7938
R320 R321 A-1	A-1-	286	70.00	PVC_CR4	500	0.0534	0.1782	BV117	3.4839	0.4378
R321 R322 A-1	A-1-	393	70.00	PVC_CR4	500	0.0098	0.1782	BV117	1.4959	0.1880
R322 R323 A-1	A-1-	393	70.00	135A	600	0.0098	0.1782	BV117	1.4959	0.1880
R323 R324 A-1	A-1-	137	70.00	135A	600	0.0098	0.0106	BV122	1.4959	0.1880
R324 R325 A-1	A-1-	394	70.00	135A	600	0.0098	0.1805	BV123	1.4959	0.1880
R325 R326 A-1	A-1-	394	70.00	135A	600	0.0098	0.1805	BV123	1.4959	0.1880

R326 R327 A-1	A-1-	394	70.00	135A	600	0.0098	0.1805	BV123	1.4959	0.1880
R327 R328 A-1	A-1-	399	70.00	135A	600	0.0098	0.1856	BV124	1.4959	0.1880
R328 R329 A-1	A-1-	399	70.00	135A	600	0.0098	0.1856	BV124	1.4959	0.1880
R329 R330 A-1	A-1-	425	70.00	135A	600	0.0069	0.1856	BV124	1.4586	0.2864
R330 R331 A-1	A-1-	425	70.00	135A	600	0.0069	0.1856	BV124	1.4586	0.2864
R331 R332 A-1	A-1-	378	70.00	135A	600	0.0069	0.1351	BV125	1.2570	0.1580
R332 R333 A-1	A-1-	378	70.00	135A	600	0.0069	0.1351	BV125	1.2570	0.1580
R333 R334 A-1	A-1-	467	100.00	135A	600	0.0069	0.3400	BV126	1.4586	0.2864
R334 R335 A-1	A-1-	467	100.00	135A	600	0.0069	0.3400	BV126	1.4586	0.2864
R335 R336 A-1	A-1-	467	100.00	135A	600	0.0069	0.3400	BV126	1.4586	0.2864
R336 R337 A-1	A-1-	467	100.00	135A	600	0.0069	0.3400	BV126	1.4586	0.2864
R339 R340 A-1	A-1-	487	100.00	135A	600	0.0069	0.3796	BV129	1.4586	0.2864
R340 R341 A-1	A-1-	487	100.00	135A	600	0.0069	0.3796	BV129	1.4586	0.2864
R341 R342 A-1	A-1-	433	70.00	135A	800	0.0100	0.2329	BV143	1.7500	0.3436
R342 R343 A-1	A-1-	433	70.00	135A	800	0.0100	0.2329	BV143	1.7500	0.3436
R343 R344 A-1	A-1-	484	100.00	135A	800	0.0100	0.4486	BV144	1.7500	0.3436
R344 R345 A-1	A-1-	484	100.00	135A	800	0.0100	0.4486	BV144	1.7500	0.3436
R345 R346 A-1	A-1-	478	100.00	135A	800	0.0100	0.4346	BV145	1.7500	0.3436
R346 R347 A-1	A-1-	478	100.00	135A	800	0.0100	0.4346	BV145	1.7500	0.3436
R347 R348 A-1	A-1-	478	100.00	135A	800	0.0100	0.4346	BV145	1.7500	0.3436
R348 R349 A-1	A-1-	423	70.00	135A	800	0.0100	0.2187	BV147	1.7500	0.3436
R349 R350 A-1	A-1-	468	70.00	135A	800	0.0100	0.2870	BV148	1.7500	0.3436
R350 R351 A-1	A-1-	468	70.00	135A	800	0.0100	0.2870	BV148	1.7500	0.3436
R351 R352 A-1	A-1-	468	70.00	135A	800	0.0100	0.2870	BV148	1.7500	0.3436
R383 R339 A-1	A-1-	487	100.00	135A	600	0.0069	0.3796	BV129	1.4586	0.2864
R356 R319 A-1	A-1-	489	70.00	PVC_CR4	500	0.0403	0.6489	BV111	3.5130	0.6898
R337 R383 A-1	A-1-	467	100.00	135A	600	0.0069	0.3400	BV126	1.4586	0.2864
R352 R243 A-1	A-1-	466	100.00	135A	800	0.0050	0.2870	BV148	1.2374	0.2430
R317 R356 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0262	0.6489	BV111	2.8322	0.5561
R353 R354 A-1	A-1-	186	70.00	PVC_CR4	400	0.0320	0.0434	BV113	2.6958	0.3388
R354 R355 A-1	A-1-	186	70.00	PVC_CR4	400	0.0320	0.0434	BV113	2.6958	0.3388

