

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلقايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd - Tlemcen -

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTER**

**En** : Hydraulique

**Spécialité** : Hydraulique Urbaine

Par : **TAHRAOUI Fatima Zohra**

### **Thème**

**Dimensionnement et simulation d'un réseau d'assainissement à l'aide des logiciels SewerCAD et Sewer GEMS (Cas du réseau de Tamazoura – Ain Temouchent)**

Soutenu publiquement, le / 06 / 2023 , devant le jury composé de :

M <sup>r</sup> DEBBAL Mohammed Zakaria	Université de Tlemcen	Président
M <sup>r</sup> BENTALHA Chakib	Université de Tlemcen	Examineur
M <sup>me</sup> BELARBI Fadila	Université de Tlemcen	Encadreur
M <sup>r</sup> BOUCHELKIA Hamid	Université de Tlemcen	Co-Encadreur

Année universitaire : **2022 /2023**

## Remercîment

*J'exprime ma gratitude infinie à Allah pour Sa guidance et Sa protection. Je remercie chaleureusement Mme BELARBI Fadila et Mr BOUCHELKIA Hamid pour leur confiance et leur encadrement précieux. Mes remerciements vont également aux membres du jury, ainsi qu'à tous ceux qui ont contribué à ce mémoire. Je tiens ensuite à remercier mes parents pour le soutien inconditionnel dont ils ont fait preuve depuis que notre projet professionnel est défini merci pour le soutien financier, moral, psychologique et matériel, si je suis ici aujourd'hui, c'est grâce à vous. Enfin, je suis reconnaissant envers le personnels d'URBA Tlemcen en particulier ZIGH Samir, Mr TAHRAOUI Oussama directeur de l'Office National d'Assainissement pour leur collaboration et leur soutien précieux.*

**TAHRAOUI Fatima Zohra**

# Dédicace

À mes chers parents, la source de ma vie et de mon inspiration éternelle, mon père **Soufi** et ma mère **Rabaa**, je dédie ces quelques mots emplies de reconnaissance et d'amour. Votre présence et votre soutien inconditionnels ont façonné la personne que je suis aujourd'hui

Mon père, mon roc solide, merci pour ta sagesse et ta force qui ont illuminé ma vie.

Ma mère, modèle de douceur et de dévouement, merci pour ton amour inconditionnel et ta présence réconfortante.

À mon frère **Oussama** et sa femme, mes sœurs **Sarah**, **Hadjer** et **Asma**, ainsi qu'à leurs conjoints, vous êtes des trésors dans ma vie. Votre présence, votre soutien et votre amour indéfectibles sont des cadeaux inestimables.

À mes nièces et neveux, vous illuminez ma vie de vos sourires et de votre innocence. Je vous promets de toujours être là pour vous, de vous guider et de vous aimer sans limites.

À mes amis **Kawter**, **Kawther**, **Nesrine**, **hidayet** et à tous ceux qui m'entourent, votre amitié précieuse est un réconfort et une source de joie dans ma vie

Et enfin, à ma chère famille **TAHRAOUI** et **CHADLI**, ainsi qu'à mon grand-père **CHADLI miloud**, vous êtes des membres inestimables de ma famille élargie.

Que nos liens familiaux se renforcent toujours plus et que notre bonheur soit partagé à jamais.

**TAHRAOUI Fatima Zohra**

## Résumé

Dans ce projet de fin d'études, nous avons réalisé le dimensionnement du réseau d'assainissement unitaire de la localité de Tamazoura en utilisant différentes méthodes. Tout d'abord, nous avons appliqué la méthode rationnelle de dimensionnement manuel. Ensuite, par simulations sur les logiciels SewerCAD et SewerGEMS nous sommes parvenu à le dimensionner automatiquement.

Le but de notre travail était d'assurer un très bon dimensionnement de la zone Tamazoura afin d'éviter les problèmes à l'avenir et de répondre aux besoins futurs. Nous avons également cherché à évaluer l'efficacité des logiciels SewerCAD et SewerGEMS en comparant les résultats obtenus avec ceux du dimensionnement manuel.

A terme de notre projet de fin d'études nous sommes arrivés à dimensionner de manière précise le réseau d'assainissement de la localité de Tamazoura en utilisant une approche combinée entre le dimensionnement manuel et la simulation informatique. Cette approche nous a permis d'évaluer l'efficacité du dimensionnement manuel et de vérifier la fiabilité des logiciels SewerCAD et SewerGEMS. Les résultats obtenus constituent une base solide pour une gestion optimale du réseau d'assainissement, en répondant aux besoins présents et futurs de la localité.

**Mots clés :** Dimensionnement, assainissement, SewerCAD, SewerGEMS, réseau, Tamezoura

### ملخص

في هذا المشروع التخرج، قمنا بتصميم شبكة الصرف الصحي الموحدة لمنطقة تامزورا باستخدام أساليب مختلفة. أولاً، قمنا بتطبيق طريقة التصميم اليدوي المنطقية. ثم استخدمنا برامج SewerCAD و SewerGEMS، لإجراء محاكاة للشبكة، هدف عملنا هو ضمان تصميم ممتاز لمنطقة تامزورا لتجنب المشاكل في المستقبل وتلبية الاحتياجات القادمة. كما سعينا لتقييم كفاءة برامج SewerCAD و SewerGEMS عن طريق مقارنة النتائج المستخرجة مع نتائج التصميم اليدوي من خلال مقارنة نتائج المحاكاة الحاسوبية مع نتائج التصميم اليدوي، تمكنا من تقييم كفاءة الطريقة التقليدية. هذا النهج المجتمع بين الطريقتين سمح لنا بتليل ومقارنة النتائج المستخرجة، مع مراعاة مختلف المعايير والمقاييس للتصميم. الهدف الرئيسي لعملنا كان ضمان تصميم مثلى لشبكة الصرف الصحي في تامزورا. ولتحقيق هذا الهدف، استخدمنا برامج SewerCAD و SewerGEMS كأدوات إضافية، مما سمح لنا بالتحقق من كفاءة البرامج المذكورين من خلال مقارنة نتائجها مع نتائج التصميم اليدوي.

في الختام، أتاح مشروعنا التخرج تصميم شبكة الصرف الصحي في منطقة تامزورا بدقة باستخدام نهج مشترك بين التصميم اليدوي والمحاكاة الحاسوبية. هذا النهج سمح لنا بتقييم كفاءة التصميم اليدوي والتحقق من موثوقية برامج SewerCAD و

SewerGEMS

**مفتاح الكلمات :** تصميم، صرف صحي، SewerCAD، SewerGEMS

## **Abstract**

In this final year project, we carried out the dimensioning of the combined sewer network in the locality of Tamazoura using different methods. Firstly, we applied the rational method of manual dimensioning. Then, through simulations using SewerCAD and SewerGEMS software, we were able to automatically dimension the network.

The aim of our work was to ensure a highly accurate dimensioning of the Tamazoura area's sewer system in order to avoid future issues and meet future needs. We also sought to evaluate the effectiveness of SewerCAD and SewerGEMS software by comparing the results obtained with those from manual dimensioning.

At the end of our final year project, we successfully dimensioned the sewer network of the Tamazoura locality using a combined approach of manual dimensioning and computer simulation. This approach allowed us to assess the effectiveness of manual dimensioning and verify the reliability of SewerCAD and SewerGEMS software. The obtained results provide a solid foundation for optimal management of the sewer network, meeting both present and future needs of the locality.

**Keywords:** sizing, sanitation, SewerCAD, SewerGEMS.

# Liste des figures

Figure I.1: Structures fonctionnelles des réseaux et ouvrages .....	05
Figure I. 2: schéma de principe d'un réseau pseudo- séparatif .....	07
Figure I.3 : Boîte de branchement eaux usées .....	09
Figure I.4 : regard de visite .....	10
Figure I.6 : Regard de chasse .....	12
Figure I.7 : Passage en siphon.....	13
Figure I.8 : Déversoirs d'orages.....	14
Figure I.9 : Dalots et conduits rectangulaires .....	16
Figure I.10: bentley sewerGEMS .....	20
Figure I.11 : menu fichier (file) de sewerGEMS .....	21
Figure I.12 : menu accueil (home) de sewerGEMS .....	22
Figure I.13 : menu mise en page (layou) de sewerGEMS .....	22
Figure I.14 : menu Analyse (analysis) de sewerGEMS .....	23
Figure I.15: menu composants (components) de sewerGEMS .....	23
Figure I.16 : menu affichage (view) de sewerGEMS .....	23
Figure I.17 : menu outil (tools) de sewerGEMS .....	23
Figure I.18 : menu fichier (file) du sewerCad.....	24
Figure I.19 : menu Edition (edit) de sewerCAD.....	25
Figure I.20 : menu analyse (analysis) de sewerCAD.....	26
Figure I.21 : menu composants (comonents) de sewerCAD .....	26
Figure I.22 : menu affichage (view) de sewerCAD .....	27
Figure I.23 : menu outils (tools) de sewerCAD.....	27
Figure I.25 : menu rapport (report) .....	28
Figure I.26 : menu aide (help) de sewerCAD .....	28
Figure II.1 : place de la commune Tamazoura.....	19

Figure II.2 : situation géographique et physique de Tamazoura.....	19
Figure II.3 : situation topographique et géographique du POS .....	36
Figure II.4 : Topographie – contraintes et servitudes .....	36
Figure III.1 : plan de découpage en sous bassins versants de la zone Tamazoura .....	36
Figure III.2 : le temps de concentration du bassin .....	39
Figure III.3 : Variation des débits et des vitesses en fonction du remplissage.....	61
Figure IV.1 : réglage des unités (SewerCAD).....	66
Figure IV.2 : Réglage les caractéristique des conduites (SewerCAD).....	67
Figure IV.3 : Spécifier les diamètres de la conduite (SewerCAD).....	68
Figure IV.4 : Spécifier les paramètres qui restent de la conduite (SewerCAD).....	69
Figure IV.5 : conversation le format AutoCAD vers SewerCAD .....	68
Figure IV.6 : Réglage l'unité en mètre (SewerCAD) .....	69
Figure IV.7 : le tracer du réseau (SewerCAD).....	69
Figure IV.8 : le rejet de réseau (SewerCAD).....	70
Figure IV.9 : les diamètres de la conduite du réseau (SewerCAD).....	70
Figure IV.10 : les paramètres des regard (SewerCAD).....	71
Figure IV.11 : Autres paramètres.....	71
Figure IV.12 : Vitesse de l'écoulement dans la conduite (SewerCAD) .....	72
Figure IV.13 : hauteur de couverture de la conduite (SewerCAD).....	72
Figure IV.14 : la pente de conduites (SewerCAD).....	73
Figure IV.15 : ajouter l'eau pluviales .....	74
Figure IV.16 : le résultat de conduite (SewerCAD) .....	74
Figure IV.18 : le résultat de regard d'exutoire (SewerCAD).....	75
Figure IV.19 : le profil en long de la conduite (Polyline 175).....	76
Figure IV.20 : le profil en long de la conduite (Polyline 178).....	77
Figure IV.21 : le profil en long de la conduite (Polyline 241).....	77
Figure IV.22 : le profil en long de la conduite (Polyline 247).....	78

Figure IV.23 : le profil en long de la conduite (Polyline 258).....	78
Figure IV.24 : le profil en long de la conduite d'exutoire (CO-1).....	79
Figure IV.25 : réglage des unités (SewerGEMS) .....	79
Figure IV.26 : réglage la caractéristique de la conduite (SewerGEMS).....	80
Figure IV.27 : les diamètres de la conduite (SewerGEMS) .....	81
Figure IV.28 : Taille de la conduite « size » (SewerGEMS).....	82
Figure IV.29 : Conversion du format AutoCAD vers SewerGEMS .....	82
Figure IV.30 : réglage l'unité en mètre (sewerGEMS).....	83
Figure IV.31: affichage du tracer (SewerGEMS) .....	83
Figure IV.32 : le rejet du réseau sur SewerGEMS.....	84
Figure IV.34 : la conduite de réseau d'étude (SewerGEMS) .....	84
Figure IV.35 : les paramètres du regard (SewerGEMS).....	84
Figure IV.36: la vitesse de l'écoulement dans la conduite (SewerGEMS).....	85
Figure IV.37 : la hauteur Couverture de la conduite (SewerGEMS).....	85
Figure IV.38 : La pente des conduites (SewerGEMS) .....	86
Figure IV.39 : Intersection des conduites .....	87
Figure IV.40 : Tracé des bassins versant de note zone d'étude.....	87
Figure IV.41 : Caractéristique des sous bassins .....	88
Figure IV.42 : la variation de l'intensité en fonction du temps .....	88
Figure IV.43 : Courbe IDF sur logiciel.....	89
Figure IV.44 : Introduction des cotes des regards .....	89
Figure IV.45 : Introduire les cotes de regard d'exutoire.....	90
Figure IV.46 : les résultats de la conduite.....	90
Figure IV.47 : les résultats des regards.....	91
Figure IV.48 : les résultats de regard d'exutoire.....	92
Figure IV.49 : le profil en long de la conduite (Polyline 157).....	104

Figure IV.50 : le profil en long de la conduite (Polyline 214).....	104
Figure IV.51 : le profil en long de la conduite (Polyline 241).....	105
Figure IV.52 : le profil en long de la conduite (Polyline 252).....	105
Figure IV.53 : le profil en long de la conduite (Polyline 201).....	106
Figure IV.54: le profil en long de la conduite d'exutoire (co-1) .....	106

# Liste des tableaux

Tableau II.1 : Les équipements existants dans l'ACL de Tamazoura .....	41
Tableau II.2 : les caractéristiques de chaque secteur, sa consistance et les modalités d'intervention qui s'y attachent.....	42
Tableau II.3 : les caractéristiques de la variante retenue .....	43
Tableau III.1 : résultat du calculs du débit d'eau usé.....	49
les Tableau III.2 : résultats du calculs du bassin versant .....	55
Tableau III.3 : les résultats des calculs d'eau pluviale.....	58
Tableau III.4 : résultats du calculs des diamètres et le diamètre normalisé .....	59
Tableau III.5 : les calculs du dimensionnement de réseau .....	62
Tableau IV.1 : Résultats de la simulation par SewerCAD pour les tronçons .....	64
Tableau IV.2 : Résultats de la simulation par SewerCAD pour les regards.....	77
Tableau IV.3 : Résultats de simulation par SewerGEMS pour le regard d'exutoire .....	79
Tableau IV.4 : Résultats de la simulation par SewerGEMS pour les tronçon .....	83
Tableau IV.5 : Résultats de la simulation par SewerGEMS pour les regards .....	98
Tableau IV.6 : Résultats de la simulation par SewerGEMS pour le regard d'exutoire.....	101

# Abréviation et signes

**LMT** : ligne de moyenne tension.

**RGPH** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat.

**POS** : plan d'occupation des sols

**LPA** : logement public d'aménagement

**ERU** : eaux résiduaires urbaines

**BMP** : (Best Management Practices) meilleures pratiques de gestion

**SSO** : (Sanitary Sewer Overflow) référence aux débordements des réseaux d'assainissement sanitaire

**CSO** : (Combined Sewer Overflow) référence aux débordements des réseaux d'assainissement unitaires

**Q<sub>m</sub>** : débit moyen (m<sup>3</sup>/s)

**K<sub>p</sub>** : coefficient e point

**Q<sub>p</sub>** : débit de point

**Q<sub>f</sub>** : débit de fuit

**Q<sub>spc</sub>** : débit spécifique

**Q<sub>eu</sub>** : débit d'eau usée

**C** : coefficient de ruissellement

**i** : intensité moyenne des précipitations

**S** : la surface en hectare

**L<sub>hyd</sub>** : la longueur la plus long sur le bassin versant

**Cotes TN amont** : côte de terrain naturel amont (m).

**Cotes TN aval** : côte de terrain naturel aval (m)

**I** : la pente

**T<sub>c</sub>** : le temps de concentration

**D<sub>nrml</sub>** : le diamètre normalisé

**D<sub>cal</sub>** : diamètre calculé

**n**: coefficient de Manning caractérisant le matériau de la conduite

**Q<sub>ps</sub>** : Le débit à plein section

**V<sub>ps</sub>** : La vitesse à plein section

**R<sub>q</sub>** : rapport des débits.

**R<sub>v</sub>** : rapport des vitesses.

**R<sub>h</sub>**: rapport des hauteurs.

**H**: Hauteur de remplissage dans la conduite (m).

**IDF** : intensité, durée, fréquence

**Ha** : hectare

**L** : longueur

**mm** : millimètre

**m** :mètre

# Sommaire

<b>Introduction générale</b> .....	01
------------------------------------	----

## **Chapitre I**

### **Généralités Sur Le réseau d’assainissement et les Logiciels SeweCAD Et SewerGEMS**

I.1 D’definition d’un réseau d’assainissement .....	03
I.1.1 Eaux usées domestiques .....	03
I.1.2 Eaux usées industrielles .....	03
I.1.3 Eaux pluviales.....	03
I.2 Types d’assainissement .....	04
I.2.1 Assainissement collectif .....	04
I.2. 2 Assainissement non collectif .....	05
I. 3 Systèmes d’évacuation du réseau d’assainissement .....	05
I.3.1 Réseaux unitaires .....	05
I.3. 2 Réseaux séparatifs .....	06
I.3.3 Réseaux mixtes .....	06
I.3.4 Réseaux pseudo-séparatif .....	06
I.3.5 Choix d’un système d’évacuation.....	06
I.4 Les ouvrage de réseaux d’assainissement.....	07
I.4.1 Ouvrages principaux .....	07
I.4.2 Ouvrages annexes .....	07
I.6 Type de canalisations.....	13
I.6 En béton non armé En béton armé.....	14
I.6.2 Tuyaux ovoïdes préfabriqués.....	15
I.6.3 Canalisations en béton à section elliptique .....	16
I.6.4 Dalots et conduits rectangulaires .....	16
I.6.3 I.6.5 Collecteurs visitables de sections particulières .....	17

I.6.3 I.6.6 Autre types de tuyaux.....	17
I.6.7 Choix de type de conduite à utiliser .....	18
I.7 Généralité sur SewerCAD et SewerGEMS .....	19
I.7.1 SewerGEMS.....	19
I.7.1.1 menu SewerGEMS .....	20
I.7.2 SewerCAD.....	24
I.7.2.1 menu de SewerCAD .....	24
Conclusion .....	29
La synthèse du travail .....	30

## **CHAPITRE II**

### **Présentation de la zone d'étude**

II.1 Situation géographique de la commune .....	35
II.2 Situation et limites de la zone d'étude: .....	36
II.3 Géologie .....	36
II.4 Hydrologie.....	36
II.4.1 Ressources en eaux superficielles .....	36
II.4.2 Ressources en eaux souterraines .....	36
II.4.3 Les ressources mobilisées .....	36
II.5 Climat .....	37
II.6 Pluviométrie .....	37
II.7 Température.....	37
II.8 Les Vents.....	37
II.9 situation topographique et géographique du POS.....	37
II.10 Topographie – contraintes et servitudes.....	38
II.11 Structure urbaine actuelle .....	39
II.11.1 Les infrastructures techniques .....	39
II.12 Les équipements de la commune.....	40

II.13 les modalités d'interventions .....	40
II.14 schémas d'aménagement .....	41
II.14.1 Variante retenue .....	41
II.14.2 Principales caractéristiques de la variante retenue .....	42
Conclusion .....	43

### **Chapitre III**

#### **Dimensionnement du réseau d'assainissement**

III.1 Origines des eaux usées .....	44
III.1.1 Eaux usées domestiques.....	44
III.1.2 Eaux de pluie et de ruissellement.....	44
III.2      Découpage      de      l'aire      d'étude      en      sous      bassins élémentaires.....	44
III. 4 Choix du système d'assainissement.....	45
III.5 Calcul des besoins en eau.....	45
III.5.1 Calcul du nombre d'habitants.....	44
III.5.2 Evaluation des besoins .....	46
III.5.3 Débit total.....	47
III.5.4 autres calculent.....	47
III. 6 Evaluation des débits du réseau d'assainissement .....	47
III. 6.1 Débits des eaux usées.....	47
III.7 Calcul des débits des eaux pluviales .....	54
III.7 Généralité.....	56
III.7.2 Méthode Utilisée .....	56
III.7.3 les calculs concernant le bassin versant .....	56
III.8 Conditions d'écoulement et de dimensionnement .....	60
III.8.1 Formule de calcule .....	60
III.8.2 Condition d'auto curage.....	64

III.9 Interpretation.....	65
Conclusion .....	65

## Chapitre IV

### Simulation par les logiciel SewerCAD et SewerGEMS

IV.1 Simulation par logiciel sewerCAD .....	67
IV.1.1 Réglage des unités .....	67
IV.1.2 Réglage les caractéristiques de la conduite.....	67
IV.1.3 Spécifier les diamètres de la conduite.....	68
IV.1. 4 Conversion le format AutoCAD vers SewerCAD.....	69
IV.1.5 Affichages du tracer sur SewerCAD .....	70
IV.1.6 Introductions des caractéristiques conduite de réseau d'étude.....	71
IV. 1.7 modifier les paramètres des regards d'étude.....	72
IV. 1.8 Vitesses d'écoulement dans la conduite .....	73
IV.1.9 Hauteur de couverture de la conduite.....	73
IV.1.10 Pentes des conduites .....	<b>Error!</b>
<b>Bookmark not defined.4</b>	
IV. 1.11 Ajouter les eaux pluviales dans les regards .....	73
IV.1.12 Simulation.....	75
IV.1.13 les profile en long .....	77
IV.2 Interpretation .....	80
IV.3 Simulation par logiciel SewerGEMS.....	81
IV.3.1 Réglage des unités .....	81
IV.3.3 Spécifier les diamètres de la conduite .....	82
IV.3.4 Conversion du format Autocad vers SewerGEMS.....	83
IV.3.5 Affichage du tracer sur SewerGEMS .....	84
IV.3.6 Introductions des caractéristiques conduite de réseau d'étude.....	84
IV.3.7 Modifier les paramètres des regards d'étude.....	85
IV.3.8 Vitesse d'écoulement dans la conduite.....	85

IV.3.9 Hauteur de couverture de la conduite.....	86
IV.3.10 Pente des conduites.....	87
IV.3.11 Intersections des conduites .....	87
IV.3.12 Tracé des bassins versant de la zone.....	88
IV.3.13 Caractéristique des sous bassins .....	89
IV.3.14 Cotes des regards .....	90
IV.3.15 Simulation .....	91
IV.3.16 Profile en long.....	92
IV.4 Interpretation .....	95
conclusion .....	96
<b>Conclusion générale .....</b>	<b>109</b>

---

## INTRODUCTION GENERALE

L'eau est une ressource essentielle pour la vie et le développement des sociétés. Cependant, sa gestion efficace et durable est devenue une préoccupation majeure face à l'urbanisation croissante et à l'augmentation de la population.

Dans ce contexte, le dimensionnement des réseaux d'assainissement revêt une importance primordiale pour garantir une gestion adéquate des eaux usées. Notre projet de fin d'étude se focalise spécifiquement sur le dimensionnement du réseau d'assainissement de Tamazoura, en utilisant deux méthodes, dont la première consiste à dimensionner manuellement le réseau unitaire de la région citée précédemment en appliquant la méthode rationnelle et la deuxième en utilisant deux logiciels à savoir ; SewerCAD et SewerGEMS. En effet, la préservation de l'environnement et la prise en compte des besoins des générations futures très important. Comme le disait un écrivain célèbre, « le développement durable est la clé pour un avenir prospère ».

Le but de notre travail est d'assurer un très bon dimensionnement de la zone Tamazoura afin d'éviter les problèmes à l'avenir et de répondre aux besoins futurs. Nous utiliserons les logiciels SewerCAD et SewerGEMS pour évaluer l'efficacité de ces deux outils en comparant les résultats obtenus avec ceux du dimensionnement manuel.

Ainsi, notre projet consiste à dimensionnement d'un réseau d'assainissement pour la localité Tamazoura à l'aide du logiciel SewerCAD et SewerGEMS. Pour ce faire, notre mémoire se structure en quatre chapitres distincts.

Le chapitre I fournira une vue d'ensemble sur les réseaux d'assainissement, ainsi qu'une introduction détaillée aux logiciels SewerCAD et SewerGEMS, qui constituent des outils essentiels dans notre démarche.

Le chapitre II sera consacré à la présentation de la zone d'étude, Tamazoura. Nous décrirons son contexte géographique, ses caractéristiques spécifiques et les défis particuliers auxquels nous devons faire face lors du dimensionnement du réseau d'assainissement.

Le chapitre III, qui est au cœur de notre projet, portera sur le dimensionnement d'un réseau d'assainissement. Nous aborderons les principes fondamentaux, les calculs, tels que les collecteurs, les regards, ainsi que les critères et les normes à prendre en compte pour un dimensionnement efficace.

Enfin, dans le chapitre 4, nous mettrons en pratique nos connaissances en utilisant les logiciels SewerCAD et SewerGEMS pour simuler le réseau d'assainissement de Tamazoura. Nous

---

analyserons les résultats obtenus, évaluerons l'efficacité du dimensionnement réalisé et proposerons des recommandations pour une gestion optimale du réseau.

Notre projet vise donc à fournir une approche complète du dimensionnement d'un réseau d'assainissement durable, en utilisant les logiciels SewerCAD et SewerGEMS comme des outils essentiels.

# **CHAPITRE I**

## **Généralités sur les réseaux d'assainissement et les logiciels SewerCAD et SewerGEMS**

## CHAPITRE I :

### GENERALITES SUR LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT ET LES LOGICIEL SewerCAD ET SewerGEMS

L'assainissement comprend le traitement et l'évacuation des déchets liquides et solides produits par les activités humaines. Les matières incluent les eaux de pluie, les eaux usées domestiques et industrielles, les excréments et les déchets solides de différentes origines (domestique, agricole, industrielle, médicale, etc.). Ce chapitre résume les principes fondamentaux relatifs à la gestion des réseaux d'assainissement en milieu urbain.

#### I.1 D'définition d'un réseau d'assainissement

Nous appelons un réseau d'assainissement un ensemble d'ouvrages hydrauliques (souterrains ou en surface) servant à évacuer les eaux usées et les eaux pluviales loin de la ville. En effet, l'assainissement, dont le but premier est précisément d'assainir les agglomérations, doit garantir la protection sanitaire de l'homme et du milieu naturel. Il relève ainsi d'une triple préoccupation :

- La santé et l'hygiène publique.
- La protection de l'environnement.
- L'insertion de la ville ou de l'agglomération dans le cycle de l'eau afin d'éviter les inondations [1].

##### I.1.1 Eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique et se répartissent en eaux ménagères qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines, et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants etc.... [2].

##### I.1.2 Eaux usées industrielles

Elles sont très différentes des eaux usées domestiques. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre [2].

### I.1.3 Eaux pluviales

Elles peuvent constituer la cause de pollutions importantes des cours d'eau, notamment pendant les périodes orageuses. L'eau de pluie se charge d'impuretés au contact de l'air (fumées industrielles), puis, en ruisselant, des résidus déposés sur les toits et les chaussées des villes (huiles de vidange, carburants, résidus de pneus et métaux lourds...) la figure (I.1) montre le schéma fonctionnel des réseaux et ouvrages [2].

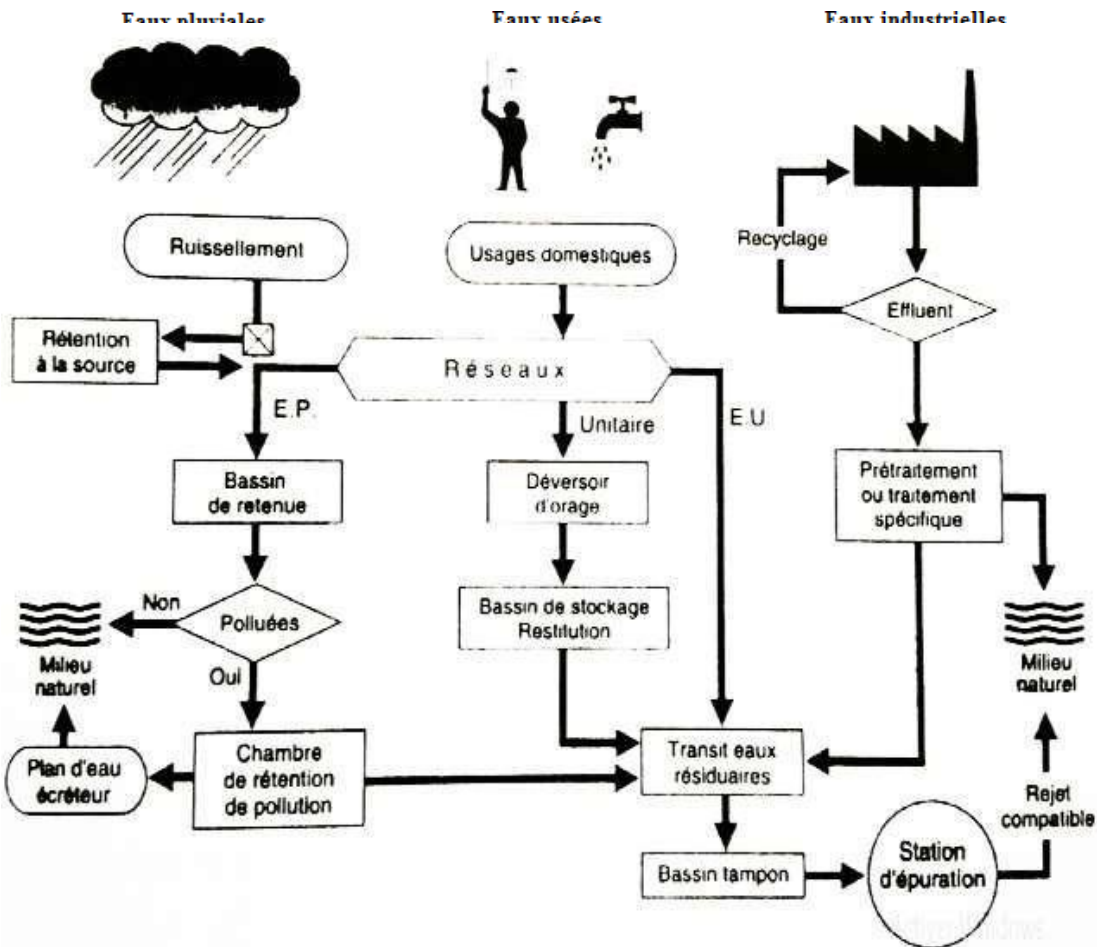


Figure I.1: Structures fonctionnelles des réseaux et ouvrages [3].

### I.2 Types d'assainissement

Selon la nature de l'habitat et le choix de la collectivité, on distingue deux types d'assainissement : Assainissement non collectif et assainissement collectif.

### **I.2.1 Assainissement collectif**

L'assainissement collectif est constitué par un réseau de conduites conçues pour collecter et évacuer les eaux usées d'un ensemble de maisons ou d'immeubles, vers une station d'épuration ou un exutoire. Ce type d'assainissement nécessite un raccordement au tout-à-l'égout et implique le paiement par l'utilisateur de la redevance assainissement. Ainsi, ce système se divise en deux sous-systèmes :

- L'in-site de l'assainissement liquide : comprend essentiellement tout ouvrage utilisé pour recueillir les eaux usées et pluviales et les amener à la limite des zones habitées. Il est généralement constitué des branchements, collecteurs tertiaires, secondaires et primaires, des canaux de drainage et des ouvrages de collecte tels que les botes de branchements, les regards, les avaloirs, les dessableurs, les déversoirs d'orage, les siphons, les stations de relevage, les bassins de stockage, etc.
- L'hors-site de l'assainissement liquide : comprend essentiellement les ouvrages utilisés pour recueillir les eaux pluviales et les transporter vers un exutoire approprié, soit à une station d'épuration ou soit à un dispositif de rejet dans le milieu naturel (oued, mer ou épandage sur le sol) ... [4].

### **I.2.2 Assainissement non collectif**

Consiste en la réalisation par l'utilisateur, d'un système de collecte, d'évacuation des eaux usées et de traitement par le sol, moyennant la construction d'une fosse d'accumulation des matières solides ; cette dernière est remplacée ou vidangée de façon périodique. L'assainissement est réalisé au niveau de la propriété privée avec ou sans séparation des eaux usées (eaux grises et eaux noires). Mais, dans tous les cas, les eaux pluviales ne sont pas mélangées à l'eau usée. En milieu rural marocain, on pratique souvent la séparation des eaux vannes des eaux grises à la source, au niveau de l'habitation, les eaux vannes seront évacuées vers des latrines et les eaux grises seront acheminées vers des fosses d'infiltration [4].

## **I.3 Systèmes d'évacuation du réseau d'assainissement**

### **I.3.1 Les réseaux unitaires**

Les eaux pluviales provenant des toits et des chaussées, ainsi que les eaux domestiques et industrielles, convergent vers un même conduit, conformément à un système ancestral tel qu'à

Paris. Les volumes recueillis, parfois considérables, ne peuvent pas toujours être intégralement traités, et une fraction en est déversée directement dans la rivière par le biais des "déversoirs d'orage.

### **I.3.2 Réseaux séparatifs**

Les eaux domestique et industriel sont séparé des eaux pluviales.il y a doubles réseaux. C'est le système usuel depuis une vingtaine d'années. Les eaux usées vont en épuration biologique et les eaux de pluie en rivière (avec parfois traitement spécifique) [5].

### **I.3.3 Réseaux mixtes**

L'assainissement mixte fait partie des types d'assainissement collectif. Cela consiste en la mise en place d'un réseau qui dessert à la fois des foyers connectés à un réseau unitaire (système tout-à-l'égout où les eaux pluviales et les eaux usées sont mélangées) et d'autres foyers connectés à un réseau séparatif (où les eaux pluviales et les eaux usées sont collectées séparément). Ce type de réseau est installé sur une même zone.

### **I.3.4 Réseaux pseudo-séparatif**

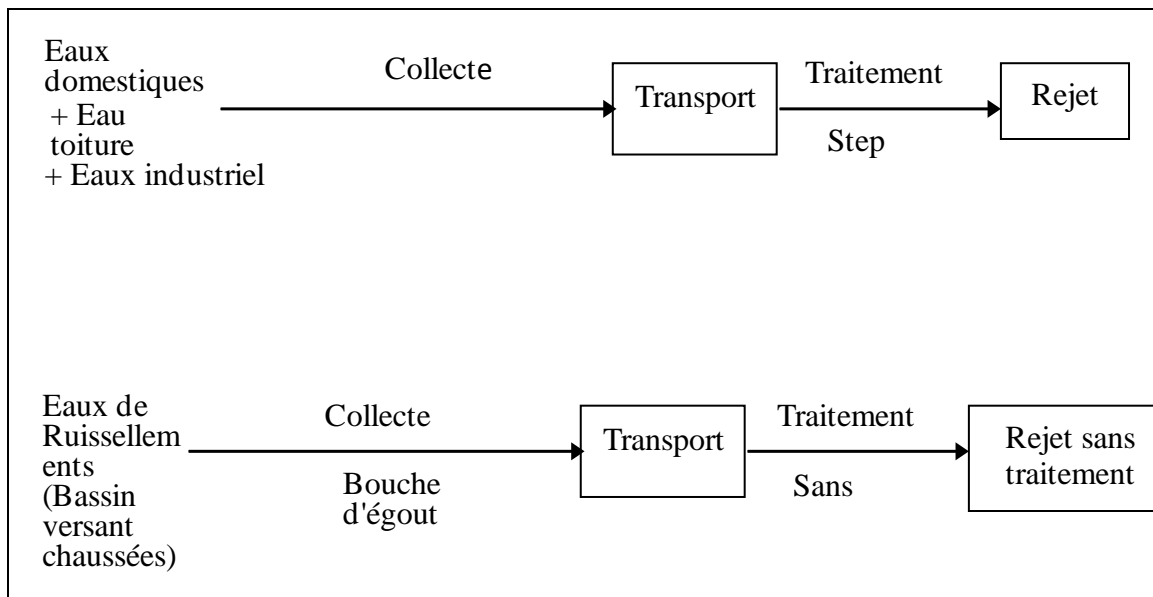
Ce système consiste à réaliser un réseau séparatif particulier dans lequel il est admis que le réseau d'évacuation des eaux usées reçoit une fraction d'eau pluviale, à savoir les eaux de toiture et cours intérieurs et le réseau d'évacuation d'eau pluviale sera réduit à la collecte des eaux de ruissellement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

### **I.3.5 Choix d'un système d'évacuation**

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

- ✓ Les conditions techniques et locales du lieu, du système existant, de la topographie du terrain et de la répartition géographique des habitants à desservir.
- ✓ Les conditions économiques, le coût et les frais d'investissement et d'entretien.
- ✓ Les conditions d'environnement : nature de rejet et le milieu récepteur.
- ✓ L'implantation des canalisations dans le domaine public [6].

La figure I.2 ci-dessous présente le schéma de principe de réseau pseudo-séparatif.



**Figure I. 2:** Schéma de principe d'un réseau pseudo- séparatif [1]

## I.4 Ouvrage de réseaux d'assainissement

Les ouvrages d'assainissement comprennent des ouvrages principaux et des ouvrages annexes.

### I.4.1 Ouvrages principaux

Les ouvrages principaux correspondent au développement de l'ensemble du réseau jusqu'à l'évacuation à l'exutoire et l'entrée des effluents dans la station d'épuration ; ces tuyaux se présentent par tronçons de diamètre croissant de l'amont vers l'aval ; suivant la grandeur de leur section, on les classe ainsi :

- Collecteur principal, pour les grands diamètres supérieurs à  $\varnothing 800$ .
- Collecteur secondaire, pour les diamètres compris entre  $\varnothing 400$  et  $\varnothing 800$ .
- Collecteur tertiaire, pour les diamètres inférieurs ou égaux à  $\varnothing 300$ .

### I.4.2 Ouvrages annexes

Les ouvrages annexes sont constitués par tous les dispositifs de raccordement, d'accès, de réception des eaux usées ou d'engouffrement des eaux pluviales et par les installations ayant pour rôle fonctionnel de permettre l'exploitation rationnelle du réseau (déversoirs d'orage, relèvements, bassins de stockage-restitution, etc.) [7].

**a. Ouvrages de collecte en surface**

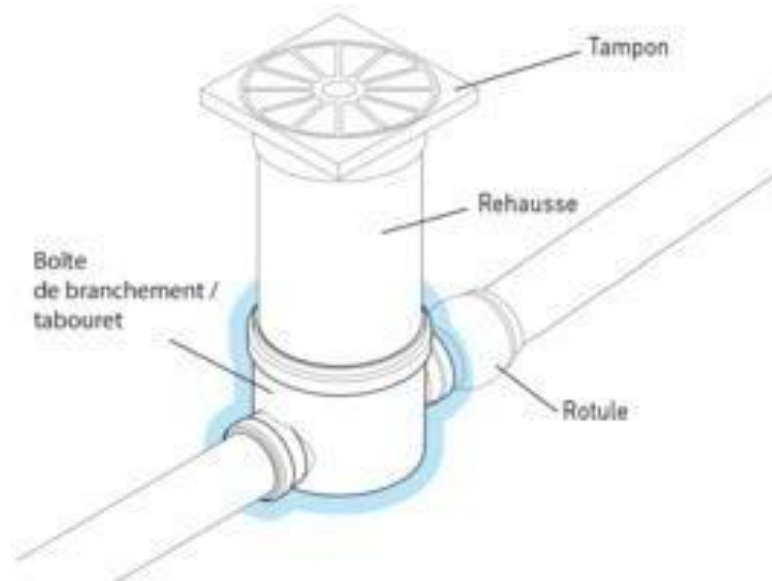
Les systèmes de collecte de surface sont généralement utilisés pour drainer les eaux de pluie. Ils se divisent en deux catégories : les dispositifs de collecte et de transport tels que les canaux, les rigoles et les caniveaux, et les systèmes d'entrée et de sortie situés à la tête et sur le parcours du réseau principal, comme les bouches d'égout, les avaloirs et les grilles.

**b. Boîtes de branchement**

Chaque bâtiment/maison et chaque ouvrage est raccordé au collecteur à l'aide d'un branchement (figure I.3), permettant le rejet des différents effluents à l'égout. Selon le type de réseau auquel les bâtiments doivent être raccordés, les branchements sont simples (réseau unitaire) ou doubles (réseau séparatif). Ils doivent tenir compte de plusieurs paramètres :

- le débit et la qualité des eaux rejetées.
- le type de collecteur et la profondeur à laquelle il se trouve.
- le niveau de sortie du réseau privé.
- la présence éventuelle de canalisations ou de câbles électriques.
- la possibilité de desservir deux bâtiments ou groupes de bâtiments voisins. Les branchements sont constitués de trois éléments distincts : un regard de façade (boîte de branchement), une canalisation de liaison et le dispositif de raccordement au réseau [4].

En se référant à la figure I.3 ci-dessous, on peut observer la boîte de branchement.



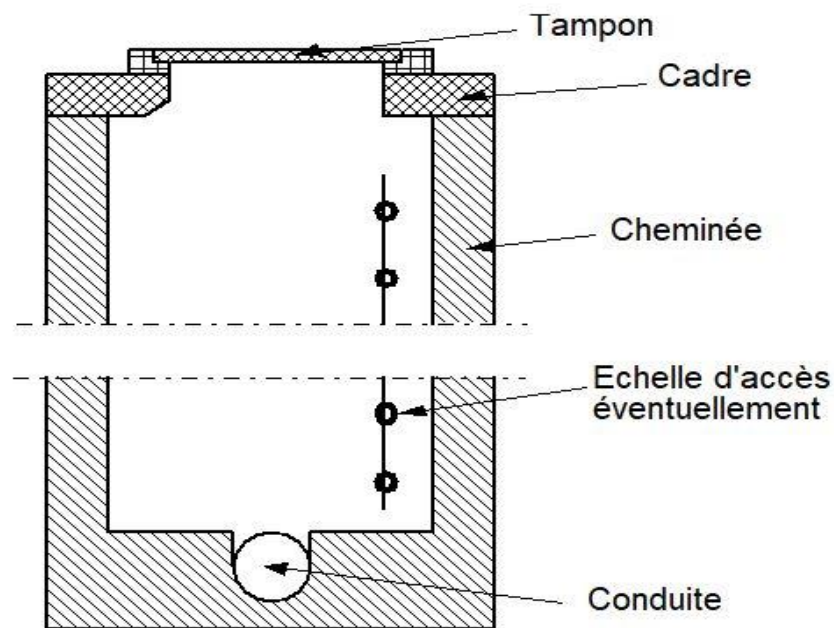
**Figure I.3 :** Boîte de branchement eaux usées [8].

### c. Les regards

Les regards sont des accès qui permettent de contrôler et entretenir un système d'assainissement. Ils permettent aussi parfois un changement de direction de la canalisation.

- **Regards de visite**

Un réceptacle souterrain muni de connexions latérales et d'un couvercle supérieur est désigné sous le terme de "regard de visite". Cela facilite l'accès aux conduites souterraines. Les couvercles latéraux sont spécialement conçus pour permettre l'insertion des tuyaux assurant l'évacuation des eaux usées. La figure I.4 ci-dessous met en évidence le regard de visite



**Figure I.4 :** Regard de visite [9].

- **Regard de chute**

Il s'agit d'une structure composée de deux regards distincts. Le premier regard reçoit les eaux qui tombent, tandis que le deuxième permet l'accès au réseau. Si la profondeur dépasse 1,50 mètre, des paliers brise-charge en béton armé sont placés dans le premier regard. Une ouverture circulaire est réalisée entre les regards, au bas du regard amont, dont le diamètre est identique à celui du conduit d'arrivée. Le regard de chute est clairement illustré dans la figure I.5 ci-dessous.

- **Regards de jonction**

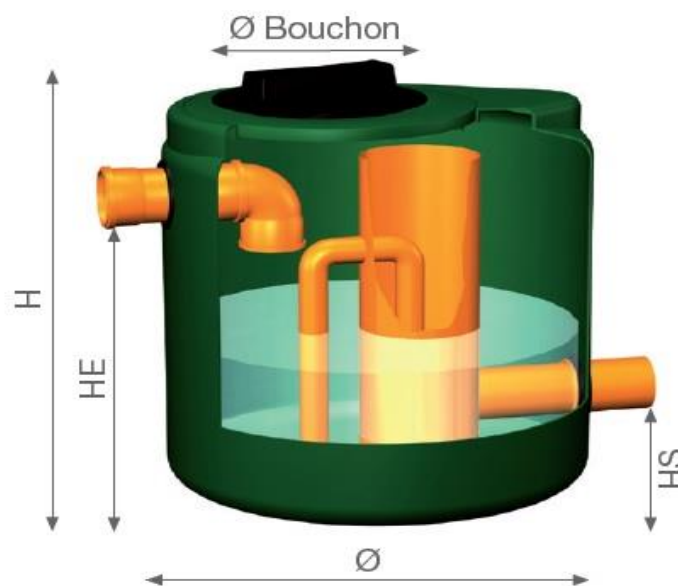
Dans le but d'éviter les jonctions à angle droit entre les conduites latérales, favorisant ainsi un écoulement fluide en réduisant les pertes de charge, cet élément permet de relier des conduites de même diamètre ou de diamètres différents. la figure I.6 ci-dessous présente le regard de jonction.



**Figure I.5 :** Regard et pièce de jonction [11]

- **Regards de chasse**

Regard muni d'une vanne permettant d'accumuler les eaux d'égout, puis de les évacuer rapidement afin d'effectuer le curage des canalisations. la figure I.7 illustre le regard de chasse.



**Figure I.6 :** Regard de chasse [12].

- d. Bouches d'engouffrement**

Les bouches d'engouffrement sont destinées exclusivement à collecter les eaux en surface. Elles sont généralement disposées aux points bas des aires revêtues (parkings, espaces minéralisés)

ou réparties sur les tronçons de voiries ou aux carrefours. En bordure, elles sont placées soit sous les trottoirs si celles-ci ont des dimensions suffisantes, soit sous les caniveaux et bords de chaussée dans le cas contraire.

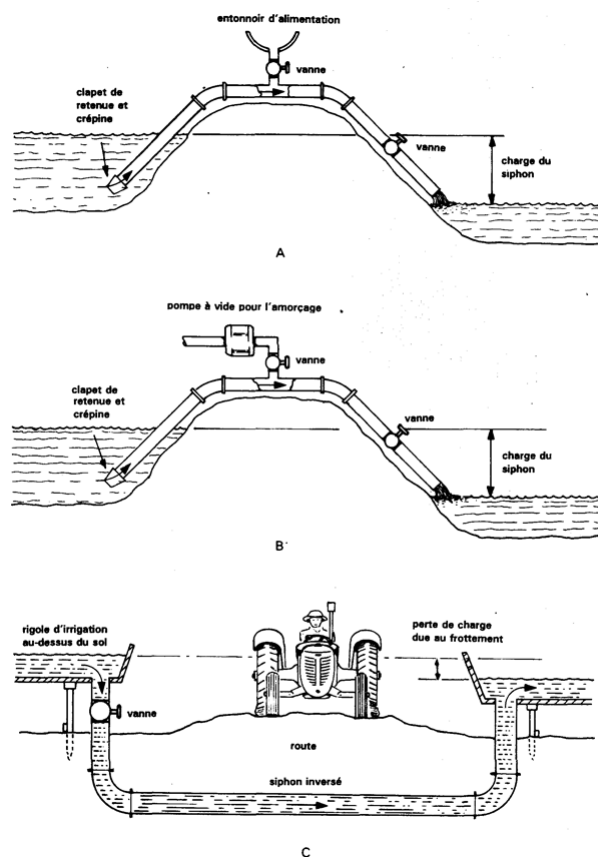
Elles peuvent être classées selon deux critères principaux : la manière de recueillir les eaux et la manière dont les matières sont retenues.

La classification en deux groupes principaux, adoptée dans le fascicule 70 relatif aux travaux d'assainissement, est à prendre en compte [13].

### e. Passage en siphon

Le passage en siphon se réalise dans le cas de franchissement d'obstacles : cours d'eau, routes ou voies ferrées encaissées avec des puits verticaux ou inclinés ou mixtes [8].

Le passage en siphon est représenté de façon explicite dans la figure I.8.



**Figure I.7 :** Passage en siphon [8].

#### **f. Déversoirs d'orages**

Les déversoirs d'orages sont destinés à évacuer, en cas d'orages, le débit supplémentaire transitant dans les collecteurs, ces ouvrages acheminent directement les eaux vers le milieu naturel. En outre, la station d'épuration ne peut accepter qu'un débit d'eau concentré équivalent aux maximums de 3 à 4 fois par temps sec [14].

Un déversoir est par conséquent, un ouvrage conçu à décharger le réseau d'une certaine quantité d'eau pluviale de façon à réagir sur l'économie des projets en réduisant les dimensions du réseau aval. On distingue plusieurs types des déversoirs :

- Les déversoirs à seuil latéral.
- Les déversoirs à seuil frontal.
- Les déversoirs avec ouverture du fond.
- Les déversoirs siphoides.
- Les déversoirs automatiques

La figure I.9 ci-dessous présente le déversoir d'orage.



**Figure I.8** : Déversoirs d'orages [15].

#### **g. Ouvrages de stockage**

Les réservoirs d'eau ou ouvrages de stockage sont des ouvrages destinés à stocker temporairement de l'eau en attendant sa distribution. Ils permettent de réguler le débit d'eau et son réservoir est dimensionné pour reprendre la consommation d'eau du réseau pour une période de vingt-quatre heures (24H). On peut citer les réservoirs suivants :

- Châteaux,
- Bâches et Bassins [16].

#### **h. Stations de pompages/ relevage**

Les stations de relevage collectives conçues pour une application spécifique pour réseaux d'assainissement collectifs se distinguent des stations de relevage domestiques par les pompes de refoulement et les cuves qui les composent. En effet, les postes de relevage collectifs sont généralement dotés de cuves d'eau de grande capacité et d'au moins deux pompes de refoulement qui relèvent les eaux qui ne peuvent être évacuées vers le réseau d'égout parce qu'il est situé sur un plan plus élevé. Certains postes de relevage d'eau collectifs sont automatisés et incluent par exemple des systèmes d'alarme en cas de panne ou de montée du niveau des eaux

dans la cuve. Les stations de relevage d'eau collectives conviennent aux applications pour stations de traitement des eaux, agglomérations et lotissements [17].

## **I.6 Type de canalisations**

Il existe plusieurs types de conduites qui sont différents suivant leurs matériaux et leurs destinations.

### **I.6.1 Conduite en béton :**

Il existe deux types à savoir le béton armé et non armé béton

- **Béton non armé**

La fabrication des tuyaux en béton non armé se fait mécaniquement en utilisant divers procédés pour garantir une compacité élevée du béton (compression radiale, vibration, centrifugation, etc.). Il est important que la longueur utile ne dépasse pas 2,50 m.

Les tuyaux non armés ont tendance à se rompre de manière soudaine, mais cela se produit généralement aux premiers stades de la canalisation, sauf si la hauteur de recouvrement est insuffisante. Il est déconseillé d'utiliser des tuyaux non armés pour des canalisations visitables situées sous les voies publiques.

L'essai d'étanchéité est effectué en appliquant une pression de 1 bar pendant une durée de 30 minutes.

Les joints principaux utilisent un système d'emboîtement à gorge avec des joints en élastomère.

- **Béton armé**

Les tuyaux en béton armé sont fabriqués mécaniquement en utilisant divers procédés pour garantir une compacité élevée du béton (centrifugation, compression radiale, vibration, etc.).

Afin d'être considérés comme "armés", ces tuyaux doivent comporter deux séries d'armatures :

- Des barres droites appelées "génératrices".
- Des spires en hélice continues, avec un pas régulier maximal de 15 cm.

À moins que les tuyaux ne proviennent d'usines agréées, le constructeur doit s'assurer que les aciers utilisés ont un allongement sous charge maximale supérieur ou égal à 2 %.

Ces tuyaux doivent également passer des tests de résistance à la rupture et des tests d'étanchéité (sous une pression de 1 bar pendant 30 minutes).

### **I.6.2 Tuyaux ovoïdes préfabriqués**

Cette forme de conduite a été mise au point afin d'obtenir une vitesse d'écoulement en fonction du remplissage la moins variable possible.

Malgré la volonté de normalisation, il existe différentes formes de tuyaux ovoïdes, notamment la forme simple, proportionnelle au cercle.

Leur longueur utile est d'au moins 1 m. Ils sont à joint à emboîtement à mi- épaisseur ou à tulipe.

Dans le cas où ils sont armés, ils sont pourvus d'une armature répondant aux sollicitations particulières propres à la forme de la canalisation ; la section des armatures, mesurée dans les sections les plus sollicitées en service, abstraction faite éventuellement de la présence d'un béton de forme, ne doit pas être inférieure aux 4/1 000 de la section longitudinale du béton.

L'épaisseur du radier ne doit différer en aucun point de  $\pm 2,5$  % de l'épaisseur garantie par le fournisseur ; mesurée au fil d'eau, en deux points situés à chaque extrémité de l'ovoïde, elle ne doit pas varier de plus de 5 mm.

L'essai d'étanchéité est effectué sous une pression de 0,5 bar maintenue pendant 1 heure, sur deux ovoïdes assemblés [6].

### **I.6.3 Canalisations en béton à section elliptique**

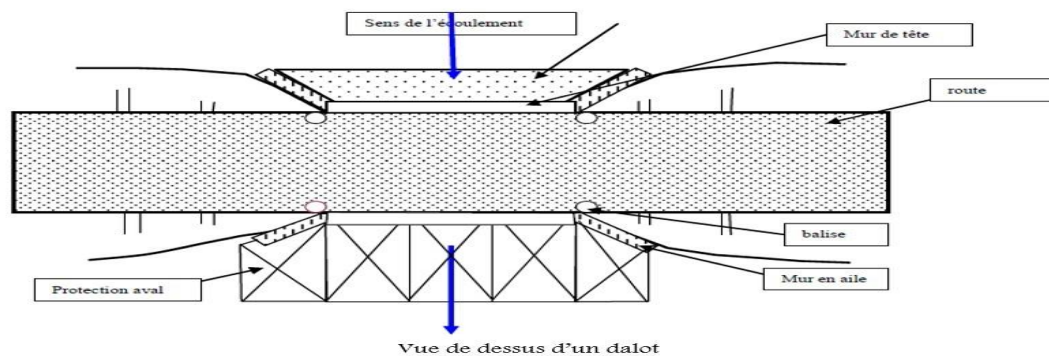
- ✓ Élément auto stable.
- ✓ Pose verticale ou horizontale à définir.
- ✓ Joint incorporé

### I.6.4 Dalots et conduits rectangulaires

Le dalot est un ouvrage de franchissement placé sous la chaussée. Il est généralement en béton armé et présente une section rectangulaire ou carrée. Le dalot est constitué par les éléments suivants :

- ✓ Un radier ou une semelle en béton armé ;
- ✓ Des piédroits ;
- ✓ Une dalle ou des dallettes en béton ;
- ✓ Deux murs de tête ;
- ✓ Quatre murs en aile, en amont et en aval ;
- ✓ L'enrochement de protection amont et aval ;
- ✓ Les remblais d'accès.

La figure I.10 ci-dessous présente le dalots et conduits rectangulaires.



**Figure I.9 :** Dalots et conduits rectangulaires [18]

On rencontre couramment trois types de dalots :

- ✓ Les dalots ordinaires constitués de piédroits verticaux, fondés sur une semelle ou un radier général, sur lesquels repose une dalle ou les dallettes en béton armé ;
- ✓ Les dalots cadres dans lesquels la dalle, les piédroits et le radier constituent une structure rigide en béton armé ;
- ✓ Les dalots portiques semblables aux dalots cadres mais sans radier (les piédroits sont fondés sur des semelles).

Remarque : On adopte les dalots pour des débits élevés (supérieurs à 10 m<sup>3</sup>/s) [16].

### **I.6.5 Collecteurs visitables de sections particulières**

Ces collecteurs sont réalisés dans les centres urbains où le système d'assainissement est du type unitaire. Ils peuvent se classer en deux catégories :

Les ouvrages ordinaires à cunette, conçus de telle sorte que les écoulements de temps sec, à faible débit, puissent s'effectuer à vitesse suffisante pour que l'auto curage soit assuré et que l'ouvrage soit visitable dans les meilleures conditions possibles, d'où leur forme à « rayon hydraulique » maximal pour l'écoulement des petits flots [13].

### **I.6.6 Autre types de tuyaux**

- **Conduites en polychlorure de vinyle (PVC) non plastifié**

Le PVC est un matériau appartenant à la famille des thermoplastiques, ce qui signifie qu'il peut être façonné en produits souples ou rigides. Dans le domaine de l'assainissement, le PVC rigide non plastifié est couramment utilisé. Il présente une couleur gris clair normalisée et est opaque. En raison de ses propriétés chimiques exceptionnelles, il offre une résistance remarquable contre les agressions chimiques, ce qui le rend intéressant pour les installations industrielles internes.

Si les tuyaux ne sont pas destinés à être assemblés à l'aide de manchons à double bague d'étanchéité, ils sont munis d'une emboîture préfabriquée à une extrémité, qui comporte un dispositif pour accueillir ou retenir une bague en élastomère.

### **I.6.7 Choix de type de conduite à utiliser en assainissement :**

- **Béton armé :**

La conduite en béton armé est un type de canalisation utilisé dans les systèmes d'assainissement pour le transport des eaux usées ou des eaux pluviales. Elle est composée d'un noyau en béton renforcé par une armature en acier.

Les conduites en béton armé présentent plusieurs caractéristiques importantes :

- ✚ Résistance mécanique : Le béton armé offre une grande résistance aux charges et aux contraintes mécaniques. L'armature en acier renforce le béton et lui permet de supporter les pressions et les forces exercées sur la conduite.
- ✚ Durabilité : Le béton armé est un matériau durable qui peut résister aux conditions environnementales et à la corrosion. Il est particulièrement adapté aux systèmes

d'assainissement souterrains où il peut être exposé à l'humidité et à des agents chimiques agressifs.

- ✚ Étanchéité : Les conduites en béton armé sont généralement fabriquées avec des joints étanches pour empêcher les fuites et les infiltrations d'eau. Cela permet de garantir l'intégrité du réseau d'assainissement et d'éviter les problèmes d'inondation et de pollution.
- ✚ Flexibilité dimensionnelle : Les conduites en béton armé sont disponibles dans différentes dimensions pour s'adapter aux besoins spécifiques du réseau d'assainissement. Elles peuvent être fabriquées en sections droites ou en courbes pour suivre les tracés des canalisations.
- ✚ Installation et entretien : Les conduites en béton armé sont relativement faciles à installer et à entretenir. Leur poids et leur rigidité structurelle leur confèrent une stabilité pendant la pose et une résistance aux charges ultérieures. De plus, elles peuvent être inspectées et nettoyées régulièrement pour assurer leur bon fonctionnement.

- **PEHD :**

Caractéristiques :

- ✓ Diamètre nominal = diamètre externe
- ✓ DN: de 63mm à 1200mm
- ✓ Classe de pression : jusqu'à PN25
- ✓ Assemblage par électro soudure ou pièces spéciales

Domaines d'application :

- ✓ Adduction d'eau potable,
- ✓ Refoulement des eaux usées,
- ✓ Réseaux d'irrigation,
- ✓ Réseaux sous pressions,
- ✓ Transport de produits chimiques

- **PEHD gravitaire annelé :**

Caractéristiques :

- ✓ Classe de rigidité : CR8

- ✓ Diamètre nominal = diamètre interne
- ✓ Dn : de 160mm à 1200mm
- ✓ Double peau pour une meilleure rugosité
- **PVC :(Chlorure de PolyVinyle)**

Parmi les matières plastiques qui font partie intégrante de notre vie quotidienne, le PVC a permis de réaliser des produits d'une qualité et d'une durabilité remarquables, ce qui justifie son succès. Les canalisations en PVC, utilisées depuis plus de 50 ans, occupent une place prépondérante dans le milieu du bâtiment et des travaux publics.

Caractéristiques :

Classe de rigidité de CR2 à CR16 : classe mini à retenir CR8 Emboitement avec joint, pas de collage [20].

## **I.7 Généralités sur SewerCAD et SewerGEMS :**

Dans le domaine du dimensionnement des réseaux d'assainissement, l'utilisation de logiciels spécialisés joue un rôle essentiel pour garantir des conceptions efficaces et optimales. Deux logiciels couramment utilisés dans ce domaine sont SewerCAD et SewerGEMS, tous deux développés par Bentley Systems.

SewerCAD et SewerGEMS sont des solutions de modélisation hydraulique avancées qui permettent d'analyser et de concevoir des réseaux d'assainissement sanitaires et unitaires. Ces logiciels offrent une gamme complète de fonctionnalités et d'outils puissants pour simuler le comportement des réseaux, évaluer les performances hydrauliques et dimensionner les éléments du system.

### **I.7.1 SewerGEMS**

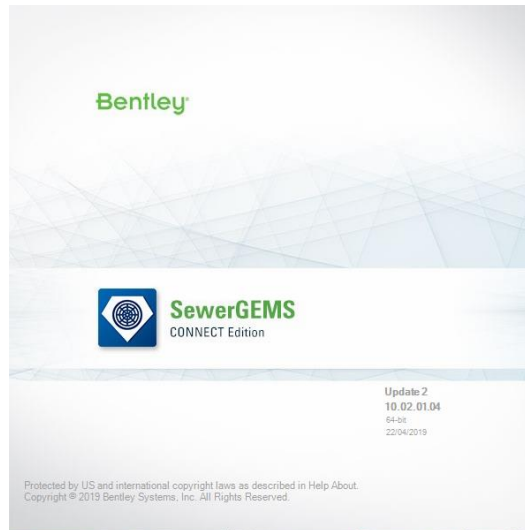
Bentley SewerGEMS CONNECT est la première et unique solution de modélisation dynamique et multiplateforme (SIG, CAO et autonome) pour les réseaux d'assainissement sanitaires et unitaires. Avec Bentley SewerGEMS CONNECT, nous pouvons analyser tous les éléments du système d'assainissement sanitaire et unitaire dans un seul package et avoir la possibilité d'effectuer les analyses avec l'algorithme SWMM ou notre propre solution implicite des équations complètes de Saint-Venant.

En résumé, Bentley SewerGEMS CONNECT offre la solution la plus complète disponible pour optimiser les conceptions de meilleures pratiques de gestion (BMP) et répondre aux réglementations sur les débordements des réseaux d'assainissement sanitaire (SSO) et unitaire (CSO).

Avec Bentley SewerGEMS CONNECT, vous pouvez :

- Élaborer des plans directeurs de système
- Évaluer l'impact des entrées d'eau et des infiltrations sur les SSO
- Élaborer des programmes de remédiation des SSO et CSO
- Réaliser des évaluations de système associées aux réglementations américaines de l'EPA CMOM et NPDES
- Optimiser les capacités des stations de relèvement et de stockage du système
- Déterminer les frais de raccordement des promoteurs
- Mettre en œuvre des stratégies de contrôle en temps réel
- Modéliser les égouts de surverse, les dérivations de débordement et les siphons inversés
- Simuler avec précision les opérations avec des pompes à vitesse variable et des contrôles logiques .
- Simuler les égouts hors service ou proposés dans le même modèle

Avec Bentley SewerGEMS CONNECT, vous disposez d'un outil puissant pour analyser, concevoir et optimiser votre réseau d'assainissement. La figure I.11 illustre ouverture du SewerGEMS [21].



**Figure I.10:** Bentley SewerGEMS

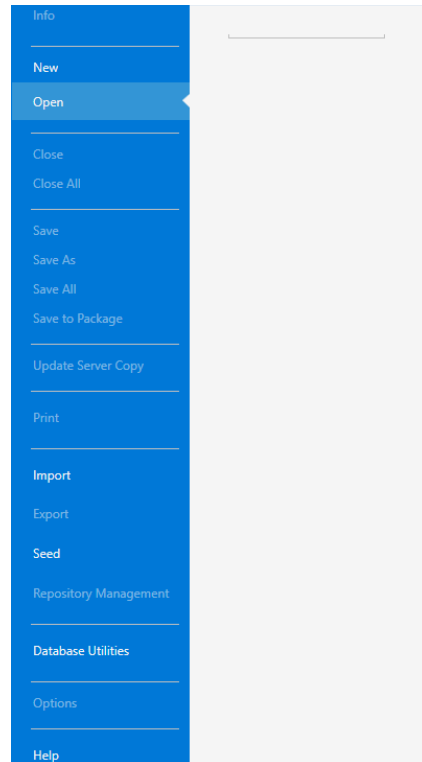
### **I.7.1.1 Menu SewerGEMS**

Le menu est situé en haut de la fenêtre de l'éditeur autonome de Bentley SewerGEMS connecte et permet d'accéder aux commandes du programme qui sont réparties par type de fonctionnalité [21].

#### **✓ Menu fichier (file menu)**

Le menu Fichier contient de nombreux articles traitant la gestion du projet. Il fournit des fonctionnalités pour créer, lire, écrire, et imprimer les fichiers de projets, ainsi que des fonctionnalités de partage de données avec des bases de données et systèmes SIG... [22].

La figure I.12 ci-dessous présente le menu fichier.