R355 R356 A-1	A-1-	178	70.00	PVC_CR4	400	0.0403	0.0434	BV113	3.0274	0.3804
R357 R358 A-1	A-1-	440	70.00	PVC_CR4	500	0.0149	0.2965	BV112	2.1347	0.4192
R358 R359 A-1	A-1-	440	70.00	PVC_CR4	500	0.0149	0.2965	BV112	2.1347	0.4192
R359 R356 A-1	A-1-	440	70.00	PVC_CR4	500	0.0149	0.2965	BV112	2.1347	0.4192
R361 R362 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0100	0.2859	BV115	1.7500	0.3436
R362 R363 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0100	0.2859	BV115	1.7500	0.3436
R363 R364 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0100	0.2859	BV115	1.7500	0.3436
R364 R365 A-1	A-1-	467	70.00	PVC_CR4	500	0.0100	0.2859	BV115	1.7500	0.3436
R365 R366 A-1	A-1-	441	70.00	PVC_CR4	500	0.0100	0.2457	BV116	1.7500	0.3436
R366 R320 A-1	A-1-	441	70.00	PVC_CR4	500	0.0100	0.2457	BV116	1.7500	0.3436
R368 R369 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R369 R370 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R370 R371 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R371 R372 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R372 R373 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R373 R374 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R374 R375 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R375 R322 A-1	A-1-	593	100.00	135A	600	0.0017	0.3147	BV118	0.8073	0.2282
R378 R379 A-1	A-1-	409	100.00	135A	600	0.0050	0.2952	BV118	3.8475	0.345
R379 R323 A-1	A-1-	407	100.00	135A	600	0.0050	0.2952	BV118	3.8475	0.347
R381 R382 A-1	A-1-	333	70.00	PVC_CR4	400	0.0651	0.2952	BV128	3.8475	0.4835
R382 R383 A-1	A-1-	333	70.00	PVC_CR4	400	0.0651	0.2952	BV128	3.8475	0.4835
R385 R386 A-1	A-1-	278	70.00	PVC_CR4	400	0.0680	0.2902	BV134	3.8475	0.6798
R388 R389 A-1	A-1-	241	70.00	135A	800	0.0806	0.1384	BV134	4.2811	0.5380
R389 R390 A-1	A-1-	278	70.00	135A	800	0.0376	0.1384	BV134	2.9232	0.3673
R390 R391 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693
R394 R395 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693
R395 R396 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693
R397 R398 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693
R398 R399 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693
R391 R413 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693

R413 R394 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693
R399 R341 A-1	A-1-	454	70.00	135A	800	0.0100	0.2646	BV142	1.7500	0.3436
R421 R388 A-1	A-1-	356	70.00	135A	800	0.0100	0.1384	BV134	1.5081	0.1895
R396 R397 A-1	A-1-	312	70.00	135A	800	0.0202	0.1384	BV134	2.1433	0.2693
R386 R421 A-1	A-1-	356	70	135A	800	0.0680	0.1381	BV134	2.1509	0.3478
R401 R402 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R402 R403 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R405 R406 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R406 R407 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R407 R408 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R408 R409 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R403 R405 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R409 R397 A-1	A-1-	464	100.00	135A	500	0.0156	0.5007	BV139	2.1848	0.4290
R413 R412 A-1	A-1-	315	70.00	135A	800	0.0191	0.1384	BV134	2.0826	0.2617
R414 R415 A-1	A-1-	505	100.00	135A	600	0.0100	0.5039	BV131	1.9762	0.5588
R415 R416 A-1	A-1-	505	100.00	135A	600	0.0100	0.5039	BV131	1.9762	0.5588
R416 R417 A-1	A-1-	505	100.00	135A	600	0.0100	0.5039	BV131	1.9762	0.5588
R417 R418 A-1	A-1-	505	100.00	135A	600	0.0100	0.5039	BV131	1.9762	0.5588
R418 R419 A-1	A-1-	505	100.00	135A	800	0.0100	0.5039	BV131	1.9762	0.5588
R419 R420 A-1	A-1-	505	100.00	135A	800	0.0100	0.5039	BV131	1.9762	0.5588
R420 R421 A-1	A-1-	505	100.00	135A	800	0.0100	0.5039	BV131	1.9762	0.5588
R422 R423 A-1	A-1-	613	100.00	135A	800	0.0125	0.9446	BV130	2.6805	1.3474
R423 R424 A-1	A-1-	613	100.00	135A	800	0.0125	0.9446	BV130	2.6805	1.3474
R424 R418 A-1	A-1-	613	100.00	135A	800	0.0125	0.9446	BV130	2.6805	1.3474
R426 R427 A-1	A-1-	362	70.00	PVC_CR4	400	0.0577	0.3484	BV146	3.6211	0.4550
R427 R348 A-1	A-1-	362	70.00	PVC_CR4	400	0.0577	0.3484	BV146	3.6211	0.4550
R430 R431 A-1	A-1-	400	70.00	PVC_CR4	400	0.0410	0.3825	BV30	3.0531	0.3837
R431 R432 A-1	A-1-	420	70.00	PVC_CR4	500	0.0316	0.3825	BV30	3.1109	0.6108
R438 R439 A-1	A-1-	420	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.3825	BV30	3.1109	0.6108
R439 R440 A-1	A-1-	420	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.3825	BV30	3.1109	0.6108
R440 R441 A-1	A-1-	420	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.3825	BV30	3.1109	0.6108