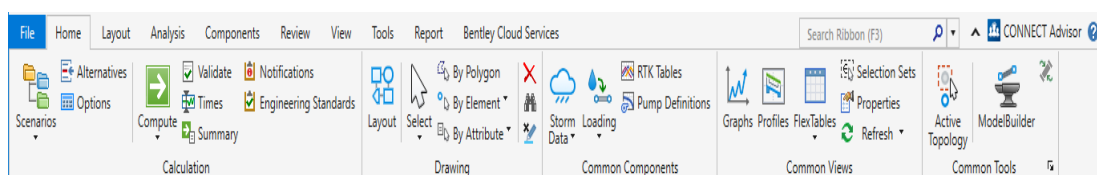
**Figure I.11** : Menu fichier (file) de SewerGEMS

✓ **Accueille (home)**

L'onglet « accueille » est généralement conçu pour fournir un accès rapide il contient plusieurs outils :

- Calcul (calculation)
- Dessin (drawing)
- Composants courants (common components)
- Vues courante (common view)
- Outils courante (common tools)

la figure I.13 ci-dessous présente « accueille ».



**Figure I.12** : Menu accueille (home) de SewerGEMS

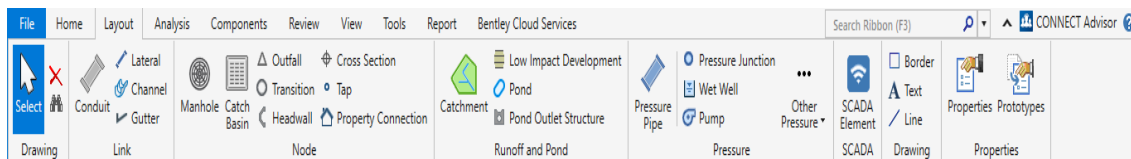
### ✓ Mise en page (Layout)

Il permet de personnaliser et d'organiser visuellement le model d'assainissement, a fin de facilité la compréhension, l'analyse et la communication des informations liées à notre réseau d'assainissement.

Il contient cet outil :

- Dessin (drawing) : il contient 3 outils qui sont « sélection, supprimer et trouvé » les éléments.
- Nœud (node) : pour dessiner par exemple les regards (manhoul), le rejet (outfoul)...
- Écoulement des nœuds et étang (node runoff and pond) :pour désigner le bassin versant (catchment)..
- Dessin de pression (pressure drawing)
- Propriétés (propreities)

La figure I.14 illustre la mise en page.



**Figure I.13** : Menue mise en page (layout) de SewerGEMS

### ✓ Analyse (analysis)

Il permet d'étudier le comportement hydraulique du système d'assainissement, de déterminer les performances, de diagnostiquer les problèmes potentiels...

Il contient 3 outils qui sont :

- Calcul (calculation) :
- Outils d'analyse (analyse tools)
- Affichage d'analyse (analyse view)

La figure I.15 présente menu d l'analyse

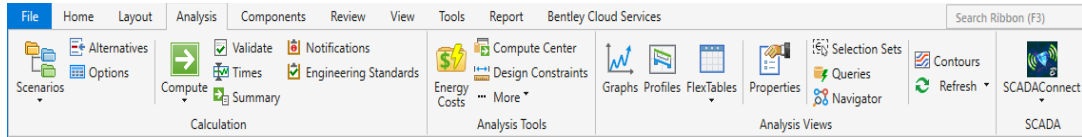


Figure I.14 : Menu Analyse (analysis) de SewerGEMS

✓ **Composants (components)**

Ils sont utilisés pour représenter les éléments physiques réels du réseau d'assainissement dans le model numérique. Cette utilisation permet de construire un modèle précis et détaillé du réseau d'assainissement, ce qui facilite l'analyse et la simulation. Les outils qui se trouvent dans « composants » sont :

- Courant (common)
- Opérationnels (operational)
- Catalogue (catalog)
- Autres (others)

Et voici la figure I.16 qui illustre le menu composant.

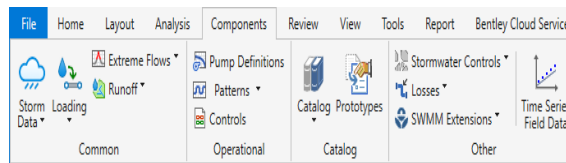


Figure I.15 : Menu composants (components) de SewerGEMS

✓ **Et les autres...**

Les figure I.17 et I.18 présente les autres menus qui existe.

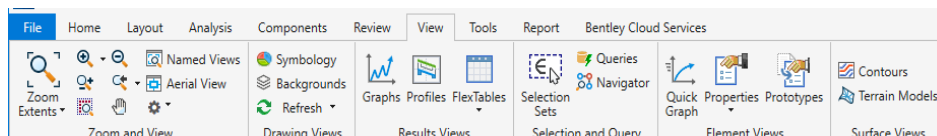


Figure I.16 : Menu affichage (view) de sewerGEMS

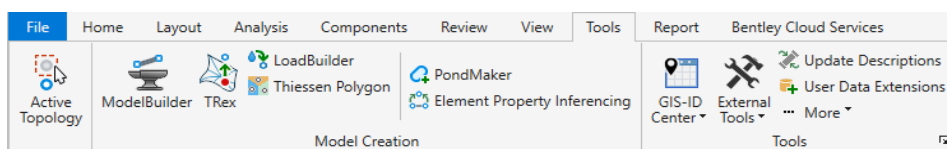


Figure I.17 : Menu outil (tools) de SewerGEMS

## I.7.2 SewerCAD

SewerCAD est un puissant outil de conception et d'analyse pour la modélisation des réseaux de collecte et de pompage des eaux usées sanitaires. Avec SewerCAD, vous pouvez développer et calculer les charges sanitaires, suivre et combiner les charges provenant de sources en temps sec et en temps humide. Vous pouvez également simuler la réponse hydraulique de l'ensemble du système (collecteurs gravitaires et refoulements sous pression), observer les effets des débordements et des dérivations, et même concevoir automatiquement certaines parties du système. Les résultats peuvent être présentés sous forme de tableaux personnalisables, de rapports détaillés et de feuilles de plan et de profil. SewerCAD peut être utilisé dans une interface intégrée à Micro Station, une interface utilisateur graphique autonome ou une interface intégrée à AutoCAD [23].

### I.7.2.1 Menu de SewerCAD

#### ✓ Fichier (file) :

Gere les actions liées aux fichiers di projet, tel que la création, l'ouverture, l'enregistrement, l'importation et l'exportation.la figure I.19 montre le menu fichier.

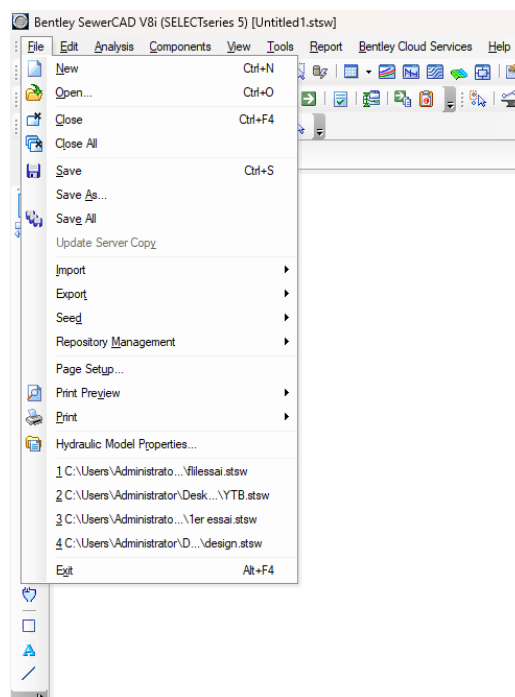
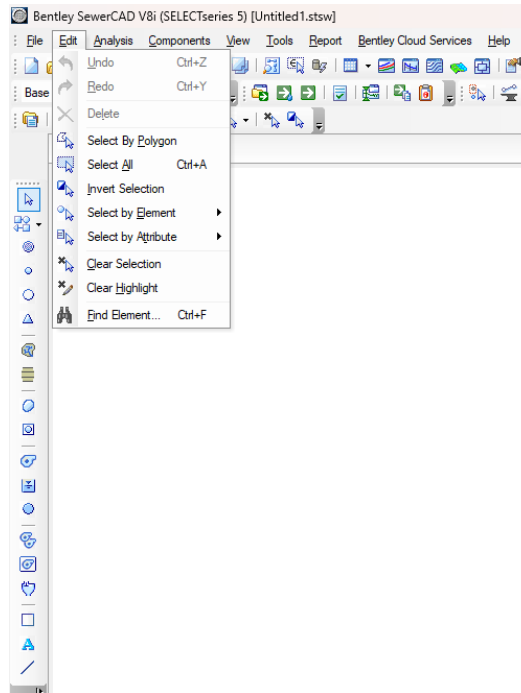


Figure I.18 : Menu fichier (file) du sewerCad

✓ **Edition (Edit)**

Permet d'accéder aux commandes de base pour la gestion des éléments SewerGEMS, y compris la navigation entre les éléments .la sélection, la suppression et le retour la figure I.20 illustre la menue édition [23].



**Figure I.19** : Menu Edition (edit) de SewerCAD

✓ **Analyse (analysis)**

Comprend les outils et les options nécessaire pour effectuer des calculs hydrauliques, des simulations et des analyses sur le réseau d'assainissement.la figure I.21 ci-dessous présente la menue analyse.

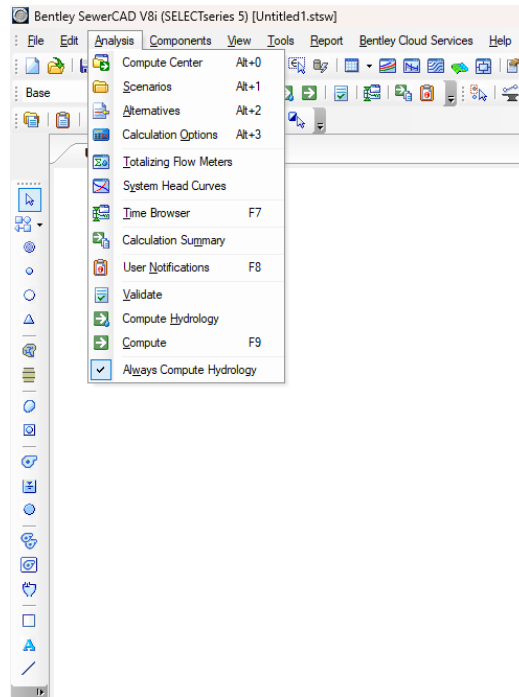


Figure I.20 : Menu analyse (analysis) de SewerCAD

✓ Composants (components)

Les composants sont utilisés pour représenter les éléments réels du système d'assainissement, ce qui permet d'effectuer des analyses hydrauliques et de simuler les conditions de débit dans le réseau. La figure I.22 montre le menu composants.

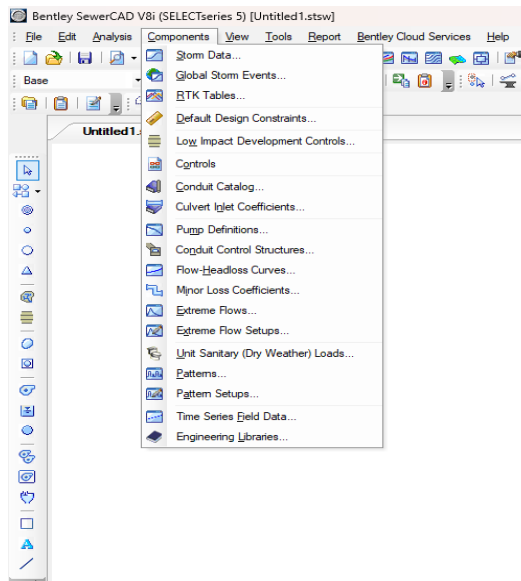
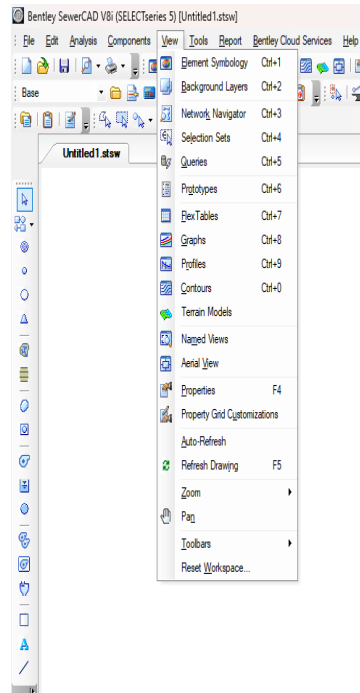


Figure I.21 : Menu composants (components) de SewerCAD

✓ **Affichage (view)**

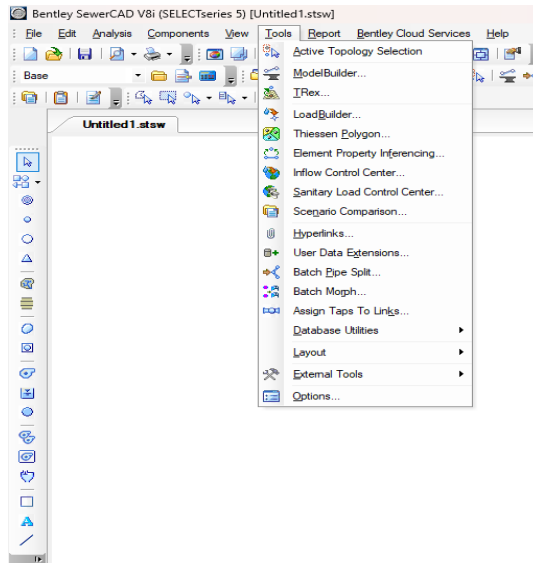
Il a des outils qui permettent de donner des résultats tel que le schéma et les tableaux du donné. la figure ci-dessous présente le menu affichage.



**Figure I.22 : Menu affichage (view) de SewerCAD**

✓ **Outils (Tools)**

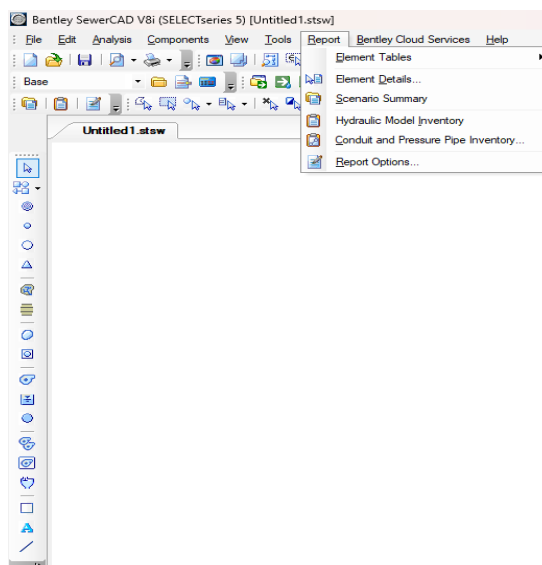
Le menu « outils » offre une gamme d'options permettant de positionner ou de modifier des éléments graphiques tels que les annotations, les couleurs, les contours et bien plus encore. la figure I.24 ci-dessous montre le menu outil.



**Figure I.23 : Menu outils (tools) de SewerCAD**

✓ **Rapport (report)**

Le menu rapport permet d'accéder à une collection de rapports textuels et graphiques préformâtes. En outre, il donne accès à Flex tables, qui vous permet de créer vos propres rapports personnalisés [23]. La figure I.25 illustre le menu rapport.



**Figure I.24 : Menu rapport (report)**

✓ **Aide (Help)**

Fournit une documentation, des guides et une assistance pour l'utilisation du SewerCAD et la résolution des problèmes éventuels. la figure I.26 ci-dessous présente le menu aide.

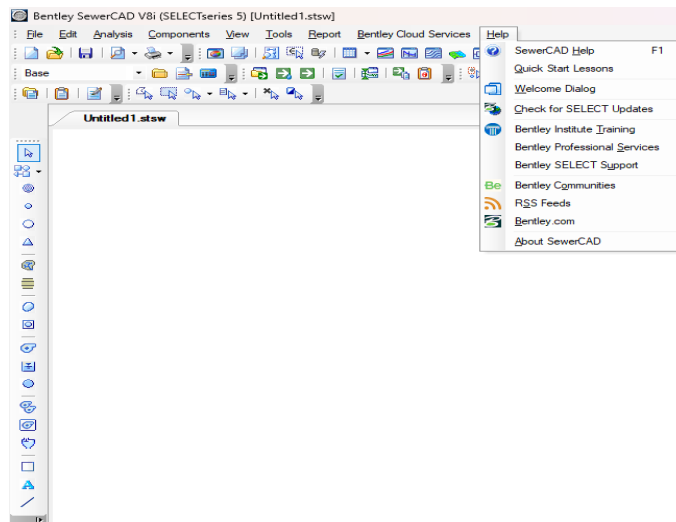


Figure I.25 : Menu aide (help) de SewerCAD

## I.8. Synthèse des travaux déjà réalisées

### a) BOUGHEDIR Medjdoub (2021-2022)

Titre du mémoire : "Dimensionnement d'un réseau d'assainissement pluvial : cas des localités de Naama et Beghadide de Mécheria, Wilaya de Naama"

L'eau est une ressource essentielle à la vie et il est important de l'utiliser de manière rationnelle pour le bien-être de tous. L'assainissement est un aspect crucial de l'urbanisation qui vise à garantir l'évacuation adéquate des eaux usées et pluvial afin d'éviter les problèmes de santé, les inondations et les impacts sur les nappes phréatiques. Ce mémoire se concentre sur la conception et le dimensionnement d'un réseau d'assainissement pluvial pour les localités de Naama et Beghadide de Mécheria.

La méthodologie utilisée comprend l'utilisation du logiciel SewerGEMS pour le dimensionnement du réseau d'assainissement pluvial. Les calculs hydrauliques sont effectués manuellement en utilisant la méthode rationnelle, et les données spatiales telles que les longueurs des conduites, les aires des bassins, les pentes, etc., sont facilitées par l'AutoCAD.

Le mémoire est divisé en cinq chapitres, couvrant toutes les étapes de l'élaboration d'un projet d'assainissement urbain. Les chapitres comprennent des généralités sur les réseaux d'eaux pluviales, la présentation de la région d'étude, une introduction au logiciel SewerGEMS, le dimensionnement du réseau d'assainissement et enfin la simulation sur le logiciel SewerGEMS. Les résultats obtenus par la méthode rationnelle et la simulation sur SewerGEMS sont comparés, révélant une convergence dans les débits estimés et les diamètres des conduites, à quelques exceptions près.

En conclusion, le logiciel SewerGEMS s'est avéré efficace pour le dimensionnement des réseaux d'assainissement pluvial des localités de Naama et Beghadide de Mécheria. Les résultats obtenus ont satisfait les conditions de conception en termes de vitesse, de couverture et de pente longitudinale. Cette étude constitue une introduction à l'utilisation de SewerGEMS, et d'autres recherches pourront explorer davantage les capacités du logiciel pour le dimensionnement des réseaux d'assainissement dans d'autres contextes et étudier toutes les fonctionnalités du logiciel SewerGEMS

**b) HADJILA Zahéra et LABIAD Sarra pour l'année 2018/2019**

Le projet de recherche intitulé "Étude critique du dimensionnement d'un réseau d'assainissement à l'aide du logiciel SWMM (Storm Water Management Model) : Cas de la localité Nord-Est de Ain Temouchent"

L'introduction met en évidence le problème des inondations en Algérie, démontrant l'insuffisance des réseaux urbains pour évacuer les eaux de crue à travers le pays. Cette situation nécessite des solutions rationnelles et une amélioration des méthodes d'étude des réseaux d'assainissement pour contribuer à l'optimisation des investissements et à l'amélioration de la gestion à long terme.

Grâce à la révolution numérique, de nouvelles méthodes basées sur des outils informatiques, tels que le logiciel SWMM, permettent une meilleure compréhension du fonctionnement des réseaux en temps de pluie. Ainsi, il est essentiel d'avoir un bon dimensionnement des réseaux d'assainissement pour une réhabilitation ou une extension réussie. Pour cela, une modélisation globale des réseaux d'assainissement est nécessaire.

Le projet se concentre sur le dimensionnement et la simulation du réseau d'assainissement de la zone Nord-Est de la wilaya d'Ain Témouchent, couvrant une superficie de 17,5 hectares. La méthode rationnelle et la simulation sur le logiciel SWMM, en utilisant les modèles d'infiltration Grèen Ampt et Horton, ont été utilisées pour évaluer les débits et dimensionner le réseau.

La comparaison entre les résultats simulés par le logiciel SWMM et les résultats calculés par la méthode rationnelle permet d'évaluer leur concordance en ce qui concerne le dimensionnement hydraulique du réseau d'assainissement. Les résultats obtenus démontrent que la méthode Grèen Ampt présente une meilleure correspondance avec la méthode rationnelle en termes de modèle hydraulique de dimensionnement. Cette comparaison permet ainsi de déterminer la fiabilité et l'adéquation du logiciel SWMM par rapport à la méthode traditionnelle dans le contexte du dimensionnement hydraulique.

En conclusion, ce projet de recherche démontre l'importance des outils informatiques tels que le logiciel SWMM dans le dimensionnement et la simulation des réseaux d'assainissement. La comparaison des résultats obtenus par différentes méthodes permet de mieux comprendre le fonctionnement des réseaux et d'optimiser leur conception.

**c) Mohammed Saïd BRAHMI et Mohammed ZILAL (2017-2018)**

Le mémoire aborde la problématique de l'évacuation des eaux usées et de la protection contre les inondations dans la localité de SOUAFLIA, wilaya de Mostaganem. L'objectif principal est de dimensionner et de simuler un réseau d'assainissement en utilisant la méthode rationnelle et le logiciel SWMM (Storm Water Management Model).

Les résultats de la première simulation pour la zone A sont présentés, mettant en évidence les problèmes rencontrés tels que les débordements, les surcharges, les pentes motrices insuffisantes et les vitesses d'écoulement élevées. Des interventions ont été nécessaires pour résoudre ces problèmes.

Après plusieurs simulations et ajustements des paramètres du réseau, les résultats de la simulation finale sont présentés pour les zones A et B. Les deux méthodes utilisées ont permis d'obtenir un réseau d'assainissement fiable et fonctionnel, avec des vitesses d'écoulement adéquates et des pentes appropriées.

En conclusion, le logiciel SWMM s'est révélé efficace pour le dimensionnement et la simulation du réseau d'assainissement de la localité de SOUAFLIA. Les objectifs de l'étude ont été atteints, et le réseau répond aux exigences actuelles et futures en termes d'évacuation des eaux usées et de protection contre les inondations. La simulation a permis de résoudre les problèmes critiques et d'assurer un écoulement à surface libre dans le réseau.

**d) FANDI Hasna Wafaa et BENAZZA Fatima Zohra (2016-2017) :**

"Simulation d'un réseau d'eau pluviale à l'aide du logiciel SWMM (Storm Water Management Model)"

Le mémoire aborde le problème des inondations causées par des événements météorologiques et hydrologiques difficiles à prévoir, notamment en milieu urbain. Il souligne l'importance de comprendre le fonctionnement des réseaux d'assainissement et des ouvrages de traitement pour les adapter aux exigences légales et environnementales. L'objectif principal est d'évaluer le niveau de protection des personnes, des structures et des biens vis-à-vis du risque de débordement des systèmes d'assainissement.

Les résultats des simulations finales montrent que des ajustements ont été nécessaires pour résoudre les problèmes identifiés lors de la première simulation, tels que des vitesses d'écoulement inadaptées ou des collecteurs surdimensionnés ou sous-dimensionnés. Différents paramètres ont été modifiés, tels que les diamètres des collecteurs et les pentes, en utilisant des regards de chute pour réduire ou augmenter les vitesses d'écoulement et éviter les débordements. Les simulations ont permis d'obtenir un réseau pluvial fiable et sécurisé pour la zone A de la commune.

De même, pour la zone B, des simulations ont été effectuées en ajustant les diamètres des collecteurs, les pentes et en utilisant des regards de chute. Les résultats ont montré l'obtention d'un réseau pluvial sûr pour cette zone également.

Enfin, la modélisation de la zone C a été réalisée en reproduisant le découpage des bassins versants, les conduites et les regards. Les simulations ont permis d'obtenir un réseau pluvial sécurisé pour cette zone.

Les résultats des simulations ont été évalués en utilisant des critères tels que les vitesses d'écoulement, les pentes et les profondeurs. Des seuils ont été définis pour évaluer les différents paramètres et assurer un bon fonctionnement du réseau.

En conclusion, le mémoire présente une méthodologie de construction et d'exploitation d'un modèle de simulation des eaux pluviales en milieu urbain à l'aide du logiciel SWMM. Les simulations réalisées ont permis d'obtenir des réseaux pluviaux fiables et sécurisés pour les différentes zones étudiées. Des perspectives d'amélioration sont également discutées pour optimiser davantage le modèle et sa méthodologie de construction.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre, nous avons examiné l'assainissement de manière générale, en étudiant les différents types de systèmes d'assainissement ainsi que les infrastructures qui y sont associées. Nous avons également présenté les logiciels SewerCAD et SewerGEMS qui sont des outils puissants et essentiels dans la conception, la modélisation et l'analyse des réseaux d'assainissement. La mise en place de ces systèmes revêt une importance cruciale pour protéger et préserver l'environnement contre toute forme de pollution. Pour une gestion efficace de ces réseaux, il est essentiel de mettre en place un nouveau système d'assainissement dans la zone de TAMAZOURA. Dans le chapitre 2, nous présentons cette zone en détail ainsi que les développements qui y sont associés.

# **CHAPITRE II**

## **Présentation de la zone d'étude**

## CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Avant d'envisager tout projet d'assainissement dans une zone donnée, il est essentiel de réaliser une étude approfondie du site afin de comprendre les caractéristiques physiques du lieu et les facteurs qui peuvent influencer la conception d'un projet. Cette étude permet de rassembler toutes les informations nécessaires pour une prise de décision éclairée et une planification efficace du projet d'assainissement.

L'étude préalable du site est une étape clé pour garantir la réussite d'un projet d'assainissement dans la zone de Tamazoura et pour assurer une gestion efficace et durable des eaux usées.

### II.1 Situation géographique de la commune

La commune Tamazoura est située à l'extrême Est de la wilaya d'Ain Témouchent, frontalière avec les Wilayas d'Oran et de Sidi Bel Abbès. Elle s'étend sur une superficie de 229,06 Km<sup>2</sup>, soit 12% de la superficie totale de la wilaya d'Ain Témouchent.

La figure II.1 ci-dessous représente la place de la commune Tamazoura.



**Figure II.1** : place de la commune Tamazoura

La population totale du groupement est évaluée à 9944 habitants, selon le RGPH de 2008, soit 2,69 % de la population totale de la wilaya. Ceci présente une densité de 43,4 hab. /km<sup>2</sup> [26]. La figure ci-après montre la situation géographique et physique de Tamazoua.



**Figure II.2** : Situation géographique et physique de Tamazoura [24].

### II.2 Situation et limites de la zone d'étude

Le périmètre d'étude est situé au nord-ouest du chef-lieu commune de Tamazoura. Il s'étend sur une superficie de 08 hectares. Il est limité comme suit :

- Au Sud par un tissu existant.
- A l'Ouest par un lycée.
- Au Nord par des terrains agricoles et une ligne électrique MT.
- l'Est par un secteur non urbanisé +LMT.

On a pris en considération que la zone d'étude est couverte par un plan d'occupation des sols (POS) qui détermine les règles d'urbanisme de la zone. Toutefois, il est important de noter que cette zone est située dans la même région que Tamazoura et partage probablement des caractéristiques environnementales similaires telles que topographie, la géologie, la pluviométrie et les vents... [26].

### II.3 Géologie

Les risques naturels qu'encourt la commune sont les suivants :

- ✓ Inondations pour la plaine de M'Léta.
- ✓ Ruissellement, érosion et donc risque d'éboulement pour le piémont.

- ✓ Le passage d'une faille sismique importante entre les Tessala et la Sebkha au Sud de l'agglomération de Tamazoura.
- ✓ La Sebkha qui présente un risque potentiel de salinité du sol, et par conséquent une menace pour les terres agricoles [26].

### II.4 Hydrologie

#### II.4.1 Ressources en eaux superficielles

Deux sous bassins versants peuvent être recensés :

- 1) **Le sous bassin versant de la (Sebkha d'Oran):** Alimenté par des oueds, Oued Tamazoura, Oued Sebbah, Oued Tafraoui, Oued Bésbés et Oued Haimeur.
- 2) **Le sous bassin versant de (M'Léta):** constitue les limites Sud de la commune est drainé par des cours d'eau alimentant la grande Sebkha.

#### II.4.2 Ressources en eaux souterraines

La zone du piémont et de montagne renferment plusieurs sources à faible débit dont deux plus importantes (Aghbal et Tangeroufa).

#### II.4.3 Les ressources mobilisées

Le transfert de Béni Bahdel-Tafna représente la principale source hydrique.

L'alimentation de la commune de Tamazoura provient de :

- Source Aghbal et Tangeroufa : 1,5 l/s.
- Puits de Khemis : 2 l/s [26].

### II.5 Climat

La zone d'étude présente un climat méditerranéen, marqué par des étés chauds et des hivers tempérés. Les précipitations, quant à elles, sont irrégulières et varient entre 300 et 500 mm/an. La faible quantité et l'inconstance des précipitations ont un impact direct sur l'environnement physique et sur l'activité économique, principalement axée sur l'agriculture.

### II.6 Pluviométrie

Selon les données enregistrées par la station la plus proche la moyenne pluviométrique est de 380 mm/an, pour 55 jours de pluie. Les variations interannuelles observées indiquent un maximum de 540 mm/an et un minimum de 271 mm/an. L'alternance de ces pluies ne varie

que rarement. Les plus grosses pluies arrivent en automne et surtout en hiver. La période estivale est la plus sèche (0 à 2 mm/mois) [26].

### II.7 Température

La température moyenne est estimée à 17,75°C, avec un maximum enregistré de 34°C et un minimum de 0°C. Le rythme moyen de variation de température, s'élève graduellement de février (mois le plus froid) jusqu'au mois de d'août (mois le plus chaud), puis rechute graduellement jusqu'au mois de janvier. A la différence de l'amplitude thermique (34°) entre les deux extrêmes, l'amplitude journalière n'est pas élevée, variant de 7,18° C (juillet) à 0,17° C (novembre) [26].

### II.8 Vents

La rose des vents indiquent une dominance des vents en provenance du Nord-est (35%) et du Nord-Ouest (36%). Les vents du Sud sont aussi importants avec des fréquences variables (29%). Notons, enfin que les changements de directions des vents sont observés au cours de la même journée. La vitesse moyenne du vent est de 20 km/h [26].

### II.9 situation topographique et géographique du POS

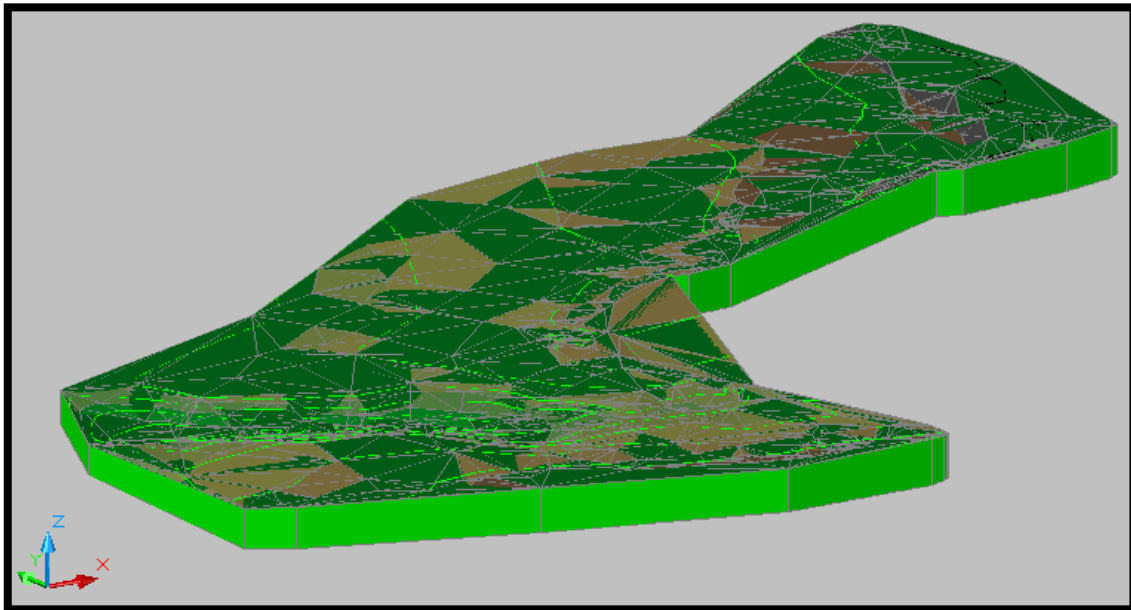
La zone d'étude fait partie de la commune de Tamazoura. La parcelle à étudier est située dans la partie Nord-ouest de la commune, qui englobe des terrains vagues, un programme LPA en cours de réalisation et des lignes électriques MT. la figure II.3 présente la situation géographique du POS.