R441 R442 A-1	A-1-	420	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.3825	BV30	3.1109	0.6108
R442 R444 A-1	A-1-	420	70.00	PVC_CR4	500	0.0049	0.3825	BV30	3.1109	0.6108

Annexe 4

Numéro	Retour	A (ha)	I (m/m)	C	Qb (m3/s)	M	m	Qc (m3/s)
BV1	10	3.1718	0.0039	0.54	0.3105	0.990	1.357	0.4213
BV2	10	1.2505	0.0078	0.62	0.2243	0.800	1.488	0.3338
BV3	10	0.3482	0.0060	0.63	0.0782	1.077	1.308	0.1023
BV4	10	3.1945	0.0081	0.55	0.4007	0.800	1.488	0.5964
BV5	10	1.9886	0.0100	0.58	0.3197	1.026	1.336	0.4270
BV6	10	0.8570	0.0078	0.57	0.1488	1.110	1.291	0.1921
BV7	10	2.8209	0.0096	0.56	0.3895	0.800	1.488	0.5796
BV8	10	1.4497	0.0139	0.63	0.3029	0.900	1.414	0.4282
BV9	10	4.6510	0.0105	0.55	0.5740	1.534	1.122	0.6440
BV10	10	2.9785	0.01	0.55	0.4	1.5	1.13	0.544
BV11	10	1.7895	0.0298	0.54	0.3735	1.471	1.143	0.4267
BV12	10	3.2217	0.0061	0.53	0.3555	0.800	1.488	0.5292
BV13	10	2.1930	0.0050	0.54	0.2550	1.049	1.323	0.3375
BV14	10	1.0499	0.0060	0.56	0.1573	1.252	1.226	0.1927
BV15	10	2.5607	0.0060	0.53	0.2946	0.800	1.488	0.4385
BV16	10	1.7741	0.0100	0.54	0.2640	1.171	1.262	0.3331
BV17	10	0.8039	0.0060	0.51	0.1147	1.259	1.222	0.1402
BV18	10	1.8952	0.0112	0.55	0.2941	0.800	1.488	0.4377
BV19	10	1.2263	0.0050	0.54	0.1618	1.125	1.284	0.2077
BV20	10	2.2394	0.0168	0.56	0.3875	1.724	1.067	0.4133
BV21	10	0.9381	0.199	0.55	0.3765	1.689	1.101	0.356
BV22	10	1.0078	0.0252	0.54	0.2293	1.149	1.272	0.2916
BV23	10	1.2453	0.0300	0.53	0.2755	1.416	1.162	0.3200
BV24	10	0.8129	0.0050	0.51	0.1090	1.516	1.128	0.1230
BV25	10	0.5065	0.0075	0.49	0.0816	1.625	1.094	0.0893
BV26	10	0.6426	0.0173	0.53	0.1420	1.163	1.265	0.1797
BV27	10	1.2605	0.0050	0.69	0.2219	1.246	1.228	0.2725
BV28	10	0.9340	0.0050	0.53	0.1291	0.800	1.488	0.1921
BV29	10	0.5442	0.0050	0.50	0.0795	1.443	1.152	0.0916
BV30	10	2.0651	0.0161	0.55	0.3568	1.704	1.072	0.3825
BV31	10	1.4592	0.0159	0.55	0.2221	1.601	1.2081	0.2091
BV32	10	0.7970	0.0055	0.54	0.1192	1.056	1.320	0.1574
BV33	10	0.8039	0.0140	0.51	0.1506	1.311	1.201	0.1809
BV34	10	0.9570	0.0301	0.54	0.2341	0.800	1.488	0.3484
BV35	10	1.8937	0.0138	0.55	0.3141	1.119	1.287	0.4042
BV36	10	0.6975	0.02	0.61	0.2111	1.012	1.35	0.3218
BV37	10	0.9418	0.0077	0.67	0.1960	0.919	1.402	0.2747
BV38	10	0.5646	0.0300	0.47	0.1321	1.507	1.131	0.1493
BV39	10	2.1987	0.0248	0.53	0.4072	0.800	1.488	0.6061
BV40	10	3.0932	0.0279	0.54	0.5623	1.697	1.074	0.6040
BV41	10	0.3916	0.0300	0.49	0.1034	1.179	1.258	0.1301
BV42	10	3.4337	0.0110	0.57	0.4904	1.060	1.317	0.6459
BV43	10	2.6933	0.0211	0.56	0.5012	0.999	1.389	0.7891
BV44	10	2.9650	0.0340	0.55	0.5838	0.800	1.488	0.8688