**Figure II.3** : situation topographique et géographique du POS [26].

### II.10 Topographie – contraintes et servitudes

La zone présente un site à topographie en légère pente allant de 5 à 8 m orientés vers le sud - est. La figure II.4 ci-dessous présente la topographie du la zone.



**Figure II.4** : Topographie – contraintes et servitudes [26].

On remarque aussi que le site est traversé par :

- Une ligne électrique de moyenne tension de 83 mètres linéaires avec une servitude a non aedificandi de 6 mètres.
- Une conduite d'assainissement de diamètre de 600 de 525 mètres linéaires avec une servitude a non aedificandi de 10 mètres.
- Une chaaba d'oued avec une servitude a non aedificandi de 30 mètres.
- Superficie réservée aux espaces non à aedificandi est de 1.33 HA [26].

### II.11 Structure urbaine actuelle

La zone d'étude est desservie par la route qui relie entre centre-ville de Tamazoura et oued sabah.

Pour notre zone d'étude, le site est un terrain vague avec un programme LPA en cours de réalisation et quelques habitations.

### II.11.1 Infrastructures techniques

#### ➤ Infrastructures hydrauliques

L'alimentation en eau potable au niveau de Tamazoura se fait comme suit

- Un piquage de diamètre Ø200 en fonte au niveau de douar Hjaïria sur la conduite du transfert de Béni Bahdel (couloir, Ain Arbaa-Tamazoura) de diamètre Ø1100mm en Béton.
- Une conduite de refoulement de diamètre Ø150mm en fonte venant de la station de pompage de Khemis.
- Une conduite d'adduction de diamètre Ø200 en fonte venant de la station de pompage du douar Douahi.
- Une conduite de refoulement de diamètre Ø150 en fonte venant de la station de pompage de Douahi.
- Une conduite d'adduction inter réservoir de diamètre Ø200 en fonte alimente le réservoir existant de l'ACL de capacité de 2x250m<sup>3</sup>.
- Une conduite d'adduction gravitaire de diamètre Ø160mm en pvc venant de la source Aghbal.
- Une conduite d'adduction gravitaire de diamètre Ø80mm en acier galvanisé de la source de Tangeroufa,
- Un piquage de diamètre Ø110 en pvc au niveau de la conduite d'adduction de diamètre en fonte, à pour alimenter l'AS Khdaïda [26].

#### ➤ Assainissement

- **La commune de Tamazoura :** Le volume des eaux usées est de : 3511,22 m<sup>3</sup>/j, soit 40,63 l/s.
- Le rejet des eaux usées de la commune s'effectue directement vers l'Oued, sans aucune forme de traitement ou d'épuration. Ainsi, nos propres rejets dans notre zone d'étude se dirigent vers l'Oued.

### II.12 Equipements de la commune

L'analyse du secteur urbanisé de Tamazoura qui occupe une superficie totale de 112,8ha, a fait l'objet d'un découpage par secteurs d'intervention en cinq (05) sous-secteurs urbains homogènes et ce sur la base de la typologie, densité de logements et le niveau d'équipements [27]. Le tableau II.1 résume les équipements de la commune.

**Tableau II.1** : Les équipements existants dans Tamazoura [26].

Equipements existants	NOMBRE
Enseignement primaire	02
Enseignement secondaire (lycée)	01
Enseignement fondamental (Cem)	02
Garde communale	01
Centre de formation	01
Mosquée	02
Entreprise de textile	01
Dispensaire	02
Locaux commerciaux	/
Poste	01
Salle de soins	01
Stade	01
Salle polyvalente	02
Siege APC	01
Station d'essence	01
Parc communal	01
Caserne militaire	01
Espace vert /placette	03

### II.13 les modalités d'interventions

Le tableau ci-dessous caractérise chaque secteur et indique sa consistance et les modalités d'intervention qui s'y attachent [27]. Le tableau II.2 donne les modalités d'interventions.

**Tableau II.2** : les caractéristiques de chaque secteur, sa consistance et les modalités d'intervention qui s'y attachent [26].

Sous-secteur	Superficie (ha)	Occupation dominante	Fonction	Modalités d'aménagement
<b>SU1 : POS 01 Nord Est</b>	42 ha	Habitat individuel + équipement + commerce	Administrative, scolaire, socioculturelle et commerciale	- <b>Restructurer la fonction commerciale.</b> - <b>Augmenter l'usage du sol.</b>
<b>SU2 POS 02 Nord-Ouest</b>	15 ha	Habitat semi collectif + équipement de base	Résidentielle + service	- <b>Traitement des berges de l'Oued.</b> - <b>réalisation des actions des POS en cours</b>
<b>SU3 Lotissements 332+238</b>	28,5	Habitat individuel	Résidentielle	- <b>A densifier.</b> - <b>A équiper</b>
<b>SU4 : Centre Doukar</b>	1,8 ha	Habitat individuel.	Résidentielle	<b>Conforme au règlement de l'étude d'aménagement urbain en cours</b>
<b>SU 5 : La zone Nord + petit lac</b>	<b>25,5 ha</b>	<b>Habitat individuel + commerce</b>	<b>Résidentielle + services</b>	- <b>A rénover.</b> - <b>A intégrer.</b> - <b>A équiper</b>

### II.14 schémas d'aménagement

#### II.14.1 Variante retenue

- L'option principale de cette variante est le prolongement des deux boulevards existants considérés comme des axes principaux, ils seront meublés par différents équipements tel que placette, mosquée...etc.
- traitement de la chaaba par son aménagement
- les équipements projeté seront a caractère de jours et nuits.
- Projection d'un ensemble d'habitat collectif afin de satisfaire les besoins en logements.
- prolongement des voies mitoyennes existantes pour affirmer la liaison spatiale et fonctionnelle entre le tissu urbain existant et projeté.

- Projection d'un ensemble de voies secondaires permettant l'accès et la circulation à l'intérieur du tissu
- Projection d'espace vert et placette au niveau des assiettes d'intervention.
- Animer la route qui mène vers Oued Sebah par la projection des équipements de première nécessité
- Projection d'une voie de contournement limitant le périmètre d'étude [26].

### II.14.2 Principales caractéristiques de la variante retenue

La superficie totale de la zone d'intervention est de 08 Hectares réparties comme suit :

- Superficie réservée aux logements ruraux est de 0.5 hectares son parc de logement prévisionnel est de 50 logements ruraux.
- Superficie réservée aux logements collectif est de 3.1 hectares son parc de logement prévisionnel est de 392 logements collectifs.
- La population prévisionnelle projeté résidente dans la zone serait de 1960 âmes
- Superficie totale réservée pour les équipements s'élève à 1.42 ha
- Superficie réservée aux placettes et espace verts est de 0.60 ha
- Superficie réservée aux espaces non à aedificandi est de 0.54ha
- Les voiries occupent une superficie de 2.34 ha [26].

le tableau II.3 illustre les caractéristique de la variante retenue.

**Tableau II.3** : les caractéristiques de la variante retenue [26].

DESIGNATION	SURFACE m <sup>2</sup>	NOMBRE	OBSERVATION
Terrain combiné	1760	01	/
Placette	2000	01	/
polyclinique	5000	01	/
Crèche+jardin d'enfants	1300	01	/
Enseignement primaire	3900	01	/
Agence postale	815.62	01	/

<b>EQ administratif</b>	793.42	01	/
<b>Mosquée</b>	942	01	/
<b>EQ commercial</b>	2090	01	/

### **Conclusion**

En conclusion, ce projet d'assainissement du plan d'occupation des sols de Tamazoura est une étape cruciale pour garantir un avenir durable pour la population locale. En adoptant une approche de développement durable, nous pouvons assurer la durabilité du système d'assainissement à long terme. Dans le prochain chapitre, nous allons nous concentrer sur le dimensionnement du réseau d'assainissement pour répondre aux besoins identifiés dans l'étude du POS.

# **CHAPITRE III**

## **Dimensionnement du réseau d'assainissement de Tamazoura**

## CHAPITRE III :

### DIMENSIONNEMENT DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT DE TAMAZOURA

L'élimination des eaux usées provenant de zones urbaines est une méthode qui implique l'utilisation de moyens hydrauliques pour évacuer rapidement et à moindre coût ces eaux de différentes sources sans causer de pollution environnementale. Pour y parvenir, il est essentiel de dimensionner un réseau d'assainissement, ce qui nécessite certaines étapes préliminaires, y compris le calcul de base.

#### III.1 Origines des eaux usées

On peut classer comme eaux usées, les eaux d'origine urbaines constituées par des eaux ménagères (lavage corporel et du linge, lavage des locaux, eaux de cuisine) et les eaux vannes, toute cette masse d'effluents est plus ou moins diluée par les eaux de lavage de la voirie et les eaux pluviales. Peuvent s'y ajouter suivant les cas les eaux d'origine industrielle et agricole.

L'eau, ainsi collectée dans un réseau d'égout, apparaît comme un liquide trouble, généralement grisâtre, contenant des matières en suspension d'origine minérale et organique à des teneurs extrêmement variables. En plus des eaux de pluies, les eaux résiduaires urbaines sont principalement d'origine domestique mais peuvent contenir des eaux résiduaires d'origine industrielle d'extrême diversité [27].

Les eaux résiduaires urbaines (ERU) sont constituées par :

##### III.1.1 Eaux usées domestiques

Elles proviennent des différents usages domestiques de l'eau. Elles sont essentiellement porteuses de pollution organique. Elles se répartissent en eaux ménagères, qui ont pour origine les salles de bains et les cuisines et sont généralement chargées de détergents, de graisses, de solvants, de débris organiques... etc. et en eaux vannes sont les rejets des toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux [27].

##### III.1.2 Eaux de pluie et de ruissellement

Les eaux pluviales et de ruissellement sont pris en compte dans le cas où le système de collecte des eaux usées est unitaire, ceci lors du traitement en station d'épuration. Les eaux de pluie sont susceptibles d'entraîner les polluants atmosphériques et de contaminer par infiltration et ruissellement les eaux superficielles et souterraines. Les principaux polluants en cause sont le SO<sub>2</sub>, le NO et ses dérivés, les poussières [27].

### III.2 Découpage de l'aire d'étude en sous bassins élémentaires

De manière générale, un bassin versant désigne une zone géographique délimitée par les crêtes ou les lignes de partage des eaux, où toutes les eaux de surface convergent vers une unique ligne d'écoulement. Ainsi, pour découper le site en sous-bassins élémentaires, il convient de prendre en compte plusieurs critères tels que la nature des sols, la densité de population, les courbes de niveau, les routes et les voiries existantes, les pentes et les contre-pentes, ainsi que les limites naturelles telles que les oueds ou les talwegs.

Pour notre projet le découpage de la zone à étudier se fait suivant la nature du sol et les courbes du niveau.

- La zone à assainir a été découpée en bassins versants élémentaires. (32 bassins)

la figure III.1 ci-après présent le découpage de l'aire d'étude en sous bassin élémentaire.

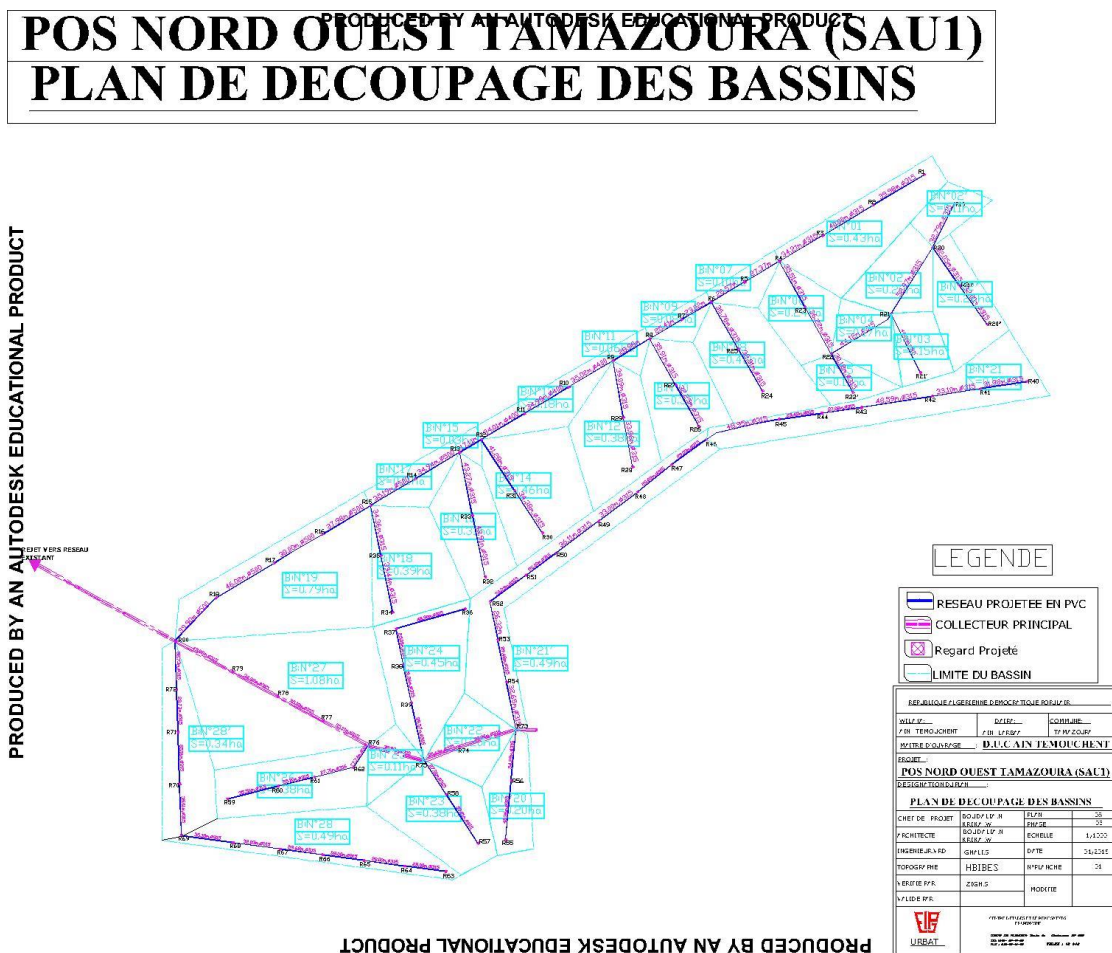


Figure III.1 : Plan de découpage en sous bassins versants de la zone Tamazoura

### III.4 Choix du système d'assainissement

Le réseau d'assainissement futur du POS est du type unitaire, constitué de collecteur en béton de diamètre allant de Ø 300mm à Ø 1400mm, donc le calcul des différents tronçons se fait à la base des débits des eaux usées et pluviales.

### III.5 Calcul des besoins en eau

#### III.5.1 Calcul du nombre d'habitants

En admettant un taux d'occupation par logement égale à 05.

- Habitat projeté : 350 logs : 1750 habitants
- Le nombre d'habitant projeté est de  $H = 1750$  habitants [28].

#### III.5.2 Evaluation des besoins

##### III.5.2.1 Consommation journalière moyenne

Le débit moyen est donné par la formule :

$$Q_{m1} = \frac{d.N}{86400} \text{ En (l/s) } \dots\dots\dots(\text{III.1})$$

Avec : N : nombre d'habitant futur égal à 1750 habitants.

d : dotation hydrique prise égale à 200 l/j/hab.

$$Q_{m1}=4.05 \text{ l/s}$$

##### III.5.2.2 Besoins en eau des équipements projetés

###### ➤ Education

-Ecole primaire  $Q_m=0.5 \text{ l/s}$

-crèche  $Q_m=0.5 \text{ l/s}$  [27].

Soit un total de  $Q_{m1}=1.0 \text{ l/s}$

###### ➤ Santé

Polyclinique  $Q_{m2}=0,6 \text{ l/s}$  [27].

###### ➤ Jeunesse et sport

Terrain combine  $Q_{m3}=0,3 \text{ l/s}$  [27].

###### ➤ Culture

Mosquées  $Q_{m4}=0,5 \text{ l/s}$  [27].

➤ **Administration**

-équipement administratif :  $Q_m=0,1$  l/s

-Équipement commercial :  $Q_{m'}=0,1$  l/s

-agence postale :  $Q_{m''}=0,1$  l/s [27].

Soit un total de  $Q_{m5}=0,3$  l/s

➤ **Espace vert**

-espace vert  $Q_m=0,025$  l/s

-placette  $Q_{m'}=0.025$  l/s [27].

Soit un total de  $Q_{m5}=0,05$  l/s

$$Q_{m2} = Q_{m1}+Q_{m2}+Q_{m3}+Q_{m4}+Q_{m5}=2,725 \text{ (l/s)}$$

### III.5.3 Débit total

$$Q_t = Q_{m1} + Q_{m2} = 4.05 + 2.725 = 6.77 \text{ l/s [27].}$$

$$Q_t = 6.77 \text{ (l/s)}$$

### III.5.4 Débit point, débit fuit, Débit de consommation, débit spécifique

➤ **Débit de pointe**

$$Q_p = K_p \times Q_t \dots \dots \dots \text{(III.2) [28]}$$

$$K_p = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{Q_m \left(\frac{l}{s}\right)}} = 1.5 + \frac{2.5}{\sqrt{6.77}} = 2.46$$

$$Q_p = 2.46 \times 6.8 = 16,67 \text{ (l/s)}$$

$$Q_p = 16.67 \text{ (l/s)}$$

➤ **Débit de fuite**

Est estimé à 20 % du débit de pointe

$$Q_f = 20\% \times Q_p = 20\% \times 16.67 = 3.334 \text{ (l/s)}$$

$$Q_f = 3.334 \text{ (l/s)}$$

➤ **Débit de consommation moyen est de**

$$Q = Q_p + Q_f = 16.67 + 3.334$$

$$Q = 20.005 \text{ (l/s)}$$

➤ **Calcul du débit spécifique**

\* la longueur du réseau est de : 2838,22m

\* le débit spécifique par mètre linéaire est de :

$$Q_{sp} = \frac{Q}{L_{total}} \dots \dots \dots (III.2) [28]$$

$$Q_{sp} = \frac{20.005}{2838.22} = 0.0070 \text{ l/s/m}$$

$$Q_{sp} = 0,0070 \text{ l/s/m}$$

### III.6 Evaluation des débits du réseau d'assainissement

#### III.6.1 Débits des eaux usées

La quantité d'eau à évacuer est en fonction de la consommation en eau potable des habitants, on estime que 80 % de ces eaux seront rejetées.

$$Q_{eu} = Q_t - Q_f \times 20\%$$

$$Q_{eu} = 6.77 - 3.334 \times 20\% = 6.109 \text{ l/s}$$

$$Q_{eu} = 6,109 \text{ l/s}$$

➤ **Le débit spécifique**

$$Q_{sp} = \frac{Q_{eu}}{Surface} \text{ En (l/s/ha)} \dots \dots \dots (III.4)$$

$$Q_{sp} = 0.763 \text{ l/s/ha}$$

➤ **Le débit unitaire**

$$Q_{unitaire} = \frac{Q_{eu}}{L_t} \text{ en (l/s/m)} \dots \dots \dots (III.5)$$

Lt : la longueur totale des tronçons Lt=2951,81m

$$Q_{unitaire} = 0.002 \text{ L/s/m}$$

➤ **Le débit point**

$$Q_p = C_p \times Q_{meu} \text{ en l/s} \dots \dots \dots (III.6)$$

$$C_p = 1,5 + \frac{2,5}{\sqrt{Q_m(\frac{l}{s})}} \text{ Si on trouve } C_p < 4 \text{ donc on prend la valeur de } C_p \text{ qui a été calculé (III.7)}$$

Si Cp calculé supérieure à 4 (Cp>4) donc on prend Cp=4.

➤ **Débit point finale**

$$Q_{pf} = \frac{Q_e + Q_s}{2} \text{ en l/s} \dots \dots \dots (III.8)$$

Le tableau III.1 donne les résultats du calcul des eaux usées.

Tableau III.1 : résultat du calculs du débit d'eau usée

Bassin versant	les troncon	L(m)	Q <sub>unit</sub> (l/s/m)	Q <sub>r<sub>oute</sub></sub> (l/s)	Q <sub>m Entré</sub> (l/s)	Q <sub>mSortie</sub> (l/s)	racine Q <sub>entré</sub>	Racine Q <sub>sortie</sub>	Cp(Q <sub>Etré</sub> )	Cp (Q <sub>Sortie</sub> )	Q <sub>p entré</sub>	Q <sub>p sortant</sub>	Q <sub>Pf</sub> (l/s)
BV1	1-2	39,98	0,002	0,086	0,000	0,086	0,00	0,29	0	4,00	0,00	0,34	0,17
	2-3	40,00		0,086	0,086	0,172	0,29	0,41	4,00	4,00	0,34	0,69	0,52
	3-4	34,21		0,074	0,172	0,246	0,41	0,50	4,00	4,00	0,69	0,98	0,84
BV2'	19-20	32,79		0,071	0,000	0,071	0,00	0,27	0	4,00	0,00	0,28	0,14
BV2''	20'-20	32,05		0,069	0,069	0,138	0,26	0,37	4,00	4,00	0,28	0,55	0,41
	20''-20'	32		0,069	0,000	0,069	0,00	0,26	0	4,00	0,00	0,28	0,14
BV2	20-21	52,97		0,114	0,208	0,322	0,46	0,57	4,00	4,00	0,83	1,29	1,06
BV3	21'-21	44,65		0,096	0,000	0,096	0,00	0,31	0	4,00	0,00	0,38	0,19
BV4	21-22	44,12		0,095	0,419	0,514	0,65	0,72	4,00	4,00	1,67	2,05	1,86
BV5	22'-22	30,18		0,065	0,000	0,065	0,00	0,25	0	4,00	0,00	0,26	0,13
BV6	22-23	36,22		0,078	0,578	0,656	0,76	0,81	4,00	4,00	2,31	2,63	2,47
	23-4	35,51		0,076	0,656	0,733	0,81	0,86	4,00	4,00	2,63	2,93	2,78
BV7	4-5	27,37		0,059	0,979	1,038	0,99	1,02	4,03	3,95	3,94	4,10	4,02
	5-6	26,57		0,057	1,038	1,095	1,02	1,05	3,95	3,89	4,10	4,26	4,18
BV8	24-25	36,78	0,079	0,000	0,079	0,00	0,28	0	4,00	0,00	0,32	0,16	
	25-6	32,81	0,071	0,079	0,150	0,28	0,39	4,00	4,00	0,32	0,60	0,46	
BV9	6-7	23,02	0,050	1,245	1,294	1,12	1,14	4,00	4,00	4,98	5,18	5,08	
	7-8	25,41	0,055	1,294	1,349	1,14	1,16	4,00	4,00	5,18	5,40	5,29	

Bassin versant	les troncon	L(m)	$Q_{route}$ (l/s)	$Q_m$ Entré (l/s)	$Q_{mSortie}$ (l/s)	racine $Q_{entré}$	Racine $Q_{sortie}$	$C_p(Q_{Etré})$	$C_p(Q_{Sortie})$	$Q_p$ entré	$Q_p$ sortant	$Q_{Pf}$ (l/s)
BV10	26-27	32,25	0,069	0,000	0,069	0,00	0,26	0	4,00	0,00	0,28	0,14
	27-8	35,91	0,077	0,069	0,147	0,26	0,38	4,00	4,00	0,28	0,59	0,43
BV11	8-9	28,98	0,062	1,496	1,558	1,22	1,25	4,00	4,00	5,98	6,23	6,11
BV12	28-29	33,86	0,073	0,000	0,073	0,00	0,27	0	4,00	0,00	0,29	0,15
	29-9	39,09	0,084	0,073	0,157	0,27	0,40	4,00	4,00	0,29	0,63	0,46
BV13	9-10	35,02	0,075	1,715	1,790	1,31	1,34	4,00	4,00	6,86	7,16	7,01
	10-11	34,98	0,075	1,790	1,866	1,34	1,37	4,00	4,00	7,16	7,46	7,31
	11-12	34,01	0,073	1,866	1,939	1,37	1,39	4,00	4,00	7,46	7,76	7,61
BV14	30-31	34,38	0,074	0,000	0,074	0,00	0,27	0	4,00	0,00	0,30	0,15
	31-12	41,28	0,089	0,074	0,163	0,27	0,40	4,00	4,00	0,30	0,65	0,47
BV15	12-13	17,11	0,037	2,102	2,138	1,45	1,46	4,00	4,00	8,41	8,55	8,48
BV16	32-33	42,91	0,092	0,000	0,092	0,00	0,30	0	4,00	0,00	0,37	0,18
	33-13	43,27	0,093	0,092	0,185	0,30	0,43	4,00	4,00	0,37	0,74	0,56
BV17	13-14	34,94	0,075	2,324	2,399	1,52	1,55	3,14	3,11	7,30	7,47	7,38
	14-15	35,19	0,076	2,399	2,475	1,55	1,57	3,11	3,09	7,47	7,65	7,56
BV18	34-35	39,44	0,085	0,000	0,085	0,00	0,29	0	4,00	0,00	0,34	0,17
	35-15	34,36	0,074	0,085	0,159	0,29	0,40	4,00	4,00	0,34	0,64	0,49
BV19	15-16	37,98	0,082	2,634	2,716	1,62	1,65	4,00	4,00	10,54	10,86	10,70
	16-17	38	0,082	2,716	2,797	1,65	1,67	4,00	4,00	10,86	11,19	11,03

	17-18	46,02		0,099	2,797	2,896	1,67	1,70	4,00	4,00	11,19	11,59	11,39
	18-80	39,9		0,086	2,896	2,982	1,70	1,73	4,00	4,00	11,59	11,93	11,76
<b>Bassin versant</b>	<b>les troncon</b>	<b>L(m)</b>		<b>Q<sub>r</sub>oute (l/s)</b>	<b>Q<sub>m</sub> Entré (l/s)</b>	<b>Q<sub>m</sub>Sortie (l/s)</b>	<b>racine Q<sub>entré</sub></b>	<b>Racine Q<sub>sortie</sub></b>	<b>Cp(Q<sub>E</sub>tré)</b>	<b>Cp (Q<sub>S</sub>ortie)</b>	<b>Q<sub>p</sub> entré</b>	<b>Q<sub>p</sub> sortant</b>	<b>Q<sub>Pf</sub> (l/s)</b>
<b>BV20</b>	55-56	40,36		0,087	0,000	0,087	0,00	0,29	0	4,00	0,00	0,35	0,17
	56-73	34,29		0,074	0,087	0,161	0,29	0,40	4,00	4,00	0,35	0,64	0,50
<b>BV21</b>	40-41	31,98		0,069	0,000	0,069	0,00	0,26	0	4,00	0,00	0,28	0,14
	41-42	33,1		0,071	0,069	0,140	0,26	0,37	4,00	4,00	0,28	0,56	0,42
	42-43	48,59		0,105	0,140	0,245	0,37	0,49	4,00	4,00	0,56	0,98	0,77
	43-44	27,02		0,058	0,245	0,303	0,49	0,55	4,00	4,00	0,98	1,21	1,09
	44-45	29,42		0,063	0,303	0,366	0,55	0,61	4,00	4,00	1,21	1,46	1,34
	45-46	48,95		0,105	0,366	0,472	0,61	0,69	4,00	4,00	1,46	1,89	1,68
<b>BV21'</b>	46-47	29		0,062	0,472	0,534	0,69	0,73	4,00	4,00	1,89	2,14	2,01
	47-48	29,65		0,064	0,534	0,598	0,73	0,77	4,00	4,00	2,14	2,39	2,26
	48-49	33		0,071	0,598	0,669	0,77	0,82	4,00	4,00	2,39	2,68	2,53
	49-50	36,11		0,078	0,669	0,747	0,82	0,86	4,00	4,00	2,68	2,99	2,83
	50-51	25		0,054	0,747	0,800	0,86	0,89	4,00	4,00	2,99	3,20	3,09
	51-52	30,23		0,065	0,800	0,865	0,89	0,93	4,00	4,00	3,20	3,46	3,33
	52-53	26,32		0,057	0,865	0,922	0,93	0,96	4,00	4,00	3,46	3,69	3,57
	53-54	29,42		0,063	0,922	0,985	0,96	0,99	4,00	4,00	3,69	3,94	3,81
	54-73	32,65		0,070	0,985	1,056	0,99	1,03	4,00	3,93	3,94	4,15	4,05

Bassin versant	les troncon	L(m)	$Q_{route}$ (l/s)	$Q_m$ Entré (l/s)	$Q_{mSortie}$ (l/s)	racine $Q_{entré}$	Racine $Q_{sortie}$	$C_p(Q_{Etré})$	$C_p(Q_{Sortie})$	$Q_p$ entré	$Q_p$ sortant	$Q_{Pf}$ (l/s)
BV22	73-74	39,96	0,086	1,216	1,302	1,10	1,14	3,77	3,69	4,58	4,81	4,69
	74-75	25,63	0,055	1,302	1,357	1,14	1,17	3,69	3,65	4,81	4,95	4,88
BV23	57-58	39,21	0,084	0,000	0,084	0,00	0,29	0	4,00	0,00	0,34	0,17
	58-75	27,91	0,060	0,084	0,144	0,29	0,38	4,00	4,00	0,34	0,58	0,46
BV24	36-37	48,9	0,105	0,000	0,105	0,00	0,32	0	4,00	0,00	0,42	0,21
	37-38	25	0,054	0,105	0,159	0,32	0,40	4,00	4,00	0,42	0,64	0,53
	38-39	26,36	0,057	0,159	0,216	0,40	0,46	4,00	4,00	0,64	0,86	0,75
	39-75	39,57	0,085	0,216	0,301	0,46	0,55	4,00	4,00	0,86	1,20	1,03
BV25	75-76	38,89	0,084	1,803	1,887	1,34	1,37	4,00	4,00	7,21	7,55	7,38
BV26	59-60	35,56	0,077	0,000	0,077	0,00	0,28	0	4,00	0,00	0,31	0,15
	60-61	25	0,054	0,077	0,130	0,28	0,36	4,00	4,00	0,31	0,52	0,41
	61-62	27,71	0,060	0,130	0,190	0,36	0,44	4,00	4,00	0,52	0,76	0,64
	62-76	17,74	0,038	0,190	0,228	0,44	0,48	4,00	4,00	0,76	0,91	0,84
BV27	76-77	35,01	0,075	2,115	2,190	1,45	1,48	4,00	4,00	8,46	8,76	8,61
	77-78	35	0,075	2,190	2,266	1,48	1,51	4,00	4,00	8,76	9,06	8,91
	78-79	43,92	0,095	2,266	2,360	1,51	1,54	4,00	4,00	9,06	9,44	9,25
	79-80	43,93	0,095	2,360	2,455	1,54	1,57	4,00	4,00	9,44	9,82	9,63
BV28	63-64	28	0,060	0,000	0,060	0,00	0,25	0	4,00	0,00	0,24	0,12
	64-65	28	0,060	0,060	0,121	0,25	0,35	4,00	4,00	0,24	0,48	0,36

	65-66	28		0,060	0,121	0,181	0,35	0,43	4,00	4,00	0,48	0,72	0,60
	66-67	29,62		0,064	0,181	0,245	0,43	0,49	4,00	4,00	0,72	0,98	0,85
	67-68	32,03		0,069	0,245	0,314	0,49	0,56	4,00	4,00	0,98	1,25	1,12
	68-69	35,18		0,076	0,314	0,389	0,56	0,62	4,00	4,00	1,25	1,56	1,41
<b>Bassin versant</b>	<b>les troncon</b>	<b>L(m)</b>		<b>Q<sub>r</sub>oute (l/s)</b>	<b>Q<sub>m</sub> Entré (l/s)</b>	<b>Q<sub>m</sub>Sortie (l/s)</b>	<b>racine Q<sub>entré</sub></b>	<b>Racine Q<sub>sortie</sub></b>	<b>Cp(Q<sub>E</sub>tré)</b>	<b>Cp (Q<sub>S</sub>ortie)</b>	<b>Q<sub>p</sub> entré</b>	<b>Q<sub>p</sub> sortant</b>	<b>Q<sub>Pf</sub> (l/s)</b>
<b>BV28'</b>	69-70	35,01		0,075	0,389	0,465	0,62	0,68	4,00	4,00	1,56	1,86	1,71
	70-71	35,01		0,075	0,465	0,540	0,68	0,73	4,00	4,00	1,86	2,16	2,01
	71-72	28,73		0,062	0,540	0,602	0,73	0,78	4,00	4,00	2,16	2,41	2,28
	72-80	32,73		0,070	0,602	0,672	0,78	0,82	4,00	4,00	2,41	2,69	2,55
	80-rejet	113,59		0,244	6,109	6,354	2,47	2,52	2,51	2,49	15,34	15,83	15,59

## III.7 Calcul des débits des eaux pluviales

### III.7.1 Généralités

La détermination du volume des eaux de pluie s'effectue en tenant compte des :

- Caractéristiques de la pluie (intensité, durée des averses),
- Caractéristiques de la surface du bassin versant (nature, degré de perméabilité, pente et aménagement),
- Lois hydrauliques relatives aux écoulements à surface libre.

### III.7.2 Méthode Utilisée

La méthode la plus appropriée en ce qui concerne les bassins versants urbains et qui permet la détermination des débits spécifiques s'effectue par méthode dite rationnelle qu'on exprime en général de la façon suivante :

$$Q_p = 0.167 \times S \times i \times C_r \quad \text{En (m}^3/\text{s)} \dots\dots\dots \text{(III.9) [20]}$$

- $C_r$  : coefficient de ruissellement
- $i$  : intensité moyenne des précipitations
- $S$  : la surface en hectare

### III.7.3 Calculs concernant le bassin versant

- $L_{\text{hyd}}$  : la longueur la plus long sur le bassin versant
- Cotes TN amont : côte de terrain naturel amont (m).
- Cotes TN aval : côte de terrain naturel aval (m)
- La pente :  $I = \frac{\text{la cote amont} - \text{la cote avale}}{\text{longueur}}$
- $S$  : la surface du bassin versant en hectare
- $T_c$  : le temps de concentration  $T_c = 0.0195 \times L^{0.77} \times I^{-0.385}$

Le tableau III.2 résume les résultats du calculs du bassin versant.

**Tableau III.2 : Résultats du calculs du bassin versant**

<b>BV</b>	<b>L<sub>hyd</sub></b>	<b>Cote amont</b>	<b>Cote aval</b>	<b>Pente</b>	<b>S (ha)</b>	<b>Tc (min)</b>
<b>BV1</b>	126,69	299,25	297,88	0,0108138	0,43	4,63515852
<b>BV2''</b>	84,74	300,03	299,38	0,00767052	0,2200	3,8815496
<b>BV2'</b>	44,88	299,26	299,17	0,00200535	0,11	3,98815735
<b>BV2</b>	61,97	299,56	299,38	0,00290463	0,26	4,43327146
<b>BV3</b>	56,84	300,03	299,2	0,01460239	0,15	2,22748606
<b>BV4</b>	46,59	299,7	299,18	0,01116119	0,17	2,11958777
<b>BV5</b>	48,47	299,91	299,18	0,01506086	0,11	1,94704795
<b>BV6</b>	71,15	298,66	297,88	0,01096275	0,24	2,95692428
<b>BV7</b>	53,94	297,88	297,32	0,01038191	0,7	2,43971648
<b>BV8</b>	105,08	298,9	297,32	0,01503616	0,45	3,53514561
<b>BV9</b>	48,43	297,32	296,93	0,00805286	0,08	2,47617851
<b>BV10</b>	83,94	297,9	296,93	0,01155587	0,32	3,29087698
<b>BV11</b>	29,98	296,93	296,68	0,00833889	0,06	1,68876119
<b>BV12</b>	101,22	297,9	296,68	0,01205295	0,38	3,73997493
<b>BV13</b>	104,01	296,93	295,72	0,0116335	0,18	3,87154205
<b>BV14</b>	90,12	297	295,72	0,01420328	0,46	3,21053375
<b>BV15</b>	17,11	295,72	295,56	0,00935126	0,03	1,04918526
<b>BV16</b>	98,43	296,6	295,56	0,01056588	0,31	3,85069411
<b>BV17</b>	70,13	295,56	295,21	0,00499073	0,11	3,95901683
<b>BV18</b>	91,46	295,56	295,21	0,00382681	0,39	5,38010123
<b>BV19</b>	161,6	295,21	292,12	0,01912129	0,79	4,48900784
<b>BV20</b>	85,56	297,29	295,54	0,02045348	0,2	2,68063515
<b>BV21</b>	234,1	350,5	298,08	0,2239214	0,52	2,31572451
<b>BV21'</b>	271,38	298,08	295,54	0,00935957	0,49	8,80959683
<b>BV22</b>	65,59	295,54	294,43	0,01692331	0,2	2,34980989
<b>BV23</b>	256,59	297,6	294,43	0,01235434	0,38	7,58226013
<b>BV24</b>	113,09	296,4	294,43	0,01741975	0,45	3,53484252
<b>BV25</b>	38,89	294,43	293,65	0,02005657	0,11	1,47177362
<b>BV26</b>	113,48	297,49	293,65	0,03383856	0,38	2,74472547
<b>BV27</b>	157,86	293,65	292,71	0,00595464	1,08	6,90851431
<b>BV28</b>	191,89	297,73	294,45	0,01709313	0,49	5,34993663
<b>BV28'</b>	131,48	297,73	292,71	0,03818071	0,34	2,93458456
<b>80-rejet</b>	113,59	292,71	290,04	0,02350559		3,16042574

### III.7.4 les calculs concernant le réseau

#### a) Coefficient de Ruissellement

Ce coefficient est fonction de la nature du terrain (degré d'imperméabilité).

Pour déterminer ce coefficient d'une manière rapprochée à la réalité, on doit tenir compte des facteurs suivants :

- ✓ La nature de la surface du terrain
- ✓ La pente moyenne de ce terrain
- ✓ L'intensité de la pluie
- ✓ Le pourcentage d'emmagasinage de l'eau dans le terrain.

Il est déterminé en évaluant les fractions occupées par divers types de surfaces à l'aide de l'équation suivante :

$$C = \frac{\sum_{i=1}^n A_i \cdot C_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \dots \dots \dots (III. 10)$$

- $A_i$  : surface de caractéristique  $i$
- $C_i$  : coefficient de ruissellement relatif à la surface  $A_i$

Pour le présent projet, on considère que le coefficient de ruissellement est une constante :

$$C = 0,7$$

#### b) Intensité des Pluies

##### • Temps de concentration :

C'est une caractéristique d'un bassin, définie comme étant le temps mis par la pluie tombée au point le plus éloigné en durée de l'écoulement, pour atteindre l'entrée du collecteur qui doit évacuer l'apport de l'aire considérée :

- Pour B.V sans réseaux : estimée par la Formule KIRPICH

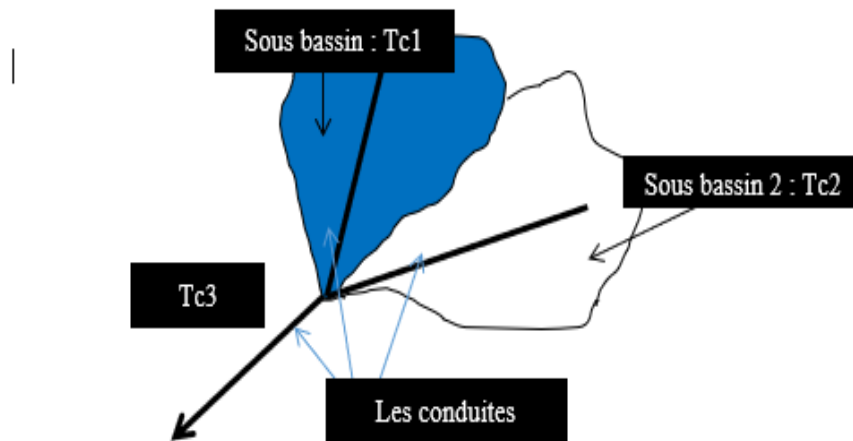
$$Tc1 = 0.0195 \times L^{0.77} \times I^{-0.385} \dots \dots \dots (III.11) [20].$$

- Pour B.V avec réseaux :  $Tc = Tc1 + Tc2 \dots \dots \dots (III.12)$

$Tc1$ , : le temps mis par l'eau ruisselant des toits, aires, ....., pour atteindre la bouche D'égout la plus proche.

$Tc2$  : temps de parcours dans la conduite

La figure III.2 ci-après mention Le temps de concentration du bassin.



**Figure III.2 :** Temps de concentration du bassin

- $L$  : la longueur de conduite entre deux regards (m)
- $I$  : la pente de projet  $I = \frac{\text{la cote amont} - \text{la cote avale}}{\text{longueur}}$  en %.....(III.13)
- A partir de l'IDF ajusté à la loi de MONTANA on peut calculer l'intensité :

$$i = a \times T_c^{-b} \dots \dots \dots \text{(III.14)}$$

$a$  et  $b$  sont des paramètres cylindriques de la région par autre façon ( $a, b$ ) sont des coefficients d'intensité. Et  $T_c$  le temps de concentration du bassin versant considéré.

Sachant que  $a=4$   $b=0,5$  pour le nord algérien qui correspond à IDF d'une période de retour de 10ans

Le tableau III.3 ci-dessous illustre les résultats des calculs d'eau pluviale.

- **Diamètre normalisé**

Tant que notre système est unitaire, voici les calculs nécessaires pour déterminer les diamètres appropriés des conduites pour le débit d'eau usée et l'eau pluviale, en gardant à l'esprit que pour le béton, le diamètre minimum est de 300 mm et le diamètre maximum est de 1400 mm.

- $D_{nrm}$  : le diamètre normalisé
- $D_{cal}$  : diamètre calculé

$$D_{cal} = \left( \frac{n \times Q_{tot}}{0,3117 \times \sqrt{I}} \right)^{3/8} \dots \dots \dots \text{(III.15) [20].}$$

- $n$  : coefficient de Manning caractérisant le matériau de la conduite  $n=0.013$
- $Q_{tot}$  : débit moyen Journalier ( $m^3 /s$ ).
- $I$  : La pente de la conduite.

Le tableau III.4 donne les résultats du calcul des diamètres normalisés des différents tronçons de notre réseau.

**Tableau III.3 : Résultats des calculs d'eau pluviale**

Trc	BV	Tc (min)	S (ha)	S Cum	Ltrc	Cote amont	Cote aval	i	Tc	Cr	Q <sub>p</sub> Pluvial (m <sup>3</sup> /s)
1-4	BV1	4,63	0,43	0,43	114,19	299,04	297,99	0,0091	4,63	0,7	0,093
20''-20	BV2''	4,43	0,26	0,26	64,05	300,28	299,38	0,0140	3,88	0,7	0,062
19-20	BV2'	3,98	0,11	0,11	32,79	299,48	299,38	0,0030	3,98	0,7	0,026
20-21	BV2	3,88	0,22	0,59	52,97	299,38	299,2	0,0033	4,54	0,7	0,129
21'-21	BV3	2,22	0,15	0,15	44,65	299,62	299,2	0,0094	2,22	0,7	0,047
21-22	BV4	2,11	0,17	0,91	44,12	299,2	298,7	0,0113	5,00	0,7	0,190
22'-22	BV5	1,94	0,11	0,11	30,18	298,89	298,7	0,0062	1,94	0,7	0,037
22-4	BV6	2,95	0,24	1,26	71,73	298,7	297,99	0,0098	2,95	0,7	0,343
4-6	BV7	2,43	0,7	2,39	53,94	297,99	297,65	0,0063	5,58	0,7	0,473
24-6	BV8	3,53	0,45	0,45	69,59	298,49	297,65	0,0120	3,53	0,7	0,112
6-8	BV9	2,47	0,08	2,92	48,43	297,65	297,4	0,0051	4,03	0,7	0,680
26-8	BV10	3,29	0,32	0,32	68,16	297,88	297,4	0,0070	3,29	0,7	0,082
8-9	BV11	1,68	0,06	3,3	28,98	297,4	297,3	0,0034	3,93	0,7	0,778
28-9	BV12	3,73	0,38	0,38	72,95	297,5	297,3	0,0027	3,73	0,7	0,092
9-12	BV13	3,87	0,18	3,86	104,01	297,3	296,9	0,0038	4,67	0,7	0,835
30-12	BV14	3,21	0,46	0,46	75,66	297,5	296,9	0,0079	3,21	0,7	0,120
12-13	BV15	1,04	0,03	4,35	17,11	296,9	296,83	0,0040	4,53	0,7	0,955
32-13	BV16	3,85	0,31	0,31	86,18	297,5	296,83	0,0077	3,85	0,7	0,074
13-15	BV17	3,95	0,11	4,77	70,13	296,83	296,5	0,0047	4,63	0,7	1,036
34-15	BV18	5,38	0,39	0,39	73,8	296,9	296,5	0,0054	5,38	0,7	0,079
15-80	BV19	4,48	0,79	5,95	161,9	296,5	296,4	0,0006	6,14	0,7	1,122
55-73	BV20	2,68	0,2	0,2	74,65	300	298,9	0,0147	2,68	0,7	0,057
40-46	BV21	2,31	0,52	0,52	219,06	302	299,8	0,0100	2,31	0,7	0,160
46-73	BV21'	8,80	0,49	1,01	271,38	299,8	298,9	0,0033	8,80	0,7	0,159
73-75	BV22	2,34	0,2	1,41	65,59	298,9	298	0,0106	11,51	0,7	0,194
57-75	BV23	7,58	0,38	0,38	67,12	299	0	0,0119	7,58	0,7	0,065
36-75	BV24	3,53	0,45	0,45	300	302	0	0,0126	3,53	0,7	0,112
75-76	BV25	1,47	0,11	2,35	38,89	0	297,9	0,0128	8,12	0,7	0,386
59-76	BV26	2,74	0,38	0,38	106,01	299	297,9	0,0103	2,74	0,7	0,107
76-80	BV27	6,90	1,08	3,81	157,86	297,9	296,4	0,0095	6,90	0,	0,678
63-69	BV28	5,34	0,49	0,49	180,83	297,73	297,45	0,0015	5,34	0,7	0,099
69-80	BV28'	2,93	0,34	0,83	131,48	297,45	296,4	0,0079	8,15	0,7	0,136
80-rejet	/	3,16		10,59	113,59	296,4	296,2	0,0017	11,98	0,7	2,785

Tableau III.4 : Diamètres des conduites

Tronçons	$Q_{\text{pluvial}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{pEu}} \text{ (m}^3/\text{s)}$	$Q_{\text{tot(m)}}$	$D_{\text{cal(m)}}$	$D_{\text{nrml(m)}}$
1-4	0,0934	0,0015	0,095	0,301	0,3
20''-20	0,0617	0,0006	0,062	0,239	0,3
19-20	0,0258	0,0001	0,026	0,229	0,3
20-21	0,1294	0,0011	0,130	0,411	0,45
21'-21	0,0470	0,0002	0,047	0,232	0,3
21-22	0,1902	0,0019	0,192	0,379	0,4
22'-22	0,0369	0,0001	0,037	0,228	0,3
22-4	0,3426	0,0052	0,348	0,486	0,5
4-6	0,4730	0,0082	0,481	0,597	0,6
24-6	0,1119	0,0006	0,113	0,300	0,3
6-8	0,6795	0,0104	0,690	0,710	0,7
26-8	0,0825	0,0006	0,083	0,300	0,3
8-9	0,7778	0,0061	0,784	0,800	0,8
28-9	0,0919	0,0006	0,092	0,376	0,4
9-12	0,8352	0,0219	0,857	0,813	0,9
30-12	0,1200	0,0006	0,121	0,340	0,4
12-13	0,9549	0,0085	0,963	0,840	0,9
32-13	0,0739	0,0007	0,075	0,285	0,3
13-15	1,0357	0,0149	1,051	0,845	0,9
34-15	0,0786	0,0007	0,079	0,312	0,4
15-80	1,1222	0,0449	1,167	1,287	1,3
55-73	0,0571	0,0007	0,058	0,230	0,3
40-46	0,1598	0,0054	0,165	0,366	0,4
46-73	0,1591	0,0275	0,187	0,472	0,5
73-75	0,1943	0,0096	0,204	0,392	0,4
57-75	0,0645	0,0006	0,065	0,250	0,3
36-75	0,1119	0,0025	0,114	0,306	0,3
75-76	0,3856	0,0074	0,393	0,484	0,5
59-76	0,1073	0,0020	0,109	0,302	0,3
76-80	0,6778	0,0364	0,714	0,620	0,7
63-69	0,0991	0,0045	0,104	0,437	0,45
69-80	0,1359	0,0085	0,144	0,364	0,4
80-rejet	2,7855	0,0156	2,801	1,401	1,4

### III.8 Conditions d'écoulement et de dimensionnement

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

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

L'écoulement qui satisfait les conditions suivantes :

- Une vitesse minimale de 0,6 m/s pour le (1/10) du débit de pleine section.
- Une vitesse de 0,3 m/s pour le (1/100) de ce même débit
- Si ces vitesses ne sont pas respectées, il faut prévoir des chasses automatiques ou des curages périodiques.

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

Donc, il est déconseillé de dépasser des vitesses de l'ordre de 3 à 4 m/s [1].

#### III.8.1 Formules de calcul

- Le débit à pleine section est donné donc par la relation :

$$Q_{ps} = \frac{0.03117}{n} \times D_{nrml}^{8/3} \times \sqrt{I} \dots \dots \dots (III.16)$$

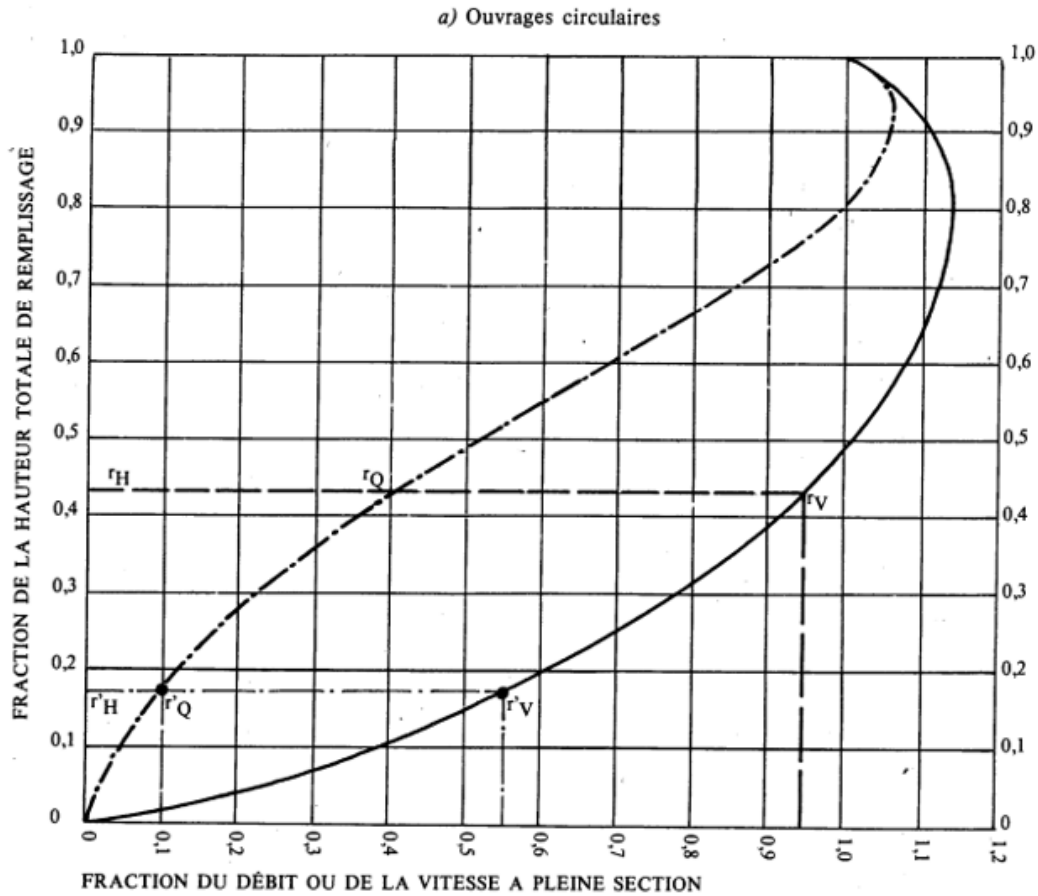
- La vitesse à pleine section :  $V_{ps} = \frac{4 \times Q_{ps}}{\pi \times D_{nrml}^2} \dots \dots \dots (III.17)$

Le calcul de la vitesse de l'écoulement dans les conduites pour le débit de pointe total  $Q_{tot}$  a pour objet de vérifier que la vitesse soit supérieure à 0,6m/s afin d'éviter les dépôts dans les conduites. Le calcul de la vitesse  $V$ (m/s) est déterminé par la méthode graphique (graphe de Manning). Pour déterminer la vitesse  $V$ (m/s), on calcule le rapport du débit :

$$R_q = \frac{Q_{tot}}{Q_{ps}} \dots \dots \dots (III.9)$$

A partir duquel le rapport des vitesses et rapport de remplissage sont déterminés grâce au nomogramme relatif au conduit circulaire de la figure III.3 qui suit :

VARIATIONS DES DÉBITS ET DES VITESSES EN FONCTION DU REMPLISSAGE



**Figure III.3 :** Variation des débits et des vitesses en fonction du remplissage

➤ Ensuite on calcule les vitesses et les hauteurs de remplissages :

$$V = V_{ps} \times R_v \text{ en (m/s) .....(III.18)}$$

$$H = D_{nrm} \times R_h \text{ .....(III.19)}$$

- Q<sub>tot</sub> : débit totale (eau pluviale + eau usée) en (m<sup>3</sup>/s)
- R<sub>q</sub> : rapport des débits.
- R<sub>v</sub> : rapport des vitesses.
- R<sub>h</sub> : rapport des hauteurs.
- H: Hauteur de remplissage (m).
- Q<sub>ps</sub> : Débit de pleine section (m<sup>3</sup>/s).
- V<sub>ps</sub> : Vitesse à pleine section (m/s).
- D : Diamètre normalisé de la conduite (m)

➤ La vérification de la vitesse d'auto-curage lorsque pour chaque tronçon la condition suivante est vérifiée :

- $V > 0.60 \text{ m/s}$  pour  $(Q_{ps} / 10)$  ou  $V > 0.30 \text{ m/s}$  pour  $(Q_{ps} / 100)$

Tableau III.5 : Dimensionnement de réseau

Tronçon	BV	Q <sub>tot</sub>	D <sub>cal</sub>	D <sub>nrml</sub>	Q <sub>ps</sub> (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>ps</sub> (m/s)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	V(m/s)	H(m)	T <sub>par</sub> (min)	T <sub>aval</sub>
1-4	BV1	0,095	0,301	0,3	0,13	1,89	0,70	1,06	0,63	2,01	0,19	0,94	5,58
20''-20	BV2''	0,062	0,239	0,3	0,16	2,34	0,37	0,92	0,41	2,16	0,12	0,49	4,37
19-20	BV2'	0,026	0,229	0,3	0,07	1,09	0,33	0,89	0,39	0,97	0,11	0,56	4,54
20-21	BV2	0,130	0,411	0,45	0,24	1,51	0,54	1,02	0,53	1,55	0,23	0,56	5,00
21'-21	BV3	0,047	0,232	0,3	0,13	1,91	0,34	0,90	0,40	1,73	0,12	0,43	2,65
21-22	BV4	0,192	0,379	0,4	0,32	2,55	0,60	1,04	0,56	2,66	0,22	0,27	2,39
22'-22	BV5	0,037	0,228	0,3	0,11	1,56	0,33	0,89	0,39	1,40	0,11	0,35	2,30
22-4	BV6	0,348	0,486	0,5	0,54	2,76	0,64	1,05	0,59	2,91	0,29	0,41	3,36
4-6	BV7	0,481	0,597	0,6	0,70	2,49	0,68	1,05	0,61	2,63	0,37	0,34	2,78
24-6	BV8	0,113	0,300	0,3	0,15	2,17	0,73	1,06	0,64	2,30	0,19	0,50	4,03
6-8	BV9	0,690	0,710	0,7	0,96	2,49	0,71	1,06	0,63	2,65	0,44	0,30	2,78
26-8	BV10	0,083	0,300	0,3	0,11	1,65	0,70	1,06	0,63	1,76	0,19	0,64	3,93
8-9	BV11	0,784	0,800	0,8	1,12	2,23	0,69	1,06	0,62	2,36	0,50	0,20	1,89
28-9	BV12	0,092	0,376	0,4	0,15	1,25	0,58	1,04	0,55	1,3	0,22	0,93	4,67
9-12	BV13	0,857	0,813	0,9	1,62	2,55	0,52	1,02	0,52	2,60	0,46	0,66	4,53
30-12	BV14	0,121	0,340	0,5	0,48	2,47	0,24	0,83	0,33	2,05	0,16	0,61	3,82
12-13	BV15	0,963	0,840	0,9	1,67	2,63	0,57	1,03	0,55	2,73	0,49	0,10	1,15
32-13	BV16	0,075	0,285	0,3	0,12	1,74	0,60	1,04	0,57	1,82	0,17	0,78	4,63
13-15	BV17	1,051	0,845	0,9	1,79	2,21	0,58	1,04	0,55	2,93	0,50	0,39	4,35

Tronçon	BV	Q <sub>tot</sub>	D <sub>cal</sub>	D <sub>nrml</sub>	Q <sub>ps</sub> (m <sup>3</sup> /s)	V <sub>ps</sub> (m/s)	R <sub>q</sub>	R <sub>v</sub>	R <sub>h</sub>	V(m/s)	H(m)	T <sub>par</sub> (min)	T <sub>aval</sub>
34-15	BV18	0,079	0,312	0,4	0,22	1,76	0,35	0,91	0,40	1,60	0,16	0,76	6,14
15-80	BV19	1,167	1,287	1,3	1,73	1,30	0,67	1,05	0,61	1,38	0,79	1,95	6,44
55-73	BV20	0,058	0,230	0,3	0,17	2,40	0,34	0,89	0,39	2,15	0,11	0,57	3,25
40-46	BV21	0,165	0,366	0,6	0,88	3,14	0,18	0,78	0,29	2,45	0,17	1,48	3,81
46-73	BV21'	0,187	0,472	0,5	0,31	1,01	0,59	1,04	0,56	1,67	0,28	2,70	1,51
73-75	BV22	0,204	0,392	0,4	0,31	2,47	0,65	1,05	0,60	2,73	0,24	0,41	2,76
57-75	BV23	0,065	0,250	0,3	0,15	2,15	0,42	0,96	0,45	2,73	0,13	0,53	8,12
36-75	BV24	0,114	0,306	0,3	0,15	2,22	0,72	1,06	0,64	2,73	0,19	2,11	5,64
75-76	BV25	0,393	0,484	0,5	1,00	3,56	0,39	0,93	0,42	2,73	0,25	2,11	1,47
59-76	BV26	0,109	0,302	0,3	0,14	2,01	0,76	1,06	0,67	2,14	0,20	0,82	3,56
76-80	BV27	0,714	0,620	0,7	1,30	3,39	0,50	1,00	0,50	2,73	0,35	2,11	7,61
63-69	BV28	0,104	0,437	0,45	0,16	1,01	0,63	1,05	0,59	1,07	0,26	2,80	8,15
69-80	BV28'	0,144	0,364	0,4	0,26	2,14	0,53	1,02	0,52	2,19	0,21	0,99	3,93
80-rejet	/	2,801	1,401	1,4	3,56	2,31	0,78	1,06	0,68	2,47	0,95	0,76	3,92

**III.8.2 Condition d'auto curage**

Pour  $Q_{ps}/10$ , on obtient  $r_v=0,55$  et  $r_h=0,17$

le tableau III.6 ci-dessous présent la vérification de la condition d'auto curage

**Tableau III.6 : Vérification la condition d'auto curage**

Trc	$Q_{tot}$	$D_{nrml}$	$Q_{tot}/10$	$Q_{ps}(m^3/s)$	$V_{ps}(m/s)$	$R_v$	$R_h$	$V(m/s)$	$H(m)$
1-4	0,095	0,3	0,0095	0,13	1,89	0,55	0,17	1,04	0,051
20''-20	0,062	0,3	0,0062	0,16	2,34	0,55	0,17	1,29	0,051
19-20	0,026	0,3	0,0026	0,07	1,09	0,55	0,17	0,60	0,051
20-21	0,13	0,45	0,013	0,24	1,51	0,55	0,17	0,83	0,076
21'-21	0,047	0,3	0,0047	0,13	1,91	0,55	0,17	1,05	0,051
21-22	0,192	0,4	0,0192	0,32	2,55	0,55	0,17	1,40	0,068
22'-22	0,037	0,3	0,0037	0,11	1,56	0,55	0,17	0,86	0,051
22-4	0,348	0,5	0,0348	0,54	2,76	0,55	0,17	1,52	0,085
4-6	0,481	0,6	0,0481	0,7	2,49	0,55	0,17	1,37	0,102
24-6	0,113	0,3	0,0113	0,15	2,17	0,55	0,17	1,19	0,051
6-8	0,69	0,7	0,069	0,96	2,49	0,55	0,17	1,37	0,119
26-8	0,083	0,3	0,0083	0,11	1,65	0,55	0,17	0,91	0,051
8-9	0,784	0,8	0,0784	1,12	2,23	0,55	0,17	1,23	0,136
28-9	0,092	0,4	0,0092	0,15	1,25	0,55	0,17	0,69	0,068
9-12	0,857	0,9	0,0857	1,62	2,55	0,55	0,17	1,40	0,153
30-12	0,121	0,5	0,0121	0,48	2,47	0,55	0,17	1,36	0,085
12-13	0,963	0,9	0,0963	1,67	2,63	0,55	0,17	1,45	0,153
32-13	0,075	0,3	0,0075	0,12	1,74	0,55	0,17	0,96	0,051
13-15	1,051	0,9	0,1051	1,79	2,21	0,55	0,17	1,22	0,153
34-15	0,079	0,4	0,0079	0,22	1,76	0,55	0,17	0,97	0,068
15-80	1,167	1,3	0,1167	1,73	1,3	0,55	0,17	0,72	0,221
55-73	0,058	0,3	0,0058	0,17	2,4	0,55	0,17	1,32	0,051
40-46	0,165	0,6	0,0165	0,88	3,14	0,55	0,17	1,73	0,102
46-73	0,187	0,5	0,0187	0,31	1,01	0,55	0,17	0,56	0,085
73-75	0,204	0,4	0,0204	0,31	2,47	0,55	0,17	1,36	0,068
57-75	0,065	0,3	0,0065	0,15	2,15	0,55	0,17	1,18	0,051
36-75	0,114	0,3	0,0114	0,15	2,22	0,55	0,17	1,22	0,051
75-76	0,393	0,5	0,0393	1	3,56	0,55	0,17	1,96	0,085
59-76	0,109	0,3	0,0109	0,14	2,01	0,55	0,17	1,11	0,051
76-80	0,714	0,7	0,0714	1,3	3,39	0,55	0,17	1,86	0,119
63-69	0,104	0,45	0,0104	0,16	1,01	0,55	0,17	0,56	0,0765
69-80	0,144	0,4	0,0144	0,26	2,14	0,55	0,17	1,18	0,068
80-rejet	2,801	1,4	0,2801	3,56	2,31	0,55	0,17	1,27	0,238

### **III.8.3 Interprétation**

Les résultats de nos calculs montrent que notre réseau d'assainissement de Tamazoura est conforme aux normes en vigueur en matière d'auto curage du fait que toutes les vitesses d'autocurage sont supérieures à 0,6 m/s (tableau III.6). Cela indique que les débits d'écoulement de notre réseau sont suffisants pour garantir une évacuation complète des eaux usées sans risque d'accumulation ou de stagnation dans les canalisations. Cette conformité est un indicateur important de la qualité de notre dimensionnement, qui permettra de garantir une performance hydraulique optimale de notre réseau d'assainissement pour répondre aux besoins de notre communauté de manière efficace et durable.

### **Conclusion**

En conclusion, le dimensionnement d'un réseau d'assainissement est une étape cruciale dans la gestion des eaux usées, permettant de garantir l'évacuation efficace et sans pollution des eaux de différentes origines. Dans le chapitre suivant, nous allons passer à l'étape de simulation du réseau d'assainissement, à travers l'utilisation des logiciels SewerCAD et SewerGEMS, pour évaluer la performance hydraulique et vérifier la conformité aux normes en vigueur.

**CHAPITRE IV**

**SIMULATION SUR LES**

**LOGICIEL SewerCAD ET**

**SewerGEMS**

## CHAPITRE IV

### Simulation sur les logiciels SewerCAD et SewerGEMS

Dans ce chapitre, nous présenterons les résultats de la simulation réalisée à l'aide des logiciels SewerCAD et SewerGEMS, en collaboration avec AutoCAD, pour le dimensionnement du réseau d'assainissement de Tamazoura. Nous comparerons ces résultats avec ceux obtenus à partir du dimensionnement manuel du réseau, en nous concentrant sur les eaux usées et les eaux pluviales. Cette comparaison nous permettra d'évaluer l'efficacité et la précision des logiciels dans la modélisation hydraulique du réseau d'assainissement, fournissant ainsi des informations essentielles pour la gestion optimale des eaux dans la région de Tamazoura.

#### IV.1 Simulation sur SewerCAD

pour pouvoir simuler en utilisant le logiciel SewerCAD, il est impératif de se conformer à la méthodologie qui suit :

##### IV.1.1 Réglage des unités

L'ajustement des unités s'effectue en se conformant aux étapes qui suivent :

Cliquer sur « tools » + « option » + « unité » et modifier la pente « slope » et le temps « time » et unité du système en SI « système international ».