BV45	10	0.5753	0.0151	0.46	0.1039	1.480	1.140	0.1184
BV46	10	0.6363	0.0364	0.52	0.1705	0.800	1.488	0.2537
BV47	10	0.6714	0.0147	0.45	0.1143	1.099	1.297	0.1482
BV48	10	1.5080	0.0142	0.53	0.2540	0.800	1.488	0.3780
BV49	10	0.9803	0.0164	0.53	0.1926	1.231	1.234	0.2377
BV50	10	1.3794	0.0218	0.55	0.2828	1.045	1.326	0.3748
BV51	10	2.2828	0.0309	0.53	0.4478	0.800	1.488	0.6664
BV52	10	1.3385	0.0389	0.54	0.3294	0.800	1.488	0.4903
BV53	10	0.6588	0.0351	0.53	0.1771	1.273	1.216	0.2154
BV54	10	1.0198	0.0348	0.50	0.2354	1.378	1.175	0.2767
BV55	10	3.3133	0.0062	0.54	0.3748	1.208	1.245	0.4666
BV56	10	2.1799	0.0072	0.52	0.2705	0.800	1.488	0.4025
BV57	10	3.7894	0.0485	0.48	0.6807	0.800	1.488	1.0132
BV58	10	0.5795	0.0050	0.52	0.0857	1.001	1.351	0.1157
BV59	10	3.2180	0.0057	0.55	0.3628	1.154	1.270	0.4605
BV60	10	3.6560	0.0050	0.55	0.3786	0.800	1.488	0.5635
BV61	10	2.1523	0.0135	0.55	0.3447	0.800	1.488	0.5130
BV62	10	1.3996	0.0120	0.54	0.2366	1.340	1.190	0.2815
BV63	10	1.4200	0.0162	0.53	0.2560	0.800	1.488	0.3810
BV64	10	0.9272	0.0164	0.54	0.1901	0.927	1.396	0.2654
BV65	10	0.8072	0.0192	0.54	0.1780	0.800	1.488	0.2649
BV66	10	1.8092	0.0162	0.54	0.3158	0.873	1.433	0.4525
BV67	10	0.9109	0.0290	0.54	0.2234	0.800	1.488	0.3325
BV68	10	1.0643	0.0162	0.54	0.2095	0.800	1.488	0.3118
BV69	10	0.6954	0.0312	0.50	0.1690	1.797	1.048	0.1771
BV70	10	0.5991	0.0224	0.54	0.1482	1.073	1.311	0.1943
BV71	10	2.0767	0.0165	0.54	0.3535	1.090	1.301	0.4601
BV72	10	1.3912	0.0432	0.52	0.3324	0.800	1.488	0.4948
BV73	10	1.4796	0.0169	0.55	0.2779	1.057	1.319	0.3666
BV74	10	1.3187	0.0250	0.54	0.2804	1.223	1.238	0.3472
BV76	10	5.2739	0.0156	0.53	0.6855	1.330	1.194	0.8181
BV77	10	1.8959	0.0121	0.45	0.4771	1.321	1.99	0.213
BV78	10	1.7411	0.0049	0.33	0.1135	1.221	1.239	0.1406
BV79	10	2.6855	0.0049	0.27	0.1277	1.511	1.129	0.1442
BV80	10	2.9538	0.0068	0.33	0.1943	1.736	1.063	0.2067
BV82	10	1.9611	0.0251	0.54	0.3838	0.863	1.440	0.5528
BV83	10	0.8246	0.0250	0.54	0.1948	0.800	1.488	0.2900
BV84	10	3.3668	0.0050	0.53	0.3430	1.113	1.290	0.4425
BV85	10	1.5502	0.0051	0.52	0.1874	0.800	1.488	0.2789
BV86	10	1.0855	0.005	0.53	0.2131	0.8	1.488	0.3275
BV87	10	2.0212	0.0108	0.55	0.3047	0.800	1.488	0.4536
BV88	10	1.0046	0.0193	0.51	0.1969	1.038	1.330	0.2618
BV89	10	0.4175	0.0050	0.54	0.0709	0.800	1.488	0.1055
BV90	10	0.6091	0.0301	0.50	0.1498	1.307	1.203	0.1802
BV91	10	0.6358	0.0167	0.50	0.1287	0.821	1.472	0.1895
BV92	10	0.8036	0.0050	0.54	0.1171	1.360	1.182	0.1384
BV93	10	0.2285	0.0235	0.53	0.0702	0.800	1.488	0.1045
BV94	10	0.4358	0.0050	0.49	0.0638	0.984	1.361	0.0868
BV95	10	0.5802	0.0163	0.54	0.1311	0.876	1.431	0.1876
BV96	10	1.6720	0.0072	0.54	0.2311	0.800	1.488	0.3439
BV97	10	1.9380	0.0150	0.47	0.2737	0.800	1.488	0.4073
BV98	10	0.2516	0.0260	0.51	0.0740	0.852	1.448	0.1071
BV99	10	0.5369	0.0261	0.52	0.0671	0.919	1.447	0.1561