Cette opération est illustrée par la figure IV.1.

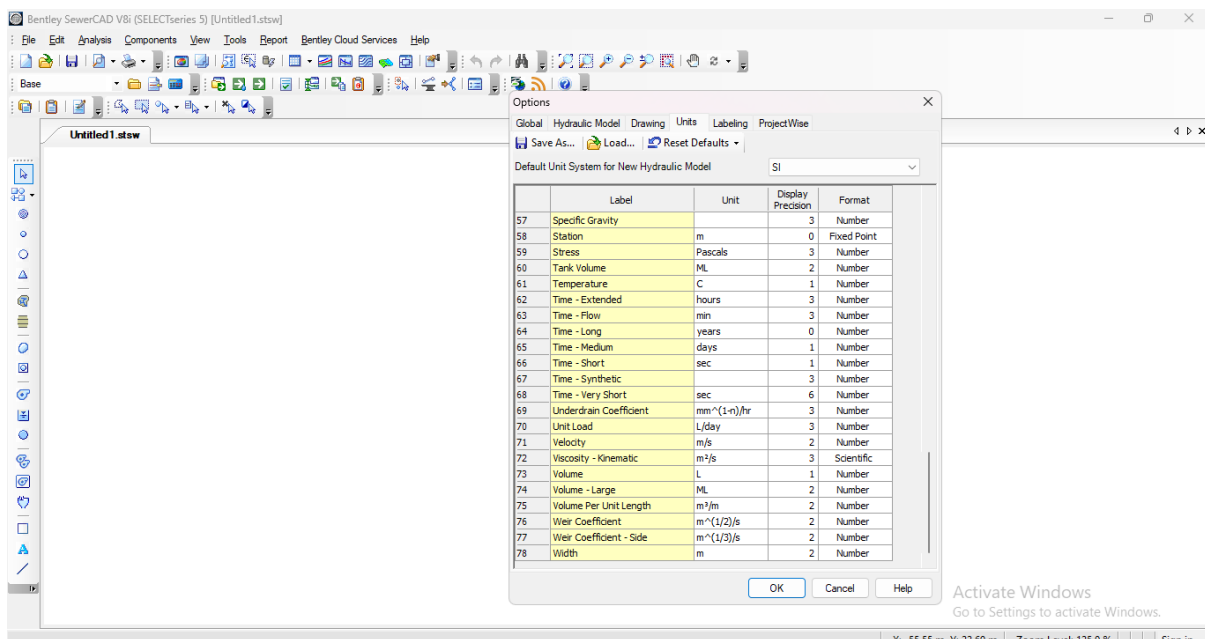


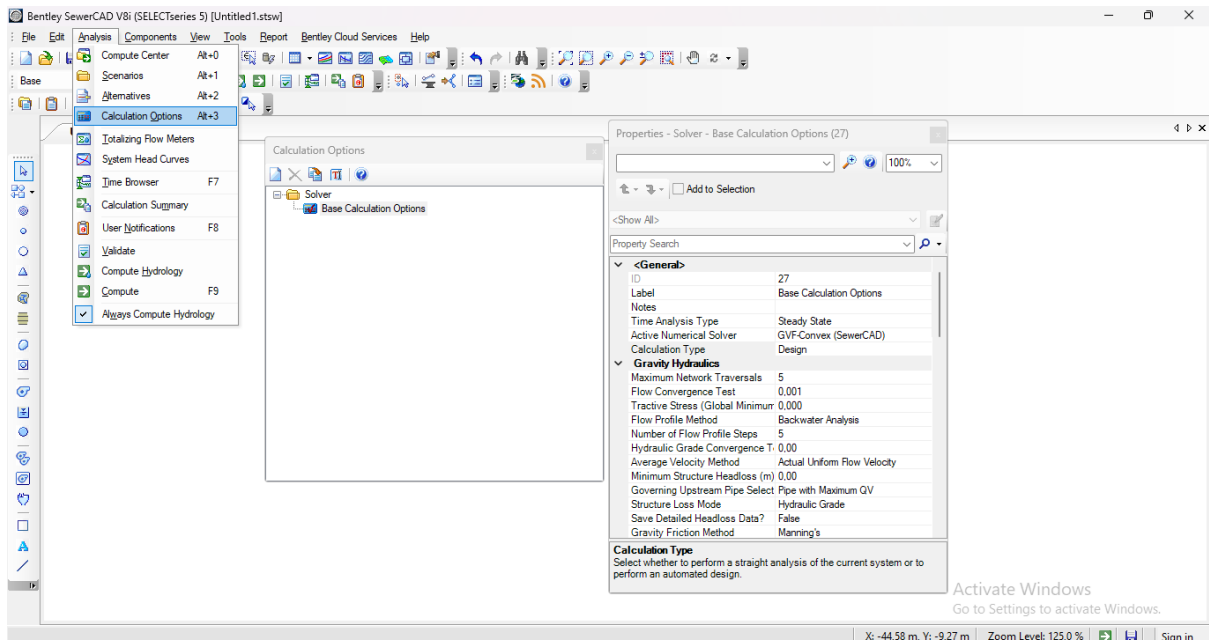
Figure IV.1 : Réglage des unités (SewerCAD)

### IV.1.2 Réglage les caractéristiques de la conduite

L'ajustement des caractéristiques de la conduite s'opère en se conformant aux étapes qui suivent :

On clique « analysis » « calculation option » + « base calculation option » après modifier « calculation option : design »

Cette opération est illustrée par la figure IV.2.



**Figure IV.2 :** Réglage les caractéristique des conduites (SewerCAD)

### IV.1.3 Spécifier les diamètres de la conduite

La spécification des diamètres s'effectue en respectant les étapes qui suivent :

On clique sur « components » + « conduit catalog » et choisi le type de conduite à partir de la bibliothèque « import from library » on a choisie le béton « circle concrete ».

Cette opération est illustrée par la figure IV.3.

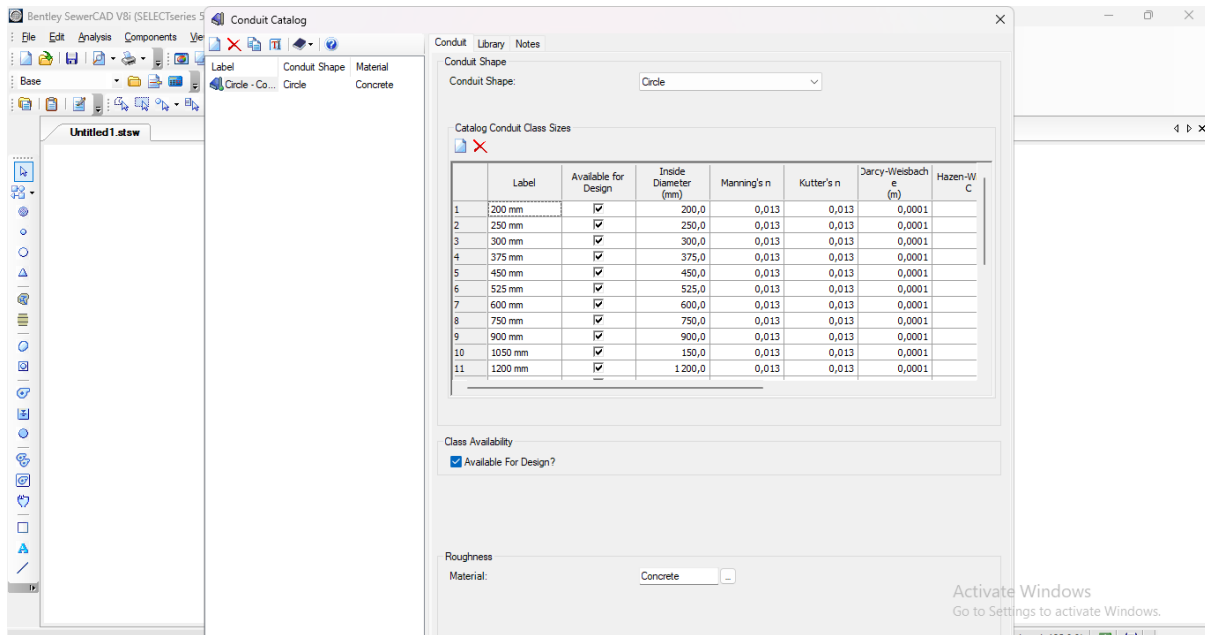


Figure IV.3 : Spécifier les diamètres de la conduite (SewerCAD)

Après cliquer sur « view » + « prototypes » + « conduite » et modifier du conduit type (conduit catalog) et catalog class (Circle concrete) et size (diamètre minimale).

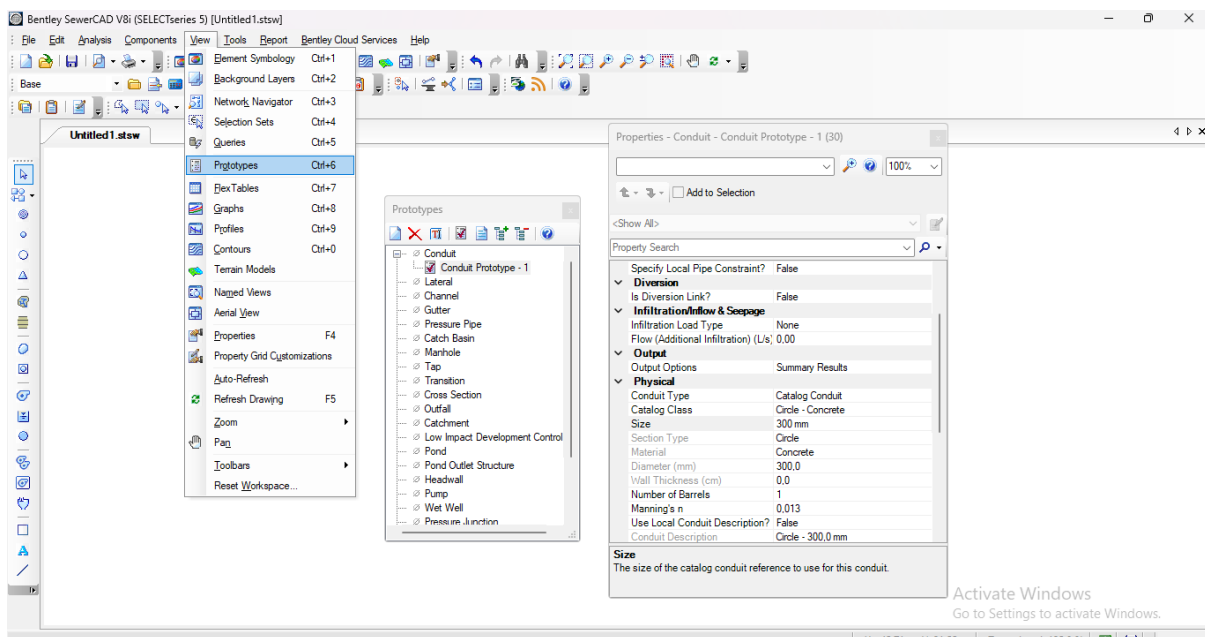
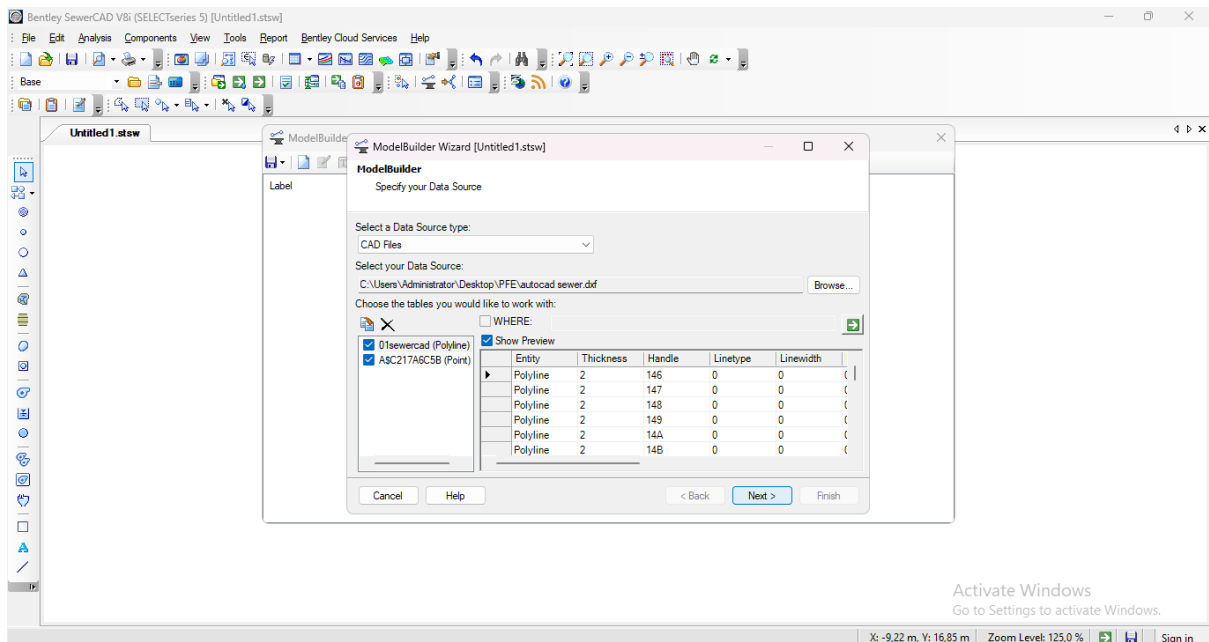


Figure IV.4 : Spécifier les paramètres qui restent de la conduite (SewerCAD)

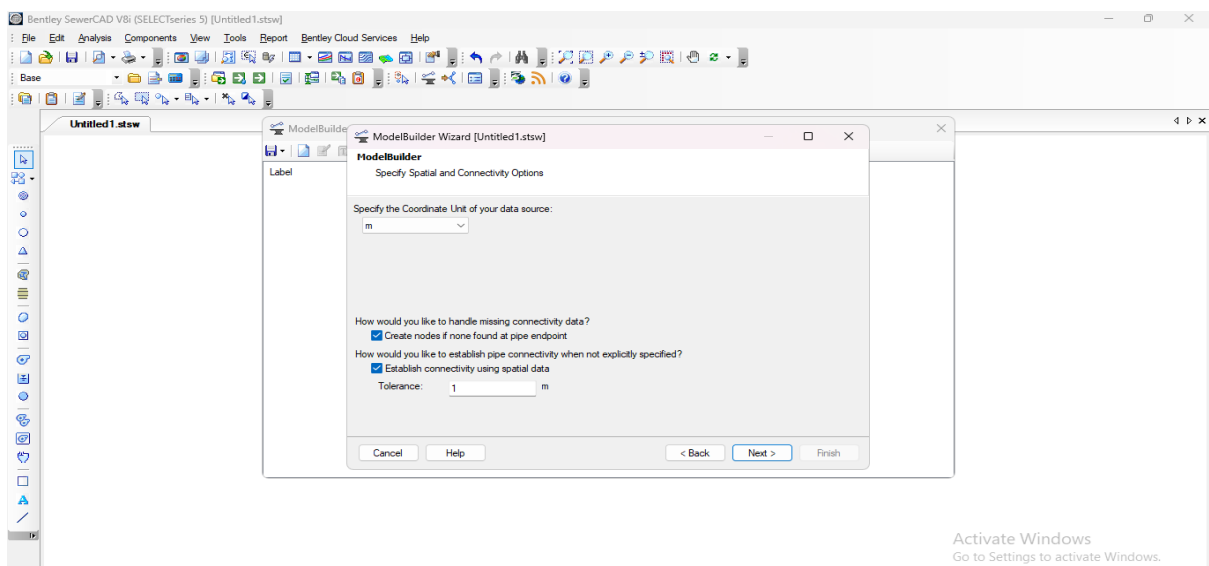
#### IV.1.4 Conversion le format AutoCAD vers SewerCAD

La conversion s'opère en se conformant aux étapes qui suivent :

Cliquer « modelBuilder » + « new » + choisi le type de fichier « CAD Files » après cliquer sur « browes » pour sélectionner le fichier après clique sur « next » et régler l'unité en mètre et continuer l'opération. Cette opération est illustrée par la figure IV.6.



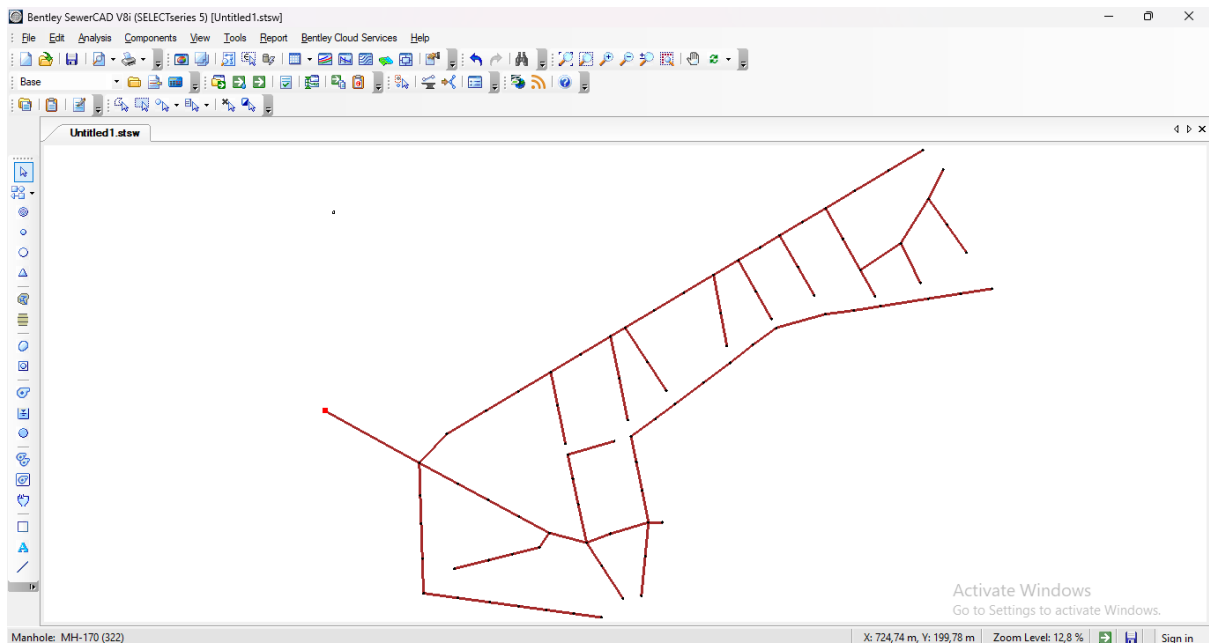
**Figure IV.5 : Conversation le format AutoCAD vers SewerCAD**



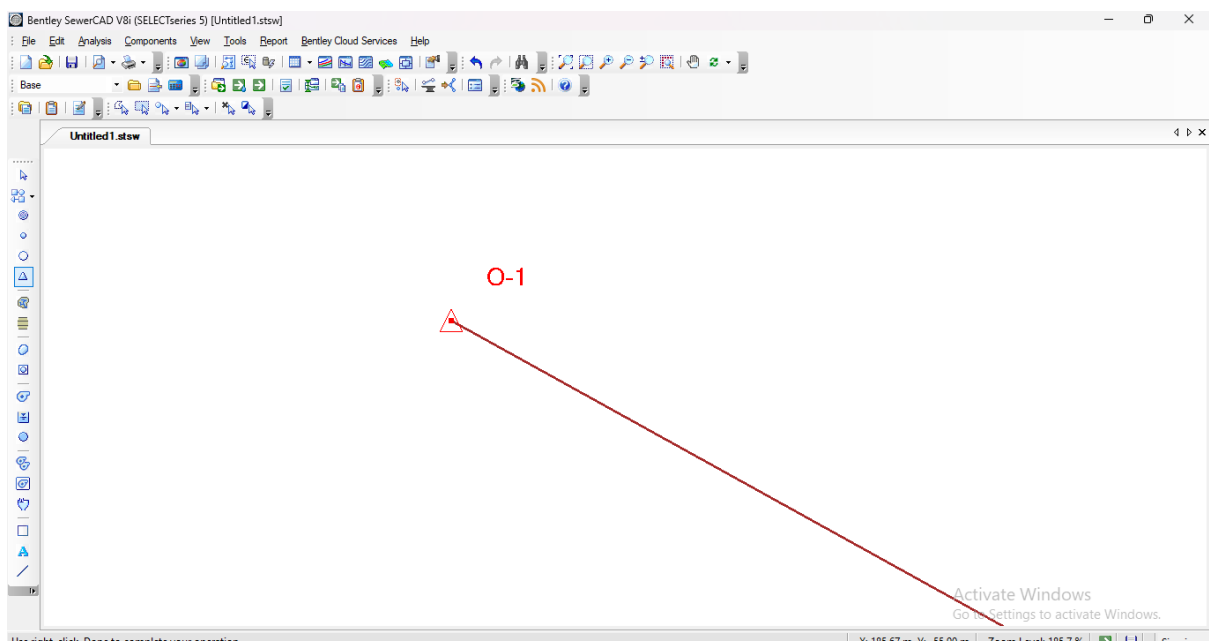
**Figure IV.6 : Réglage l'unité en mètre (SewerCAD)**

### IV.1.5 Affichages du tracer sur SewerCAD

Après que le réseau s'affiche sur logiciel (figure IV.7), on modifie le regard de l'exutoire à « outfall », comme le montre la figure IV.8.



**Figure IV.7 : Tracer du réseau (SewerCAD)**



**Figure IV.8 : Rejet de réseau (SewerCAD)**

#### **IV.1.6 Introductions des caractéristiques des conduites de notre réseau :**

Les caractéristiques de la conduite de réseau d'étude s'accomplissent en se conformant aux étapes qui suivent :

Cliquer sur « analysis » + « alternative » + « physical » et modifier « conduite catalog » et sélectionner le paramètre de la conduite.

Cette opération est illustrée par la figure IV.9.

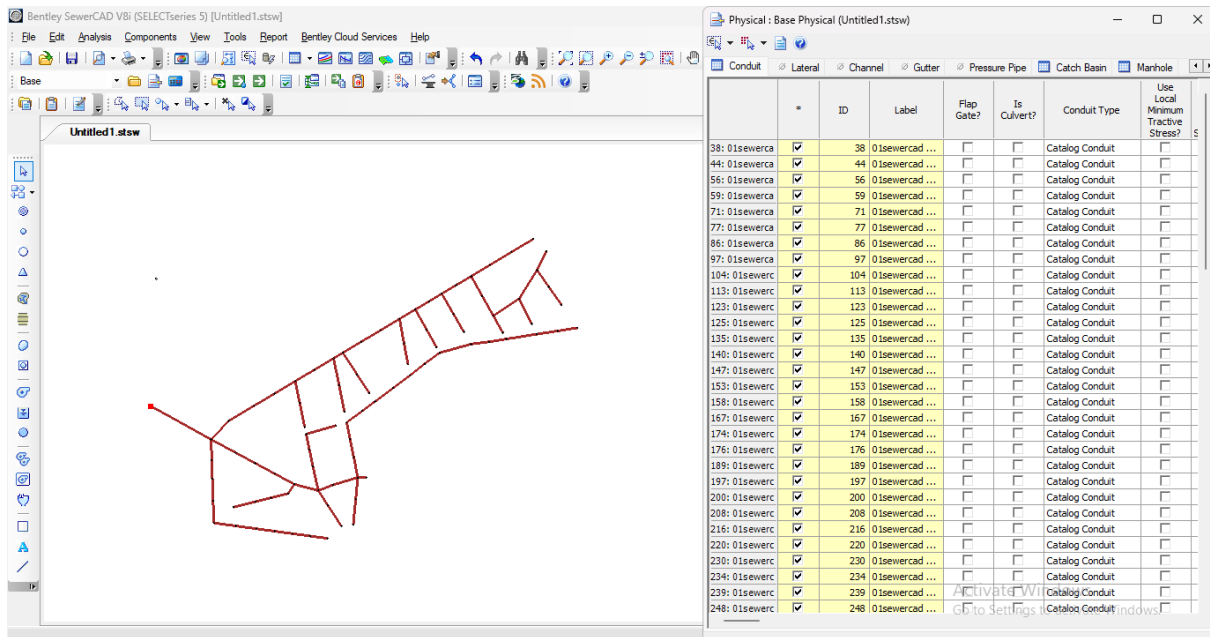


Figure IV.9 : Diamètres des conduites du réseau (SewerCAD)

#### IV.1.7 Modifier les paramètres des regards :

Pour réaliser cette opération, il est important de suivre ces étapes :

Cliquer sur « tools » + « sanitary load control » + « yes » + « manahole » et sélectionner la valeur du « loading unit count » et le type sur « unit sanitary load ». La figure IV.10. montre les résultats de cette opération

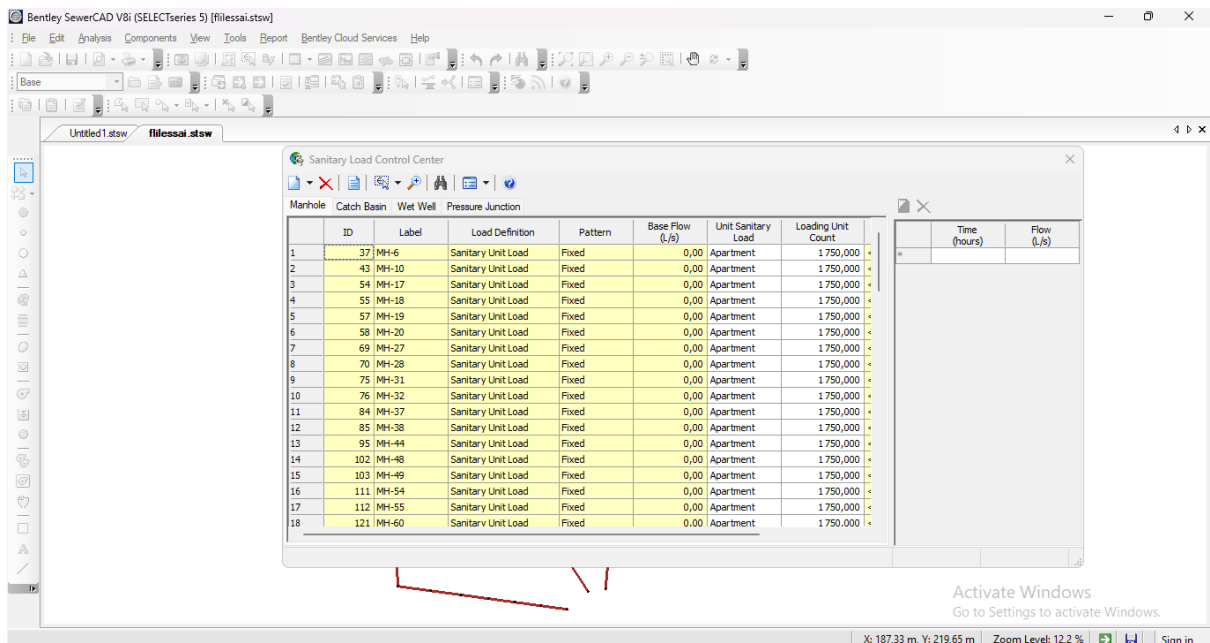
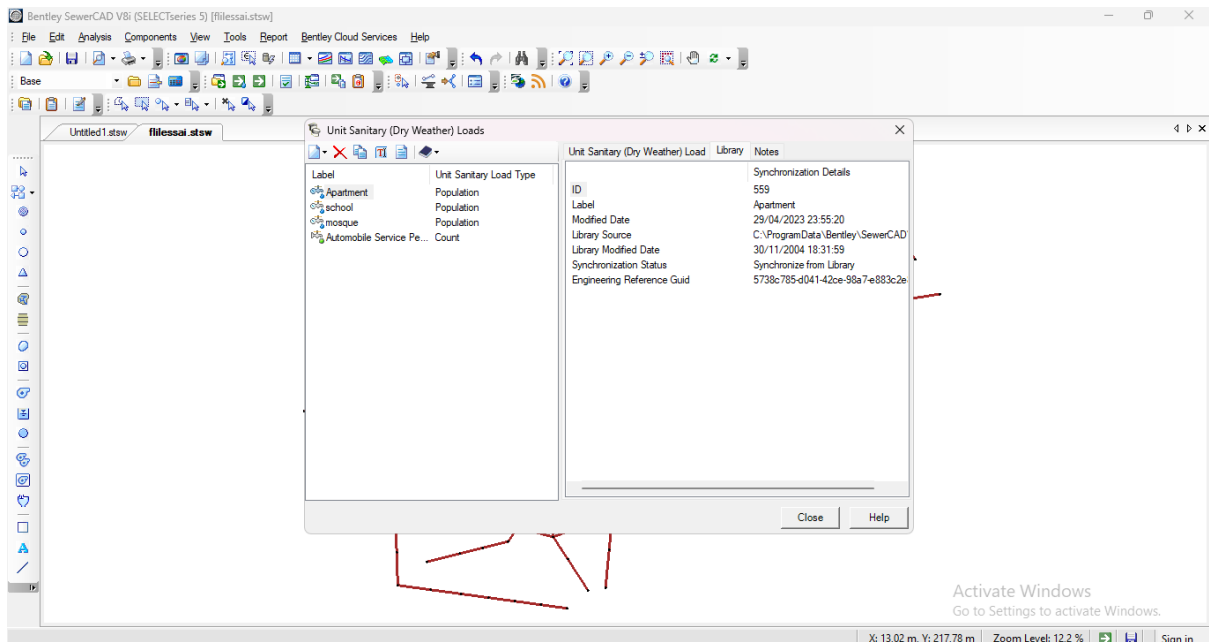


Figure IV.10 : Paramètres des regards (SewerCAD)

Et si vous voulez ajouter des paramètres sur les regards par exemple « mosquée » « école primaire » « hôpital » ... cliquer sur « composants » + « unit sanitary » + « importe from library » et continuer l'opération. La figure IV.11 montre le déroulement de cette étape



**Figure IV.11 :** Introduction d'autres paramètres

### IV.1.8 Contraintes de dimensionnement des conduites

Pour accomplir cette opération avec succès, il est primordial de suivre ces étapes :

Cliquer sur « analysis » + « alternative » + « design et sélectionner les paramètres de la vitesse de la conduite. Nous avons exigé une hauteur de remplissage maximale de 80%, une vitesse minimale d'écoulement de 0,6 m/s et une maximale de 4 m/s selon les normes de dimensionnement en vigueur, puis cliquer sur « part full design » pour exécuter la simulation. Cette opération est illustrée par la figure IV.12.

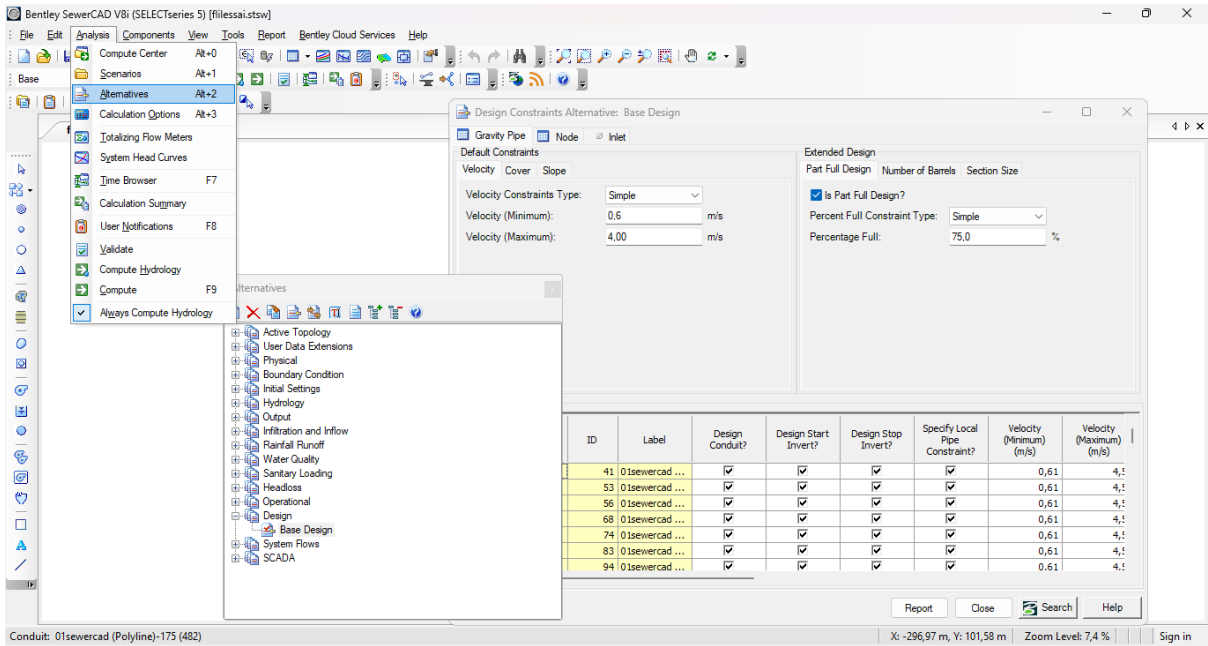


Figure IV.12 : Vitesse de l'écoulement dans les conduites (SewerCAD)

### IV.1.9 Hauteur de couverture de la conduite

Pour sélectionner les hauteurs de couverture il faut suivre ces étapes :

On clique sur « cover » et sélectionner les paramètres de couverture de la conduite. Pour notre étude on a spécifié « cover=0,8m » ça veut dire la hauteur minimale entre la conduite et la cote du terrain. Cette opération est illustrée par la figure IV.13.