BV100	10	1.0180	0.0073	0.52	0.1486	1.504	1.132	0.1682
BV101	10	2.5727	0.0171	0.52	0.3976	0.800	1.488	0.5917
BV102	10	2.4088	0.0237	0.54	0.4374	0.800	1.488	0.6511
BV103	10	5.0794	0.0050	0.55	0.4879	1.094	1.299	0.6340
BV104	10	2.4502	0.0050	0.54	0.2731	0.800	1.488	0.4064
BV105	10	1.1990	0.0150	0.53	0.2182	1.267	1.219	0.2660
BV106	10	1.6126	0.0202	0.51	0.2852	0.901	1.413	0.4031
BV107	10	1.3178	0.0444	0.54	0.3334	0.810	1.480	0.4935
BV108	10	1.1751	0.0253	0.54	0.2571	0.800	1.488	0.3827
BV109	10	1.9938	0.0080	0.56	0.2841	1.036	1.331	0.3781
BV111	10	5.7827	0.0235	0.31	0.4360	0.800	1.488	0.6489
BV112	10	1.3309	0.0149	0.52	0.2305	1.120	1.286	0.2965
BV113	10	1.2938	0.0340	0.09	0.0349	1.209	1.244	0.0434
BV114	10	1.8195	0.0460	0.47	0.3628	0.800	1.488	0.5399
BV115	10	1.1839	0.0100	0.54	0.1946	0.824	1.469	0.2859
BV116	10	1.4451	0.0100	0.49	0.1998	1.241	1.230	0.2457
BV117	10	1.7630	0.0186	0.24	0.1197	0.800	1.488	0.1782
BV118	10	3.3220	0.0017	0.53	0.2403	1.074	1.310	0.3147
BV119	10	0.7331	0.0017	0.46	0.0641	0.882	1.427	0.0914
BV120	10	0.6156	0.0018	0.64	0.0846	1.626	1.094	0.0925
BV121	10	0.7583	0.0050	0.54	0.1111	0.800	1.488	0.1654
BV122	10	0.4427	0.0098	0.07	0.0080	1.026	1.336	0.0106
BV123	10	0.6078	0.0098	0.56	0.1213	0.800	1.488	0.1805
BV124	10	1.2917	0.0098	0.42	0.1522	1.266	1.219	0.1856
BV125	10	1.8883	0.0077	0.23	0.0925	0.836	1.460	0.1351
BV126	10	1.6781	0.0069	0.55	0.2327	0.835	1.461	0.3400
BV127	10	2.5743	0.0069	0.55	0.3208	1.061	1.317	0.4224
BV128	10	0.6650	0.0651	0.53	0.2206	1.022	1.338	0.2952
BV129	10	1.8946	0.0069	0.61	0.2884	1.062	1.316	0.3796
BV130	10	5.5183	0.0125	0.51	0.6347	0.800	1.488	0.9446
BV131	10	2.6778	0.0100	0.53	0.3564	0.901	1.414	0.5039
BV132	10	0.8066	0.0104	0.50	0.1342	1.383	1.174	0.1574
BV133	10	1.0610	0.0680	0.54	0.3227	0.800	1.488	0.4802
BV134	10	0.6962	0.0141	0.47	0.1207	1.460	1.146	0.1384
BV135	10	6.3201	0.0298	0.54	0.9919	0.800	1.488	1.4763
BV136	10	1.0635	0.0276	0.55	0.9918	0.8	1.488	1.5981
BV137	10	0.8360	0.0209	0.551	0.9991	0.802	1.488	1.588
BV138	10	0.7690	0.0202	0.56	0.1796	0.801	1.487	0.2671
BV139	10	3.2516	0.0156	0.54	0.4845	1.854	1.034	0.5007
BV140	10	0.2449	0.0156	0.47	0.0560	0.800	1.488	0.0833
BV141	10	0.2914	0.0202	0.49	0.0737	0.800	1.488	0.1097
BV142	10	0.9417	0.0180	0.50	0.1783	0.805	1.484	0.2646
BV143	10	0.8844	0.0100	0.54	0.1565	0.800	1.488	0.2329
BV144	10	2.0627	0.0100	0.54	0.3014	0.800	1.488	0.4486
BV145	10	2.0321	0.0100	0.54	0.2969	0.831	1.464	0.4346
BV146	10	0.8383	0.0577	0.54	0.2562	0.985	1.360	0.3484
BV147	10	0.8142	0.0100	0.54	0.1469	0.800	1.488	0.2187
BV148	10	1.1537	0.0100	0.54	0.1928	0.800	1.488	0.2870
BV149	10	0.7708	0.101	0.55	0.2012	0.801	1.487	0.3001
BV150	10	1.6259	0.0150	0.61	0.3296	0.927	1.396	0.4602
BV151	10	1.9781	0.0149	0.65	0.2251	1.001	1.301	0.3981
BV152	10	0.9728	0.0050	0.66	0.1709	1.130	1.281	0.2190
BV153	10	0.7702	0.0050	0.68	0.1484	1.211	1.243	0.1845

Annexe 5

RESULTAS DE								
METRE DE TERASSEMENT								
			Déblai			remblai primaire		remblai sec
Diamètre	Prof moy.	Longueur	Fouille	Fondation	Lit de pose	Enrobage	Vol excédent	Remb
400	2.262	1838	2362	0.000	191	284.987	496.874	1865
400	2.715	1513	3368	0.000	124	558.306	891.885	2476
500	3.129	5949	18802	0.000	599	3113.240	5232.018	13570
600	3.981	4498	24319	0.000	915	3720.880	6675.996	17643
800	5.961	1120	37868	0.000	953	5107.135	9135.208	28733
1000	6.033	698	8547	0.000	283	1338.103	2450.515	6097
1200	7.962	402	7263	0.000	182	932.444	1796.759	5466
2000	9.956	1037	35114	0.000	1058	4830.383	10581.783	24533

Annexe 6

désignation unité	unité	PU	quantité	prix total HT
regard	U	120	858	102960
déblai (2<Pr<4)	M3	80	12.087	966.96
déblai (Pr>6)	M3	80	29.913	2393.04
remblai Prim	M3	80	19885.478	1590838.2
remblai ex	M3	50	37261.038	1863051.9
remblai sc	M3	40	100383	4015320
Conduites :				
400	ml	360	3350	1206000
500	ml	510	5949	3033895.4
600	ml	732	4497.817336	3292402.3
800	ml	1120	3995.038748	4474443.4
1000	ml	1600	697.7748344	1116439.7
1200	ml	2160	401.7886207	867863.42
2000	ml	3280	1037.429671	3402769.3
prix total hors taxe				24969344

TVA 20%				4993868.7
PRIX TOTAL TTC				29963212

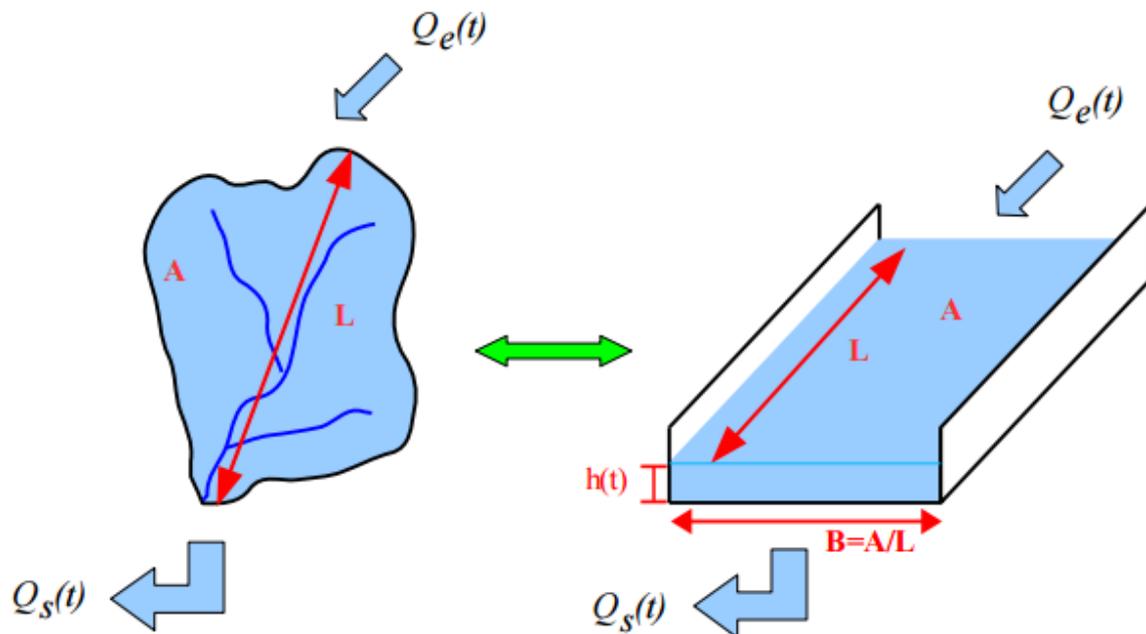
Annexe 7: résultats de simulation sous PC-SWMM.

Link	Maximum Flow CMS	Time of Max Occurrence days hr:min	Maximum Veloc m/sec	Max/ Full Flow	Max/Full Depth
1	0.167	0 01:32	0.37	0.40	0.27
2	0.254	0 01:38	0.63	9.34	0.82
3	0.289	0 01:33	0.62	10.64	0.82
4	0.318	0 01:28	0.64	11.70	0.81
5	0.395	0 01:23	0.76	14.52	0.81
6	0.283	0 01:21	0.52	10.41	0.81
7	0.200	0 01:26	0.34	7.36	0.81
8	0.384	0 01:27	0.74	14.09	0.80
9	0.310	0 01:32	0.63	11.41	0.80
10	0.254	0 01:37	0.55	9.32	0.80
11	0.250	0 01:41	0.63	9.18	0.80
12	0.209	0 01:47	0.64	7.68	0.80
13	0.145	0 02:23	0.52	5.35	0.81
14	0.168	0 02:19	0.55	6.17	0.81
15	0.201	0 01:42	0.70	7.40	0.82
16	0.237	0 01:33	70	8.73	0.82
17	0.290	0 01:27	70	10.66	0.83
18	0.361	0 01:22	0.75	13.28	0.83
19	0.355	0 01:22	0.73	13.06	0.84
20	0.251	0 01:26	0.56	9.21	0.85