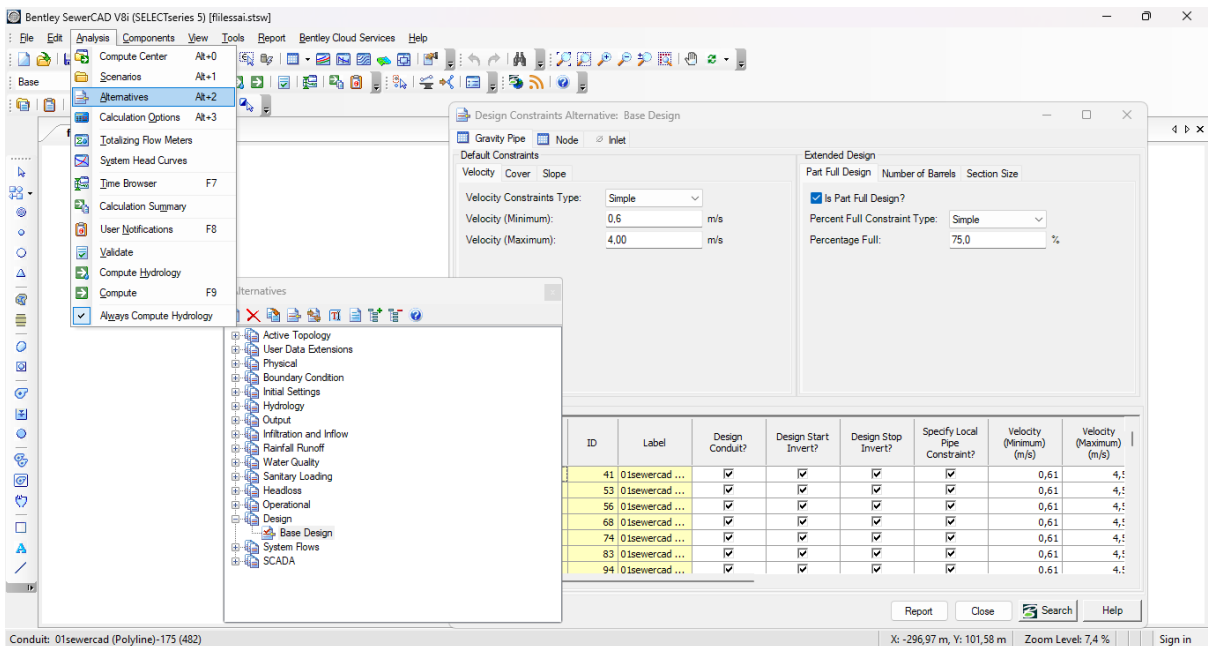
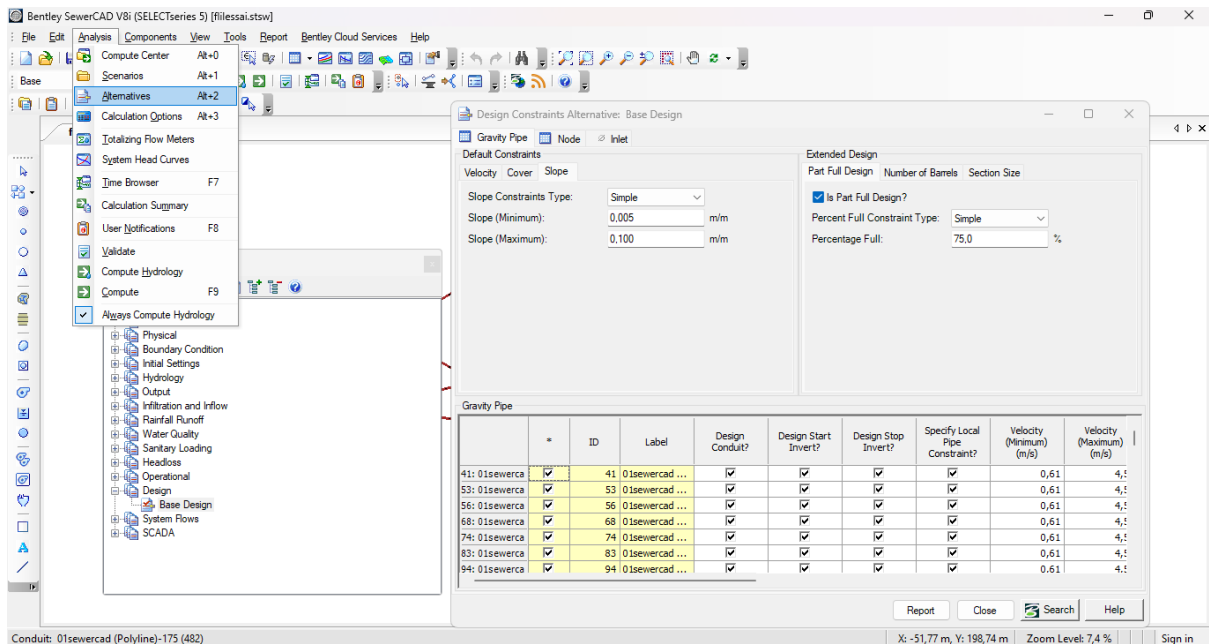


Figure IV.13 : Hauteur de couverture de la conduite (SewerCAD)

### IV.1.10 Pentes des conduites

Il est crucial de suivre scrupuleusement de ces étapes essentielles :

On clique sur « slope» et sélectionner les données de la pente. Cette opération est illustrée par la figure IV.14.



**Figure IV.14 : Pentés des conduites (SewerCAD)**

#### IV.1.11 Ajouter les eaux pluviales dans les jonctions (regards)

Dans ce cas il est impératif d'inclure manuellement les débits des eaux pluviales, lesquels sont calculés au niveau des regards. Pour réaliser cette opération, il est nécessaire de se conformer à ces étapes :

Effectuer un double clic par la souris sur le regard désiré, ensuite cliquer sur « flow (know) » et saisir les informations demandées des eaux pluviales (débits). Cette opération est illustrée par la figure IV.15.

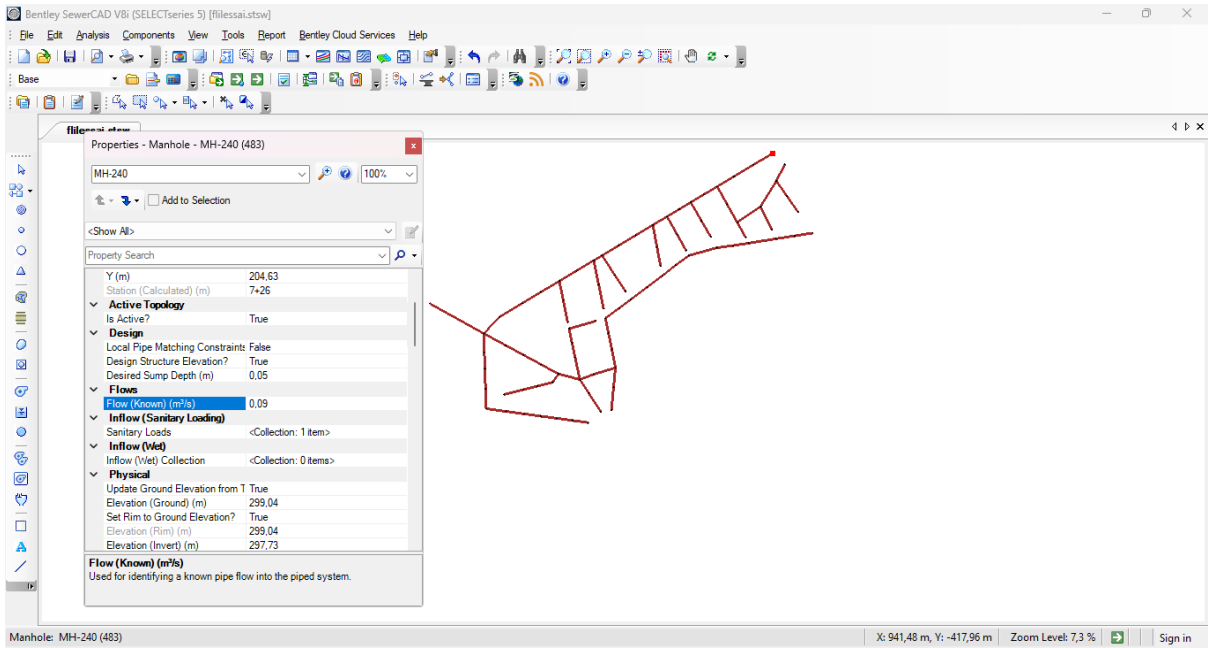


Figure IV.15 : Introduction du débit des eaux pluviales dans les jonctions

### IV.1.12 Simulation

Pour exécuter la simulation, il est nécessaire de se conformer à ces étapes :

Cliquer sur « analysis » + « compute » et visualisation les résultats respectivement, sur les conduites (figure IV.16), les regards (figure IV.17) et regard de l'exutoire illustré (figure IV.18).

The screenshot displays a 'FlexTable: Conduit Table (Current Time: 0.000 hours) (filelessai.stsw)'. The table contains 24 rows of data for different conduits. The columns include: Notes, Conduit Type, Catalog Class, Slope (Maximum) (m/m), Slope (Minimum) (m/m), Design Start Invert?, Design Stop Invert?, Design Percent Full (%), Diameter (mm), Part Full Design?, Flow (m³/s), Velocity (m/s), and Size. The 'Flow (m³/s)' and 'Velocity (m/s)' columns are highlighted in yellow. Below the table, a red schematic of a sewer network is visible.

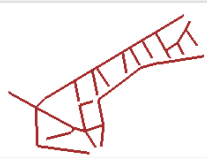
Notes	Conduit Type	Catalog Class	Slope (Maximum) (m/m)	Slope (Minimum) (m/m)	Design Start Invert?	Design Stop Invert?	Design Percent Full (%)	Diameter (mm)	Part Full Design?	Flow (m³/s)	Velocity (m/s)	Size	Velocity (Maximum) (m/s)	Velocity (Minimum) (m/s)
482: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	350,0	✓	0,09	1,21	350 mm	4,57	0,61
490: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	350,0	✓	0,09	2,13	350 mm	4,57	0,61
328: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	350,0	✓	0,09	1,64	350 mm	4,57	0,61
421: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	600,0	✓	0,34	1,83	600 mm	4,57	0,61
438: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	500,0	✓	0,34	2,74	500 mm	4,57	0,61
227: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	300,0	✓	0,04	1,49	300 mm	4,57	0,61
545: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	500,0	✓	0,20	1,50	500 mm	4,57	0,61
524: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	300,0	✓	0,05	1,04	300 mm	4,57	0,61
552: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	400,0	✓	0,13	1,84	400 mm	4,57	0,61
277: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	300,0	✓	0,03	0,97	300 mm	4,57	0,61
245: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	300,0	✓	0,06	1,25	300 mm	4,57	0,61
358: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	300,0	✓	0,06	1,98	300 mm	4,57	0,61
132: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	700,0	✓	0,48	2,30	700 mm	4,57	0,61
122: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	700,0	✓	0,48	1,86	700 mm	4,57	0,61
56: 01sewercca	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	700,0	✓	0,73	2,60	700 mm	4,57	0,61
94: 01sewercca	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	800,0	✓	0,73	2,06	800 mm	4,57	0,61
186: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	800,0	✓	0,85	2,28	800 mm	4,57	0,61
383: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	900,0	✓	0,92	2,19	900 mm	4,57	0,61
405: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	900,0	✓	0,92	2,19	900 mm	4,57	0,61
311: 01sewercc	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	900,0	✓	0,92	2,19	900 mm	4,57	0,61
41: 01sewercca	Catalog Conduit	Circle - Concrete	0,100	0,005	✓	✓	75,0	900,0	✓	1,04	2,24	900 mm	4,57	0,61

Figure IV.16 : Résultats des conduites (SewerCAD)

FlexTable: Manhole Table (Current Time: 0,000 hours) (filelssai.stsw)

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Rim) (m)	Bolted Cover?	Elevation (Invert) (m)	Flow (Total Out) (m³/s)	Depth (Out) (m)	Hydraulic Grade Line (Out) (m)	Headloss Method	Hydraulic Grade Line (In) (m)	Is Overflowing?	Is Ever Overflowing?	Sanitary Loa
37: MH-6	37 MH-6	298,90	☑	298,90	☐	295,95	0,23	0,38	296,32	Absolute	296,32	☐	☐	<Collection: 1 b
42: MH-9	42 MH-9	296,90	☑	296,90	☐	294,92	1,04	0,67	295,59	Absolute	295,59	☐	☐	<Collection: 1 b
43: MH-10	43 MH-10	296,83	☑	296,83	☐	294,83	1,13	0,71	295,54	Absolute	295,54	☐	☐	<Collection: 1 b
54: MH-17	54 MH-17	297,99	☑	297,99	☐	294,50	0,11	0,29	294,78	Absolute	294,78	☐	☐	<Collection: 1 b
55: MH-18	55 MH-18	297,90	☑	297,90	☐	292,72	0,10	0,30	293,02	Absolute	293,02	☐	☐	<Collection: 1 b
57: MH-19	57 MH-19	297,65	☑	297,65	☐	295,95	0,73	0,59	296,54	Absolute	296,54	☐	☐	<Collection: 1 b
58: MH-20	58 MH-20	297,50	☑	297,50	☐	295,74	0,73	0,58	296,32	Absolute	296,32	☐	☐	<Collection: 1 b
69: MH-27	69 MH-27	298,95	☑	298,95	☐	296,67	0,16	0,35	297,02	Absolute	297,02	☐	☐	<Collection: 1 b
70: MH-28	70 MH-28	298,94	☑	298,94	☐	296,54	0,16	0,35	296,90	Absolute	296,90	☐	☐	<Collection: 1 b
75: MH-31	75 MH-31	295,54	☑	295,54	☐	294,28	0,11	0,31	294,58	Absolute	294,58	☐	☐	<Collection: 1 b
76: MH-32	76 MH-32	294,61	☑	294,61	☐	293,25	0,11	0,31	293,56	Absolute	293,56	☐	☐	<Collection: 1 b
84: MH-37	84 MH-37	298,50	☑	298,50	☐	297,19	0,11	0,30	297,48	Absolute	297,48	☐	☐	<Collection: 1 b
85: MH-38	85 MH-38	298,00	☑	298,00	☐	296,64	0,11	0,29	296,92	Absolute	296,92	☐	☐	<Collection: 1 b
95: MH-44	95 MH-44	297,40	☑	297,40	☐	295,61	0,85	0,61	296,22	Absolute	296,22	☐	☐	<Collection: 1 b
102: MH-48	102 MH-48	298,50	☑	298,50	☐	295,48	0,23	0,38	295,86	Absolute	295,86	☐	☐	<Collection: 1 b
103: MH-49	103 MH-49	298,00	☑	298,00	☐	292,92	0,10	0,26	293,18	Absolute	293,18	☐	☐	<Collection: 1 b
111: MH-54	111 MH-54	298,93	☑	298,93	☐	296,39	0,16	0,35	296,74	Absolute	296,74	☐	☐	<Collection: 1 b
112: MH-55	112 MH-55	298,92	☑	298,92	☐	296,26	0,16	0,36	296,61	Absolute	296,61	☐	☐	<Collection: 1 b
121: MH-60	121 MH-60	297,00	☑	297,00	☐	293,11	0,11	0,31	293,43	Absolute	293,43	☐	☐	<Collection: 1 b
123: MH-61	123 MH-61	297,75	☑	297,75	☐	296,09	0,48	0,50	296,59	Absolute	296,59	☐	☐	<Collection: 1 b

84 of 84 elements displayed



X: 852,72 m, Y: 3,46 m | Zoom Level: 3,8 % | Sign in

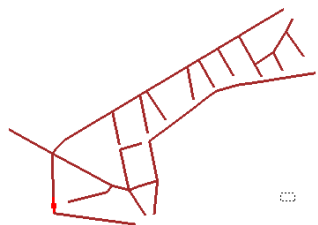
Figure IV.17 : Résultats des regards (SewerCAD)

Bentley SewerCAD V8i (SELECTseries 5) (filelssai.stsw)

FlexTable: Outfall Table (Current Time: 0,000 hours) (filelssai.stsw)

ID	Label	Elevation (Ground) (m)	Set Rim to Ground Elevation?	Elevation (Invert) (m)	Boundary Condition Type	Boundary Element	Elevation (User Defined Tailwater) (m)	Elevation-Flow Curve	Time-Elevation Curve	Hydraulic Grade (m)	Flow (Total Out) (m³/s)	Notes
557: O-1	557 O-1	296,20	☑	291,48	Free Outfall			<Collection:		291,48	2,80	

1 of 1 elements displayed



Conduit: 01sewerCAD (Polyline)-247 (395) | X: 779,25 m, Y: -216,12 m | Zoom Level: 5,9 % | Sign in

Figure IV.18 : Résultats du regard d'exutoire (SewerCAD)

Voici le tableau IV.1 qui résume les résultats des conduites :

**Tableau IV.1 : Résultats de la simulation par SewerCAD des tronçons**

Tronçons	ID	Côte amont (m)	Côte aval (m)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Diamètres (mm)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse (m/s)
Conduit	ID	invert start	invert stop	length	slope calculated (m/m)	diametre (mm)	flow (m <sup>3</sup> /s)	velocity (m/s)
1-2	482	297,73	297,61	40	0,003	400	0,09	1,01
2-3	490	297,61	296,69	40	0,023	400	0,09	2,19
3-4	328	296,69	296,45	34,2	0,007	400	0,09	1,4
19-20	277	298,07	298,27	32,8	0,006	300	0,03	0,97
20'-20	245	298,07	298,24	32,1	0,005	350	0,06	1,15
20''-20'	358	298,24	299,07	34,4	0,024	300	0,06	2,02
20-21	552	297,55	298,07	53	0,01	400	0,13	1,73
21'-21	524	297,55	297,69	44,6	0,003	300	0,05	0,85
21-22	545	297,29	297,55	48,9	0,005	500	0,2	1,55
22'-22	227	297,29	297,68	30,2	0,013	300	0,04	1,4
22-23	438	296,59	297,29	36,2	0,019	500	0,34	2,85
23-4	421	296,45	296,59	35,3	0,004	600	0,34	1,52
4-5	132	296,45	296,24	27,4	0,008	600	0,48	2,17
5-6	122	296,24	295,94	26,5	0,011	600	0,48	2,52
24-25	284	296,49	296,98	32,8	0,015	600	0,52	2,86
25-6	442	295,94	296,49	36,9	0,015	600	0,52	2,86
6-7	56	295,94	295,79	23,2	0,006	800	0,73	2,28
7-8	94	295,79	295,59	25,3	0,008	800	0,73	2,46
26-27	254	296,34	296,62	32,3	0,009	350	0,08	1,48
27-8	431	295,59	296,34	35,9	0,021	350	0,08	2,06
8-9	186	295,59	295,39	29	0,007	900	0,85	2,44
28-29	305	296,08	296,19	33,9	0,003	400	0,09	1,01
29-9	459	295,39	296,08	39,1	0,018	400	0,09	1,99
9-10	383	295,39	295,28	35	0,003	1 000,00	0,92	1,81
10-11	405	295,28	295,09	35	0,006	1 000,00	0,92	2,3
11-12	311	295,09	294,98	34	0,003	1 000,00	0,92	1,81
30-31	353	295,63	296,24	34,4	0,018	350	0,12	2,13
31-12	507	294,98	295,63	41,2	0,016	450	0,12	2,02
12-13	41	294,98	294,92	17,1	0,004	1 000,00	1,04	2,07
32-33	509	295,53	296,29	42,9	0,018	300	0,07	1,88
33-13	518	294,92	295,53	43,2	0,014	400	0,07	1,72
13-14	375	294,92	294,79	35	0,004	1 000,00	1,13	2,05
14-15	413	294,79	294,68	35,2	0,003	1 000,00	1,13	1,88
34-35	469	295,24	295,69	39,4	0,011	300	0,07	1,58
35-15	341	294,68	295,24	34,3	0,016	400	0,07	1,8
15-16	447	294,68	294,49	38	0,005	1 000,00	1,13	2,33

Tronçons	ID	Côte amont (m)	Côte aval (m)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Diamètres (mm)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse (m/s)
16-17	449	294,49	294,37	38	0,003	1 000,00	1,13	1,88
17-18	533	294,37	294,23	46	0,003	1 000,00	1,13	1,88
18-80	496	294,23	292,48	40,3	0,043	1 000,00	1,13	3,4
55-56	500	298,79	297,74	40,3	0,026	300	0,06	2,04
56-73	336	297,74	296,77	34,3	0,028	350	0,06	2,08
40-41	236	298,69	298,34	32	0,011	400	0,16	1,9
41-42	298	298,34	298,09	33,1	0,008	450	0,16	1,66
42-43	537	298,09	297,94	48,6	0,003	600	0,16	1,16
43-44	137	297,94	297,86	27,4	0,003	600	0,16	1,16
44-45	197	297,86	297,77	29	0,003	600	0,16	1,16
45-46	549	297,77	297,59	51,1	0,004	600	0,16	1,25
46-47	194	297,59	297,5	29	0,003	600	0,16	1,16
47-48	217	297,5	297,41	29,6	0,003	600	0,16	1,16
48-49	294	297,41	297,31	33	0,003	600	0,16	1,16
49-50	434	297,31	297,2	36,1	0,003	600	0,16	1,16
50-51	68	297,2	297,13	24,8	0,003	600	0,16	1,16
51-52	231	297,13	297,04	30,4	0,003	600	0,16	1,17
52-53	110	297,04	296,96	26,3	0,003	600	0,16	1,17
53-54	213	296,96	296,87	29,4	0,003	600	0,16	1,17
54-73	267	296,87	296,77	32,7	0,003	600	0,16	1,17
73-74	492	296,77	295,61	40,1	0,029	600	0,23	2,95
74-75	101	295,61	293,05	25,7	0,1	600	0,23	3,25
57-58	463	297,79	295,84	39,2	0,05	300	0,06	2,66
58-75	150	295,84	293,05	27,9	0,1	300	0,06	3,25
36-37	539	295,69	294,33	48,9	0,028	300	0,11	2,47
37-38	74	294,33	293,25	25	0,043	300	0,11	2,92
38-39	120	293,25	293,17	26,4	0,003	450	0,11	1,07
39-75	473	293,17	293,05	39,6	0,003	450	0,11	1,07
75-76	457	293,05	292,93	38,9	0,003	600	0,1	1,03
59-60	425	297,74	297,24	35,5	0,014	350	0,11	1,89
60-61	83	297,24	296,64	25	0,024	350	0,11	2,32
61-62	144	296,64	294,71	27,7	0,07	450	0,11	3,13
62-76	53	294,71	292,93	17,7	0,08	450	0,11	3,28
76-77	402	292,93	292,83	35	0,003	600	0,1	1,03
77-78	379	292,83	292,72	35	0,003	600	0,1	0,35
78-79	365	292,72	292,62	34,9	0,003	600	0,1	0,35
79-80	522	292,62	292,48	43,9	0,003	600	0,1	0,35
63-64	164	296,42	296,33	28	0,003	400	0,1	1,02
64-65	171	296,33	296,25	28	0,003	400	0,1	1,02
65-66	155	296,25	296,16	28	0,003	400	0,1	1,02
66-67	205	296,16	296,08	29,3	0,003	400	0,1	1,02
67-68	262	296,08	295,98	32,3	0,003	400	0,1	1,02

Tronçons	ID	Côte amont (m)	Côte aval (m)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Diamètres (mm)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Vitesse (m/s)
68-69	416	295,98	295,87	35,2	0,003	400	0,1	1,02
69-70	395	295,87	295,6	35	0,008	450	0,23	1,78
70-71	398	295,6	294,99	35	0,018	450	0,23	2,49
71-72	173	294,99	294,9	28,7	0,003	600	0,23	1,28
72-80	271	294,9	292,48	32,7	0,071	600	0,23	3,23
80-rejet	558	292,48	292,16	108,9	0,003	1 300,00	2,8	2,36

Le tableau IV.2 Donne le résultat du regard :

**Tableau IV.2** : Résultats de la simulation par SewerCAD des regards

Regard	ID	Etiquette	Côte du terrain naturel (m)	Côte du radier (m)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau (m)
manhol	ID	Label	elevation ground m	elevation rim	Débit	depth (m)
1	483	MH-240	299,04	297,68	0,09	0,32
2	484	MH-241	299,1	297,56	0,09	0,27
3	329	MH-176	298	296,64	0,09	0,31
4	133	MH-66	297,99	296,4	0,48	0,5
5	123	MH-61	297,75	296,19	0,48	0,5
6	57	MH-19	297,65	295,89	0,73	0,57
7	58	MH-20	297,5	295,74	0,73	0,57
8	95	MH-44	297,4	295,54	0,85	0,6
9	187	MH-96	297,3	295,34	0,92	0,66
10	384	MH-208	297,2	295,23	0,92	0,6
11	312	MH-166	297	295,04	0,92	0,67
12	42	MH-9	296,9	294,93	1,04	0,68
13	43	MH-10	296,83	294,87	1,13	0,72
14	376	MH-204	296,7	294,74	1,13	0,74
15	342	MH-183	296,83	294,63	1,13	0,66
16	448	MH-228	296,4	294,44	1,13	0,76
17	450	MH-229	296,49	294,32	1,13	0,75
18	497	MH-245	296,43	294,18	1,13	0,66
19	278	MH-146	299,48	298,22	0,03	0,17
20	246	MH-129	299,38	298,02	0,13	0,31
20'	247	MH-130	299,5	298,19	0,06	0,24
20''	359	MH-194	300,28	299,02	0,06	0,24
21	525	MH-256	299,04	297,5	0,2	0,37
21'	526	MH-257	298,9	297,64	0,05	0,34
22	228	MH-119	298,7	297,24	0,34	0,45
22'	229	MH-120	298,89	297,63	0,04	0,2
23	422	MH-221	298,1	296,54	0,34	0,5

Regard	ID	Etiquette	Côte du terrain naturel (m)	Côte du radier (m)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau
24	286	MH-151	298,49	296,93	0,52	0,52
25	285	MH-150	298	296,44	0,52	0,52
26	256	MH-136	297,88	296,57	0,08	0,26
27	255	MH-135	297,6	296,29	0,08	0,27
28	307	MH-163	297,5	296,14	0,09	0,32
29	306	MH-162	297,4	296,03	0,09	0,27
30	355	MH-192	297,5	296,19	0,12	0,31
31	354	MH-191	296,99	295,58	0,12	0,29
32	511	MH-251	297,5	296,24	0,07	0,26
33	510	MH-250	296,84	295,48	0,07	0,24
34	470	MH-236	296,9	295,64	0,07	0,26
35	343	MH-184	296,55	295,19	0,07	0,24
36	540	MH-262	296,9	295,64	0,11	0,31
37	75	MH-31	295,54	294,28	0,11	0,31
38	76	MH-32	294,61	293,2	0,11	0,43
39	121	MH-60	297	293,12	0,11	0,48
40	237	MH-123	300	298,64	0,16	0,34
41	238	MH-124	299,7	298,29	0,16	0,33
42	299	MH-158	299,5	298,04	0,16	0,38
43	138	MH-69	299,4	297,89	0,16	0,38
44	139	MH-70	299,3	297,81	0,16	0,38
45	198	MH-103	299,2	297,72	0,16	0,36
46	195	MH-101	299	297,54	0,16	0,38
47	196	MH-102	298,99	297,45	0,16	0,38
48	218	MH-113	298,98	297,36	0,16	0,38
49	295	MH-156	298,96	297,26	0,16	0,38
50	69	MH-27	298,95	297,15	0,16	0,38
51	70	MH-28	298,94	297,08	0,16	0,38
52	111	MH-54	298,93	296,99	0,16	0,38
53	112	MH-55	298,92	296,91	0,16	0,38
54	214	MH-111	298,91	296,82	0,16	0,38
55	501	MH-247	300	298,74	0,06	0,24
56	337	MH-180	299	297,69	0,06	0,23
57	464	MH-233	299	297,74	0,06	0,25
58	151	MH-75	298,5	295,79	0,06	0,25
59	426	MH-223	299	297,69	0,11	0,3
60	84	MH-37	298,5	297,19	0,11	0,3
61	85	MH-38	298	296,59	0,11	0,28
62	54	MH-17	297,99	294,66	0,11	0,28
63	165	MH-84	297,73	296,37	0,1	0,34
64	166	MH-85	297,67	296,28	0,1	0,34
65	156	MH-78	297,62	296,2	0,1	0,34

66	157	MH-79	297,6	296,11	0,1	0,34
67	206	MH-107	297,55	296,03	0,1	0,35
<b>Regard</b>	<b>ID</b>	<b>Etiquette</b>	<b>Côte du terrain naturel (m)</b>	<b>Côte du radier (m)</b>	<b>Débit (m<sup>3</sup>/s)</b>	<b>Tirent d'eau</b>
68	263	MH-140	297,5	295,93	0,1	0,36
69	396	MH-215	297,45	295,82	0,23	0,39
70	397	MH-216	297	295,55	0,23	0,39
71	174	MH-88	296,5	294,94	0,23	0,41
72	175	MH-89	296,45	294,85	0,23	0,36
73	37	MH-6	298,9	296,72	0,23	0,36
74	102	MH-48	298,5	295,56	0,23	0,36
75	103	MH-49	298	293	0,1	0,54
76	55	MH-18	297,9	292,88	0,1	0,65
77	380	MH-206	297,8	292,78	0,1	0,74
78	366	MH-198	297,5	292,67	0,1	0,84
79	367	MH-199	297	292,57	0,1	0,94
80	272	MH-143	296,4	292,43	2,8	1,06

Le tableau IV.3 Donne le résultat du regard d'exutoire :

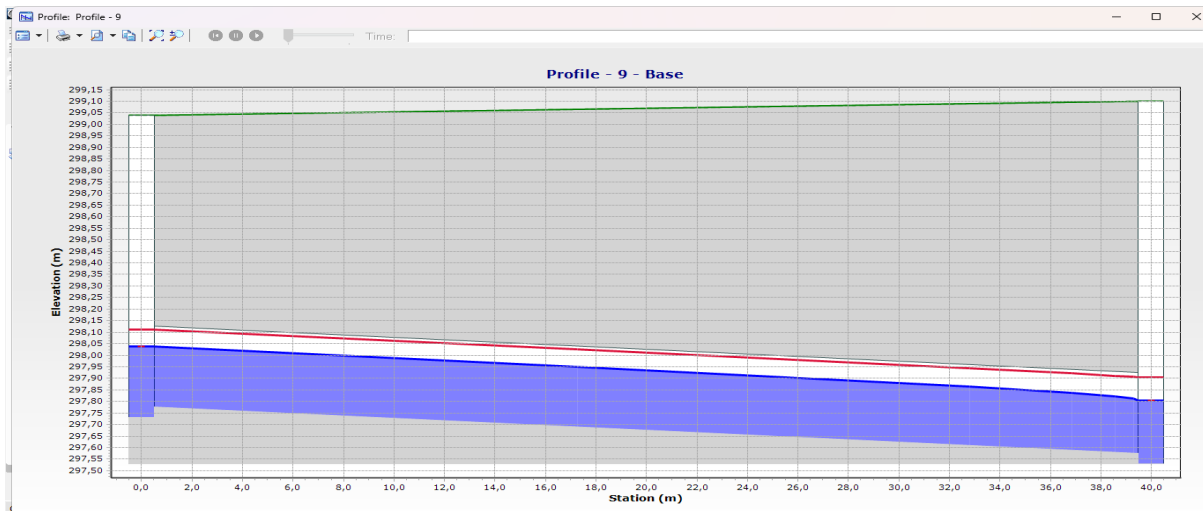
**Tableau IV.3** : Résultats de la simulation par SewerCAD de regard d'exutoire.