21	0.246	0 02:03	0.36	9.04	0.85
22	0.211	0 02:00	0.45	7.75	0.86
23	0.229	0 01:58	0.33	8.41	0.87
24	0.250	0 01:56	0.59	9.19	0.87
25	0.188	0 01:25	0.56	6.92	0.87
26	0.127	0 05:30	0.23	4.67	0.87
27	0.127	0 05:34	0.40	4.67	0.88
28	0.135	0 04:28	0.46	4.97	0.87
29	0.143	0 04:45	0.26	5.24	0.87
30	0.224	0 01:37	0.52	8.24	0.86
31	0.202	0 02:02	0.37	7.43	0.85
32	0.209	0 03:01	0.34	7.67	0.84
33	0.255	0 01:26	0.61	9.38	0.83
34	0.377	0 02:04	0.58	13.87	0.79
35	0.366	0 02:13	0.61	13.45	0.72
36	0.412	0 02:13	1.00	15.13	0.52

Annexe 8 : Le modèle de ruissellement de l'onde cinématique

Il s'agit d'un modèle conceptuel qui représente le bassin versant comme un canal rectangulaire à surface libre.



Le débit entrant $Q_e(t)$ correspond à l'excès de précipitations (précipitations – infiltration – évaporation – interception par la végétation ou les dépressions à la surface du BV).

Le débit sortant $Q_s(t)$ est calculé à chaque pas de temps grâce à la formule de Manning-Strickler à partir des caractéristiques du canal (largeur et rugosité) et de la hauteur $h(t)$ de la lame d'eau qui ruisselle dans le canal :

$$Q_s(t) = S_H(t) \cdot R_H(t)^{\frac{2}{3}} \cdot \sqrt{i} \quad \text{avec} \quad S_H(t) = B \cdot h(t) \quad \text{et} \quad R_H(t) = \frac{B \cdot h(t)}{B + 2h(t)} \simeq h(t) \quad \text{car} \quad h(t) \ll B$$

Enfin une équation de conservation du volume (ou loi de stockage) relie à chaque pas de temps, la hauteur de la lame d'eau qui ruisselle $h(t)$, aux débits entrants $Q_e(t)$ et sortants $Q_s(t)$:

$$\frac{dV(t)}{dt} = Q_e(t) - Q_s(t)$$

Où $V(t)$ est le volume d'eau dans le canal soit $V(t) = A \cdot h(t)$.

Ce modèle fait partie des modèles réservoirs non linéaires.

ANNEXE 9 : Equations de Barré de Saint Venant

La modélisation de l'écoulement graduellement varié et non permanent dans le réseau repose sur la résolution des équations de Barré de St Venant. Ces équations, au nombre de deux, traduisent la conservation de la masse et la conservation de la quantité de mouvement le long de l'écoulement.

→ Équation de continuité 1 (conservation de la masse) :

$$\frac{\partial Q}{\partial x} + \frac{\partial S}{\partial t} = 0 \quad (1)$$

→ Equation dynamique 2 (conservation de la quantité de mouvement (ou de l'énergie)) :

$$\frac{1}{g} \cdot \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{\partial H}{\partial x} + J = 0$$

Avec :

Q: débit,

x : abscisse,

t : temps,

S : surface mouillée

V : vitesse

H : charge hydraulique

J : perte de charge unitaire, calculée avec la formule de Manning-Strickler

i : pente du radier

y : tirant d'eau

z : cote du radier

Cette deuxième équation s'écrit aussi :

$$\frac{1}{g} \frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{g} \cdot V \cdot \frac{\partial V}{\partial x} + \frac{\partial y}{\partial x} - i + J = 0 \quad (2)$$

Où les deux premiers termes sont des termes d'inertie :(accélération locale [$1/g \cdot \partial V / \partial t$] et accélération convective [$1/g \cdot V \cdot \partial V / \partial x$]).

Le terme $[\partial y / \partial x] -i$ représente la pente de la surface libre, i représente la pente du radier, J représente la pente de la ligne de charge.

Les différents modèles de transfert disponibles dans SWMM5 correspondent à différents degrés de simplification utilisés dans la résolution numérique des équations de Barré de Saint Venant :

* Steady Flow Routing : Modèle de la translation simple en régime permanent uniforme

C'est le modèle le plus simple possible. Il considère à chaque pas de temps de calcul, que l'écoulement est permanent et uniforme. Pour relier à chaque pas de temps, le débit et hauteur d'eau dans chaque tronçon, il utilise l'équation de Manning-Strickler. Les hydrogrammes entre l'entrée et la sortie des conduites, ne subissent ni décalage dans le temps, ni amortissement.

* Kinematic Wave : Modèle de l'onde cinématique

Il résout les deux équations de Barré de Saint Venant en négligeant, dans l'équation de conservation de la quantité de mouvement, les termes d'inertie et en faisant l'approximation que la pente de la surface libre est égale à la pente du radier.

Soit $\partial y / \partial x = 0$. L'équation (2) de Barré de Saint Venant est alors remplacée par l'équation de Manning-Strickler en régime uniforme. Ce modèle considère également que le débit capable maximum d'un collecteur est le débit à pleine section. Dès que le débit à l'entrée d'un collecteur est supérieur au débit capable du collecteur, l'excédent est soit perdu pour le système soit stocké au dessus du nœud d'entrée puis réinjecté dans le collecteur lorsque celui-ci a retrouvé sa capacité d'évacuation.

Le modèle de l'onde cinématique permet de représenter des écoulements dans lequel débit et tirant d'eau varient à la fois dans le temps et dans l'espace. Cela se traduit par un décalage temporel ainsi qu'un amortissement des hydrogrammes entre l'entrée et la sortie d'un collecteur.

* Dynamic Wave : Modèle de l'onde cinématique

Il résout les équations complètes de Barré de Saint Venant et produit donc théoriquement les résultats les plus précis.

Avec ce modèle, il est possible de représenter les écoulements en charge dans les collecteurs, lorsque le débit y excède le débit à pleine section. Le débordement à un nœud survient lorsque la cote piézométrique dépasse la cote du terrain naturel. Le débit en excès est alors, soit perdu soit stocké au dessus du nœud et réinjecté dans le réseau en fonction des capacités d'évacuation de ce dernier. Ce modèle permet de représenter les effets de stockage dans le réseau, les phénomènes d'influence aval, l'inversion du sens de l'écoulement et les écoulements en charge. Il peut être appliqué à n'importe-quel réseau, y compris les réseaux maillés et les réseaux comportant des défluences.

Comme dans les deux modèles précédents, l'équation de Manning-Strickler est utilisée pour relier la perte de charge unitaire eau tirant d'eau et au débit lorsque l'écoulement est à surface libre. Pour les écoulements en charge dans les conduites circulaires, c'est la formule de Darcy-Weisbach ou celle d'Hazen-Williams qui est utilisée.

ANNEXE 10 : photos de terrain, empalements du collecteur CP240.





BIBLIOGRAPHIE

GOUZROU A. (2008). les ABC d'hydraulique Tome 2, P 82 à 114.

EL ABBASSI. (2014). cours VRD de FSTG –MARRAKECH.

LOUDYI D. (2011). cours hydrologie – assainissement de FSTM-MOHAMADIA.

BOVIN J. (2005). Hydraulique urbaine, version 2005, P63 à 80.

KARSENTY G. (2005). Guide pratique des VRD et Aménagement extérieurs, P141 à 218.

Guide technique sur le fonctionnement des déversoirs d'orage 2006 : FNDE, NGEES, VEOLEA.

Régie autonome de distribution d'eau et d'électricité de Marrakech 2011 : Guide promoteur.

Office national d'eau potable 2008 : Guide technique des travaux d'assainissement des lotissements et des ensembles immobiliers.

GIGOUT M. (1951). Étude géologique sur la Méséta marocaine occidentale (Arrière pays de Casablanca, Mazagan et Safi).

Recueil des lois relatives à la protection de l'environnement 2011 : Secrétariat d'état Chargé de l'eau et l'environnement département de l'environnement. 167p.

AIT BENSALH S. (2008). LYDEC, guide de l'étudiant, 67p.

Deutch j. (1977). Etude assainissement, P 25 à 66.

BEN OSMANE R. (2009). Veolia, Réseaux d'assainissement liquide, 50p.

Instruction Technique Relative Aux Réseaux D'assainissement Des Agglomérations 1977 : guide d'assainissement urbaine.

Chennaoui K. (2004). Reconstitution des paleoenvironnements et paléoclimats préhistoriques à travers l'étude sédimentologiques, complétée par une approche pluridisciplinaire, P 100 à 150.

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT, Direction des routes et de la circulation, catalogue Des structures types de chaussées neuves, 1995.

Guide des lotisseurs, 2004, lot assainissement Partiel.

Telliez M. (2012). EPA SWMM 5 Manuel d'initiation P 14 à 38.

Satin M. et Selim B. (1999). Guide technique de l'assainissement.

KADIRI. (2014). cours d'assainissement de FSTG –MARRAKECH.

WEBOGRAPHIE

(Page consultée le 24 /03/2015)

Source : <http://www.oieau.fr/ReFEA/fiches/FossesSeptiques/1FSpresGen9.htm>).

(Page consultée le 25 /03/2015)

(Source : http://www.eauxdevienne.fr/uploads/espace_telechargement/fiches_pratiques/l_agunage_naturel.pdf).

(Page consultée le 25 /03/2015)

Source http://www.lesopah.fr/fileadmin/outils/fiches_techniques/32Reseaux_assainissement.pdf

(Page consultée le 25 /03/2015)

(Source : http://www.lesopah.fr/fileadmin/outils/fiches_techniques/32Reseaux_assainissement.pdf).