<b>Regard Exutoire</b>	<b>ID</b>	<b>Etiquette</b>	<b>Côte du terrain naturel (m)</b>	<b>Côte du radier (m)</b>	<b>Débit (m<sup>3</sup>/s)</b>
	<b>ID</b>	<b>Label</b>	<b>elevation ground</b>	<b>elevation invert</b>	<b>Flow (m<sup>3</sup>/s)</b>
<b>Outfull</b>	557	O-1	296,2	292,16	2,8

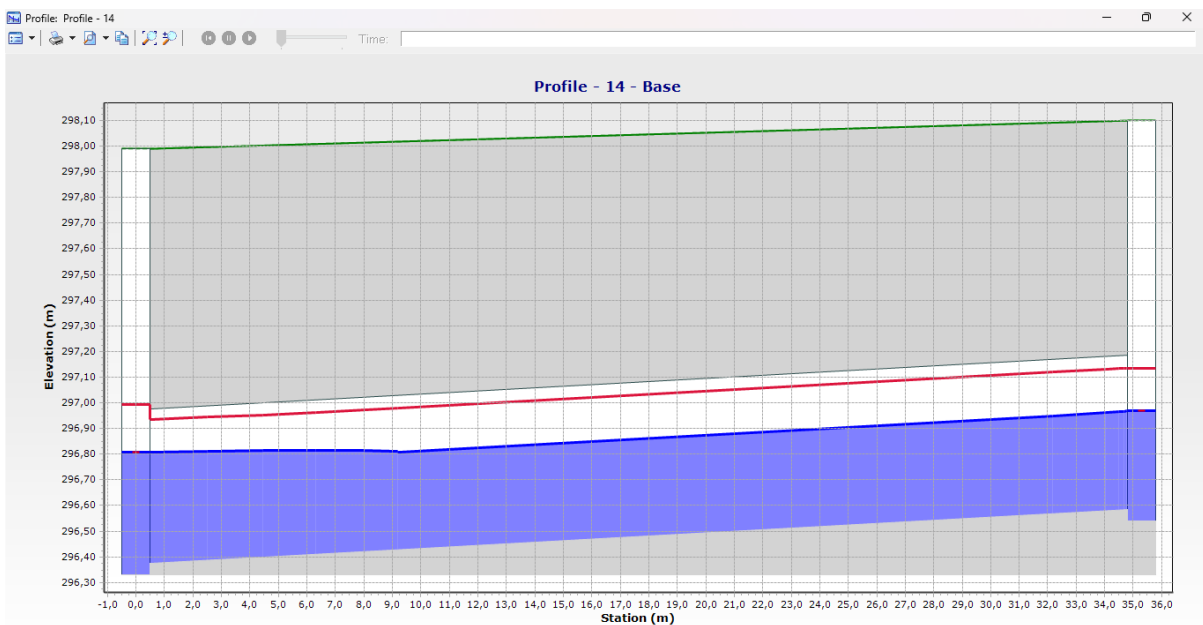
#### IV.1.13 Profils en long

Pour tracer les profils ; cliquer sur l'onglet « analysis » puis sélectionner « profile » une fois le tableau affiché, cliquer sur chaque élément pour visualiser le profil correspondant.

Cette étape nous permet de visualiser les profils en long des tronçons de conduites de notre réseau afin de vérifier les caractéristiques hydrauliques de ses dernières (le remplissage des conduites, leurs recouvrements, la ligne d'eau et l'état des regards ...) les figures IV.19, IV.20, IV.21, IV.22, IV.23 et IV.24 représentent les profils en long de quelques tronçons de notre réseau



**Figure IV.19 :** Profil en long de la conduite (Polyline 175)



**Figure IV.20 :** Profil en long de la conduite (Polyline 178)

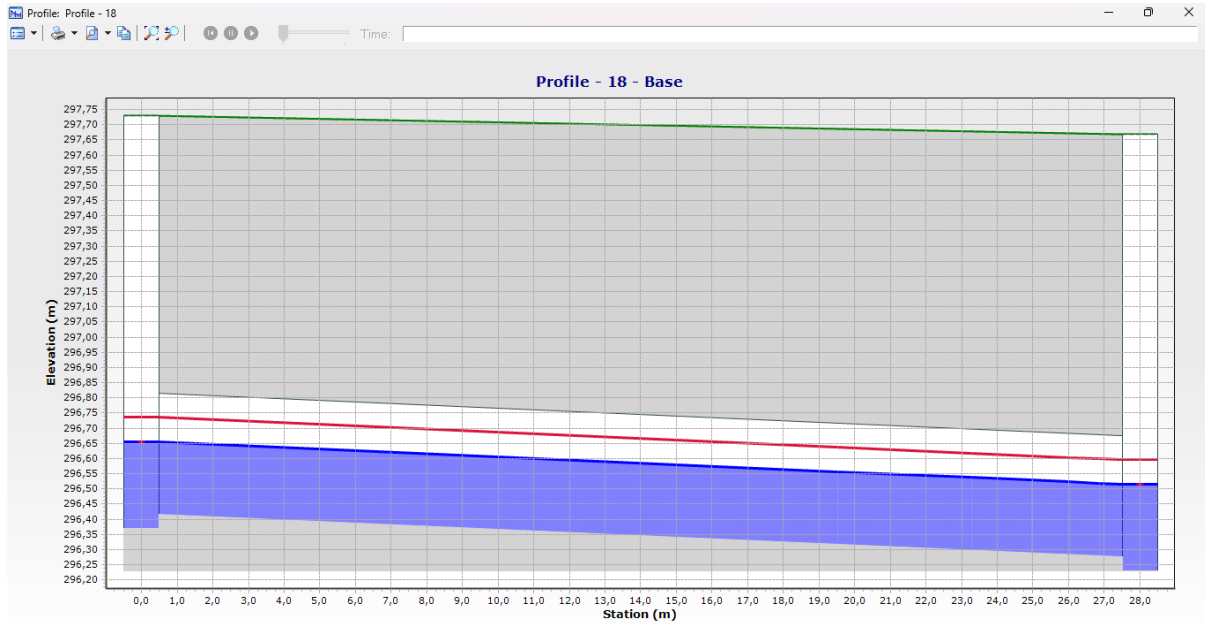


Figure IV.21: Profil en long de la conduite (Polyline 241)

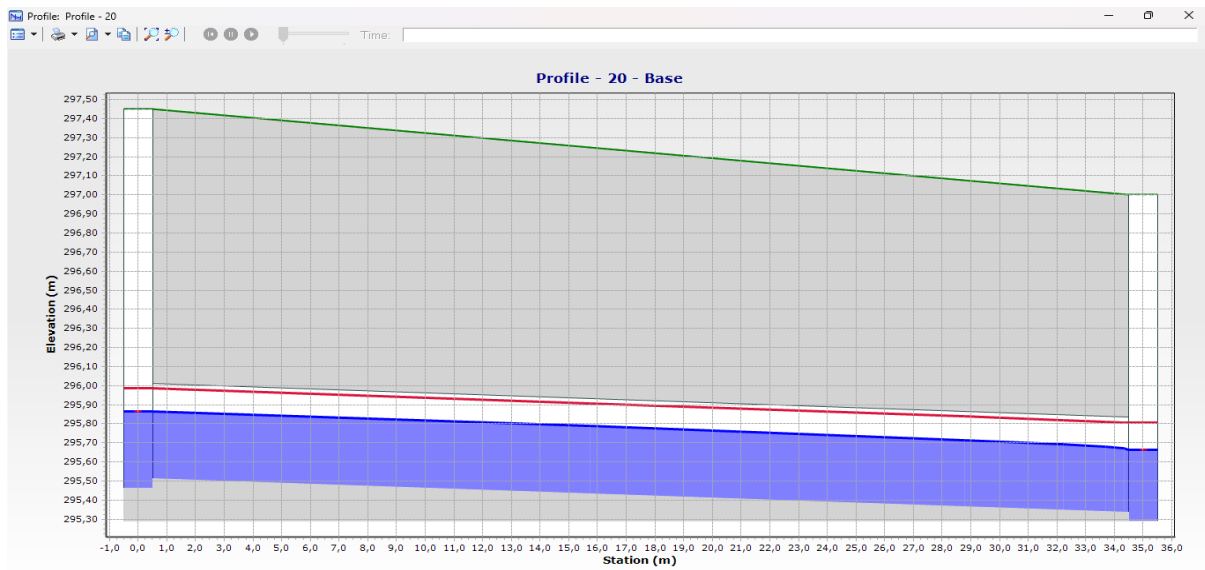


Figure IV.22 : Profil en long de la conduite (Polyline 247)

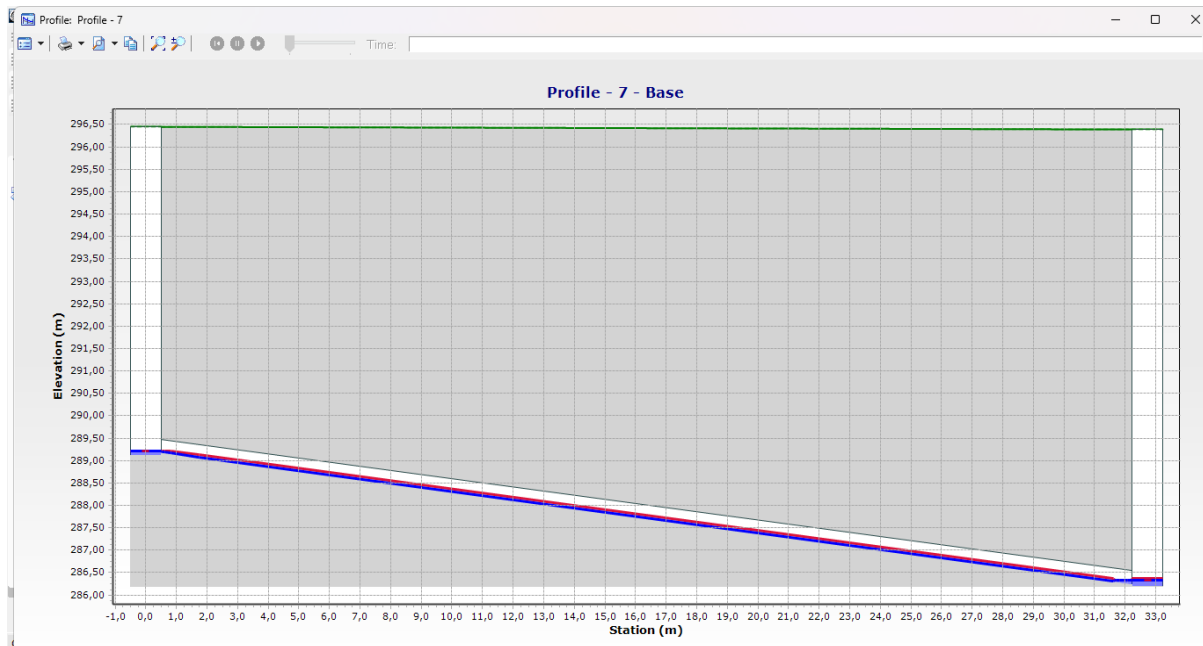


Figure IV.23 : Profil en long de la conduite (Polyline 258)

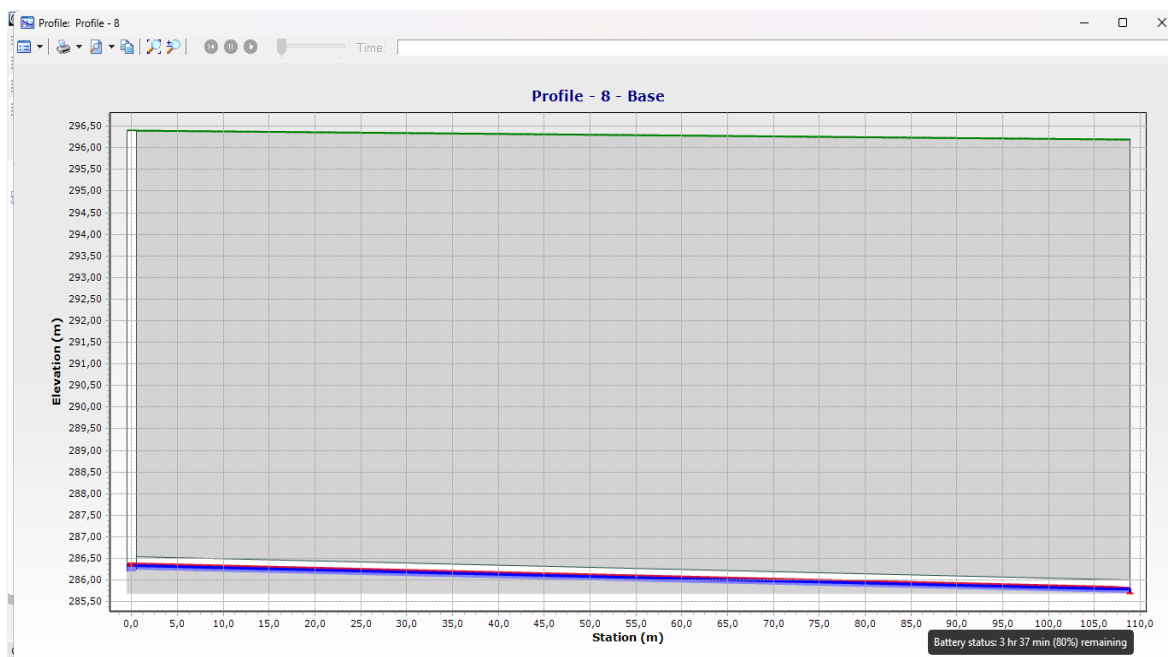


Figure IV.24 : Profil en long de la conduite d'exutoire (CO-1)

## IV.2 Interprétation des résultats

Après l'exécution de la simulation, nous avons obtenus des résultats et des profils en long des conduites ; l'examen des profils en long, a montré l'existence d'une ligne rouge représentant l'énergie (charge hydraulique), d'une ligne bleue représentant la ligne piézométrique, une ligne grise représentant la conduite et une ligne verte représentant la cote du terrain.

En vérifiant tout cela dans le réseau, depuis le début jusqu'à l'exutoire, nous avons constaté que la distance entre la cote du terrain et la conduite est d'au moins 80 cm, ce qui conforme aux normes et aux exigences (hauteur de couverture supérieur ou égale a 80cm). De plus, la ligne bleue se trouve en dessous de la ligne rouge et cela pour tous les tronçons du réseau, ce qui permet un écoulement sans débordement au niveau de tous les regards.

En conclusion, nous pouvons dire que les résultats obtenus à l'aide du logiciel SewerCAD sont similaires à ceux obtenus par le calcul manuel, à l'exception du résultat du diamètre de la conduite de l'exutoire (sur SewerCAD le diamètre de la conduite est de 1300mm alors que pour les calculs manuels nous avons obtenu 1400mm) ce qui est dû à la différence dans les gammes de fabrication (locale et Américaine) le diamètre 1300mm n'existe pas en Algérie. Cependant, dans l'ensemble, les résultats obtenus par SewerCAD sont satisfaisants et offrent une bonne approximation des débits. Cette comparaison démontre l'efficacité de l'utilisation de SewerCAD pour effectuer des calculs hydrauliques, ce qui facilite grandement le processus d'analyse et de conception des réseaux d'assainissement.

### **IV.3 Simulation par logiciel SewerGEMS :**

La simulation par le logiciel SewerGEMS se fait en suivant les étapes ci-après :

#### **IV.3.1 Réglage des unités :**

Le réglage des unités se fait en suivant les étapes ci-après :

On clique sur outils « tools » + plus « more » + options « option », il affiche un tableau qui a plusieurs paramètres, on clique sur unité « units » et modifier la pente « slope » et le temps « time » et unité du système en SI « système international ». Cette opération est illustrée par la figure IV.25.

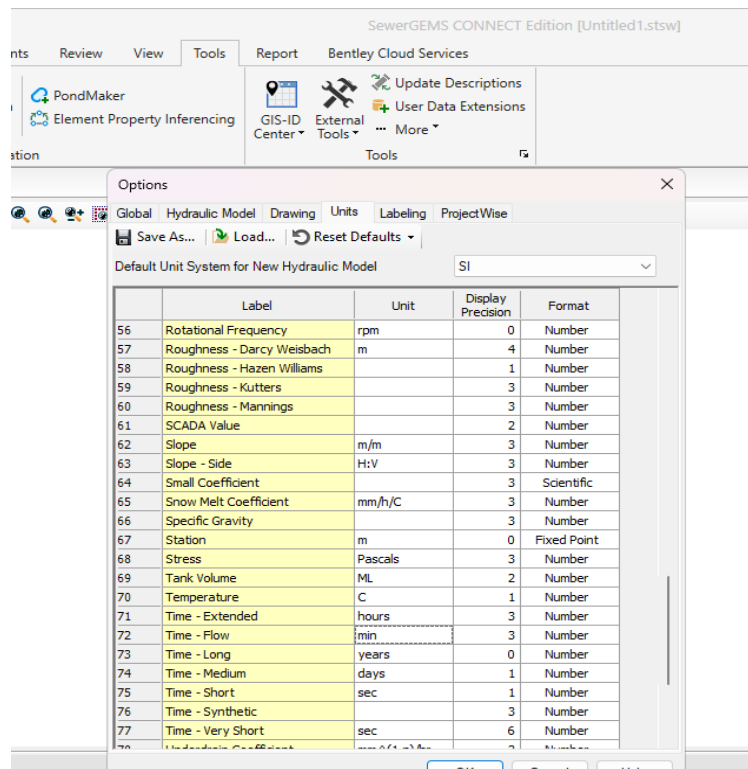


Figure IV.25 : Réglage des unités (SewerGEMS)

### IV.3.2 Réglage des caractéristiques de la conduite

Le réglage des caractéristiques de la conduite se fait comme suit :

On clique sur accueil « home » + options « option » + « solver » + « base calculation option » après modifier « calculation option : design ». Cette opération est illustrée par la figure IV.26.

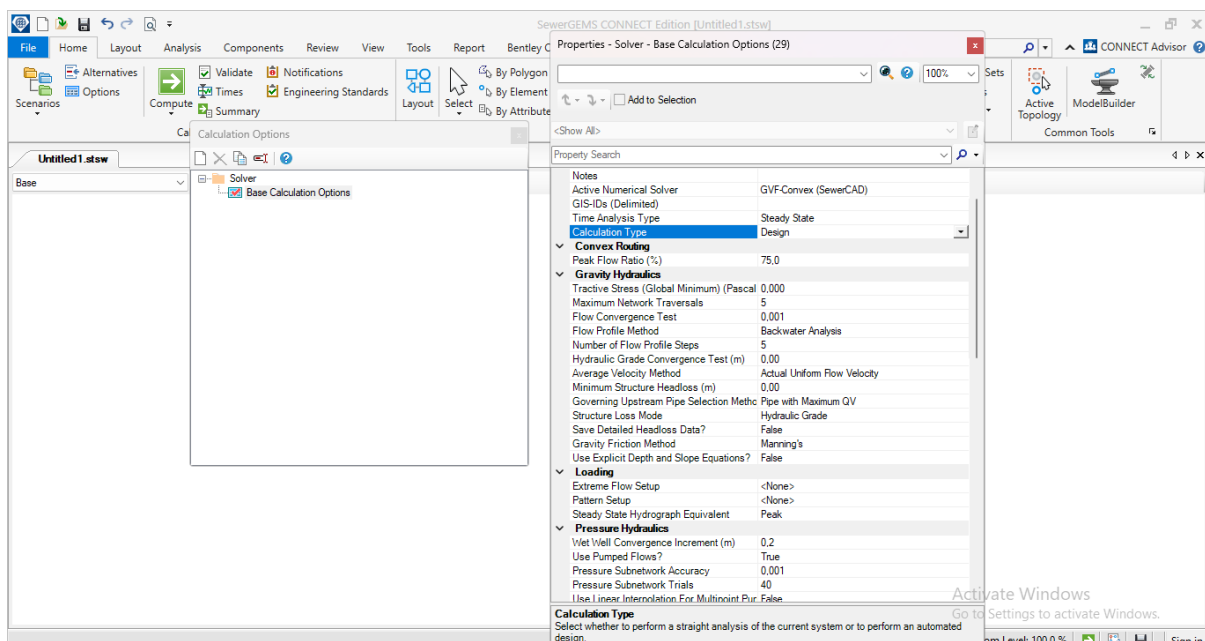
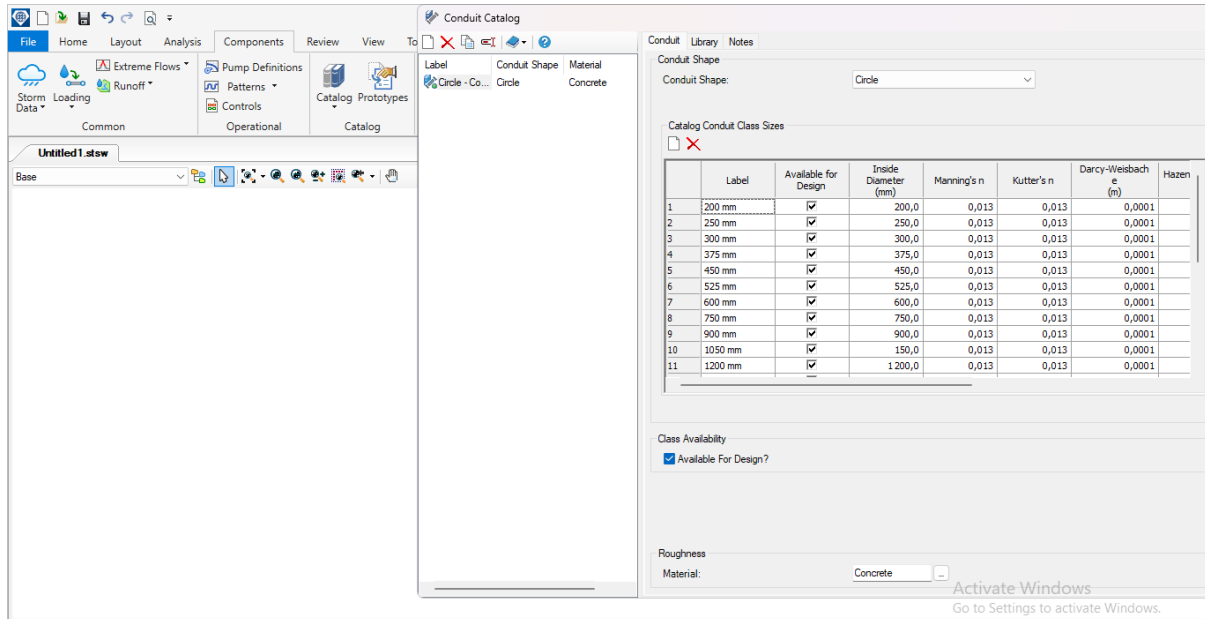


Figure IV.26 : Réglage des caractéristique des conduites (SewerGEMS)

### IV.3.3 Spécifier les diamètres de la conduite

La spécification des diamètres se fait en suivant les étapes ci-après :

On clique sur composants « composants » puis « catalog » + « conduit catalog » et choisi le type de conduite à partir de la bibliothèque « import from library » on a choisis le béton « circle concrete ». Les résultats sont montrés par la figure IV.27.



**Figure IV.27 :** Diamètres des conduites (SewerGEMS)

Après cliquer sur composants « composants » + « prototypes » + « conduite prototype » et modifier la taille des conduites (conduit catalog) et catalog class (Circle concrète « circulaire en béton ») et size (diamètre minimale ; 200mm pour les réseaux d'eau usée et 300 mm pour les réseaux pluviaux et unitaires). Cette opération est illustrée par la figure IV.28.

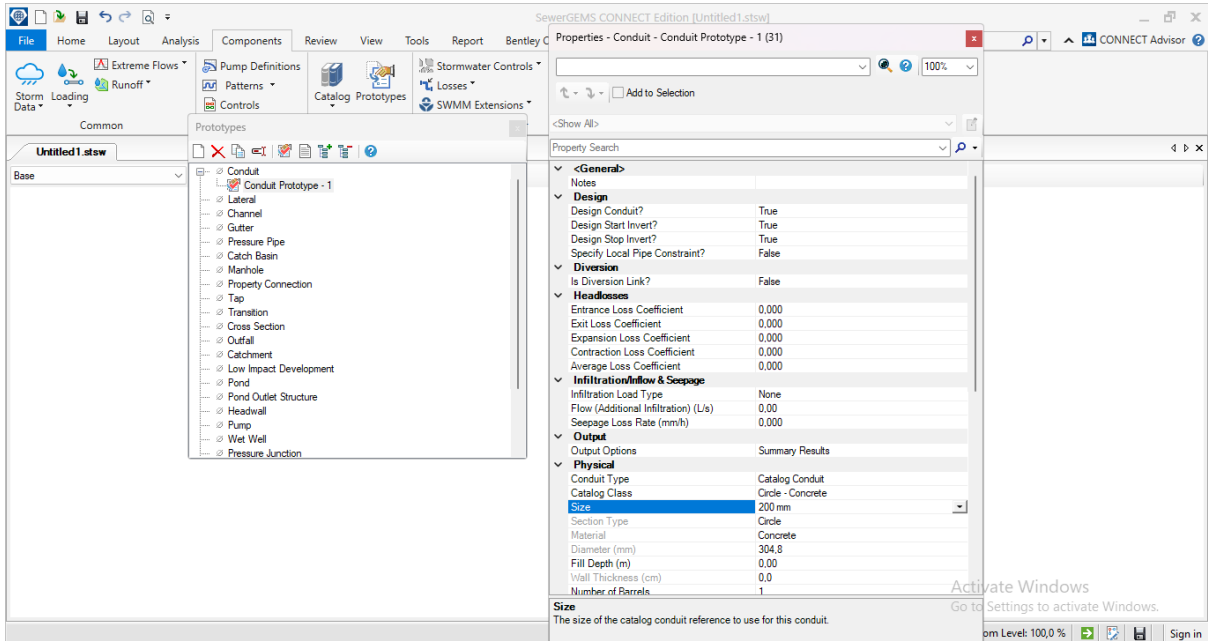


Figure IV.28 : Taille de la conduite « size » (SewerGEMS)

### IV.3.4 Conversion du format Autocad vers SewerGEMS

Afin d'importer un plan autocad du réseau vers SewerGems ; une conversion de format est nécessaire, cette dernière se mène en suivant les étapes ci-après :

Cliquer accueil « home » puis « model Builder » + « new » +choisi le type de fichier « CAD Files » après cliquer sur « browse » pour sélectionner le fichier après clique sur « next »  
 Cette opération est illustrée par la figure IV.29.

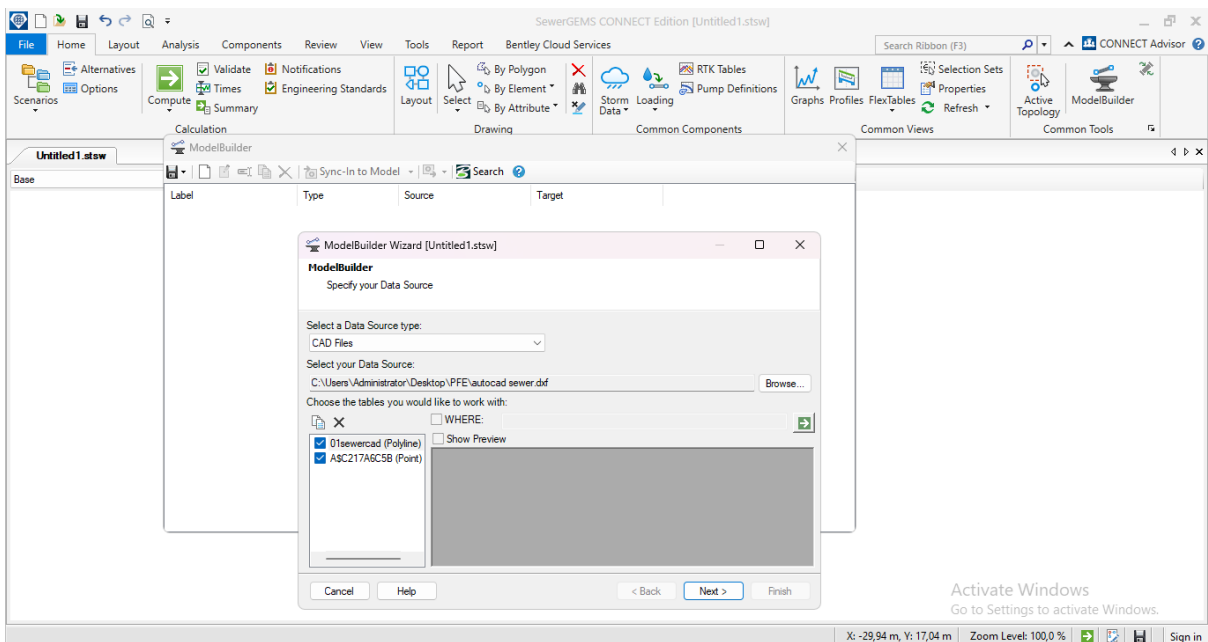
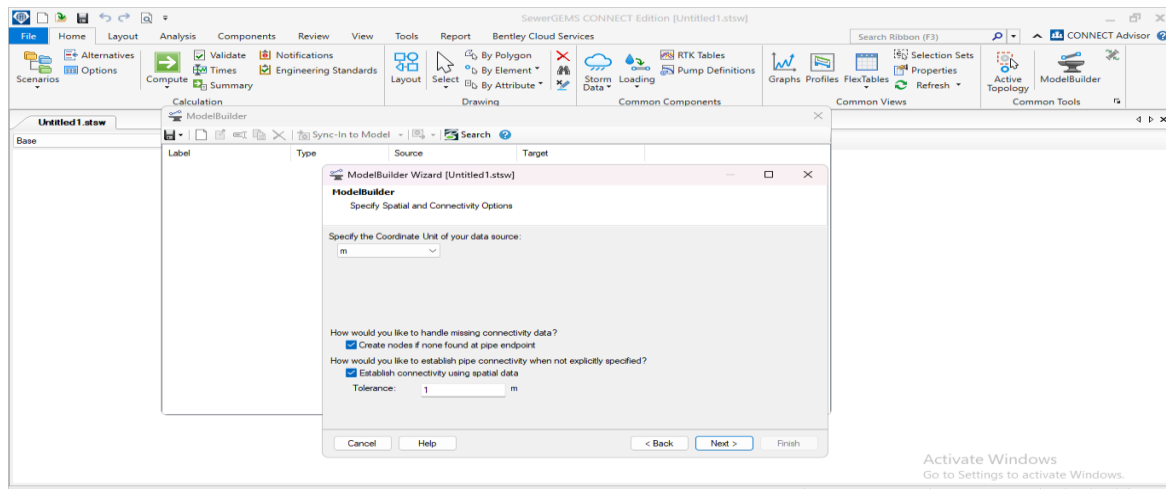


Figure IV.29 : Conversion du format AutoCAD vers SewerGEMS

Ensuite, régler l'unité en mètre et continuer l'opération. Cette opération est illustrée par la figure IV.30.

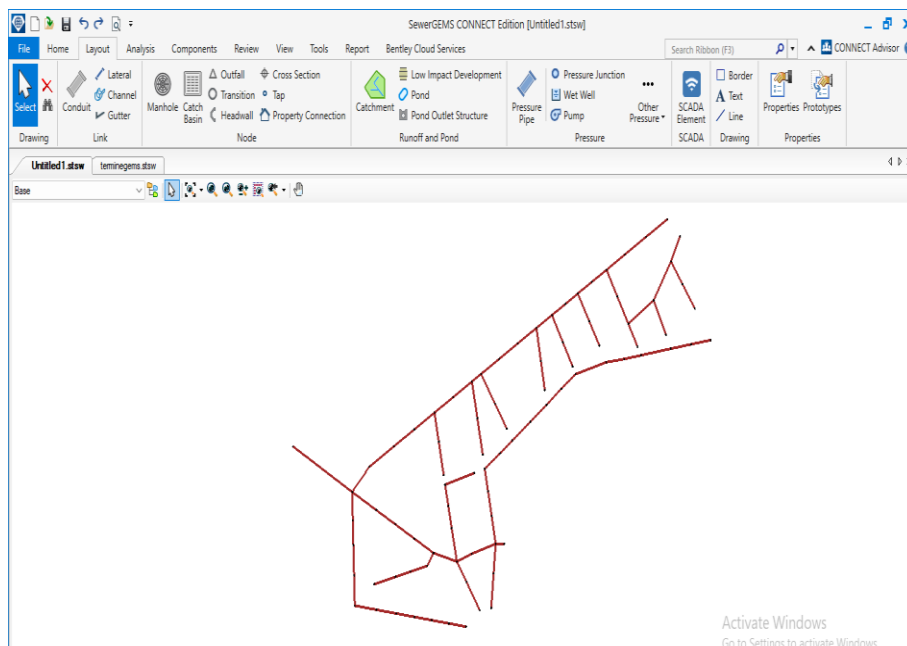


**Figure IV.30 :** Réglage de l'unité en mètre (SewerGEMS)

### IV.3.5 Affichage du tracer sur SewerGEMS

Après que le réseau s'affiche sur logiciel, le regard de l'exutoire a « outfall » est spécifié exutoire et corrigé selon notre cas.

Cette opération est illustrée par les figure IV.31 et IV.32.



**Figure IV.31:** affichage du tracer sur SewerGEMS

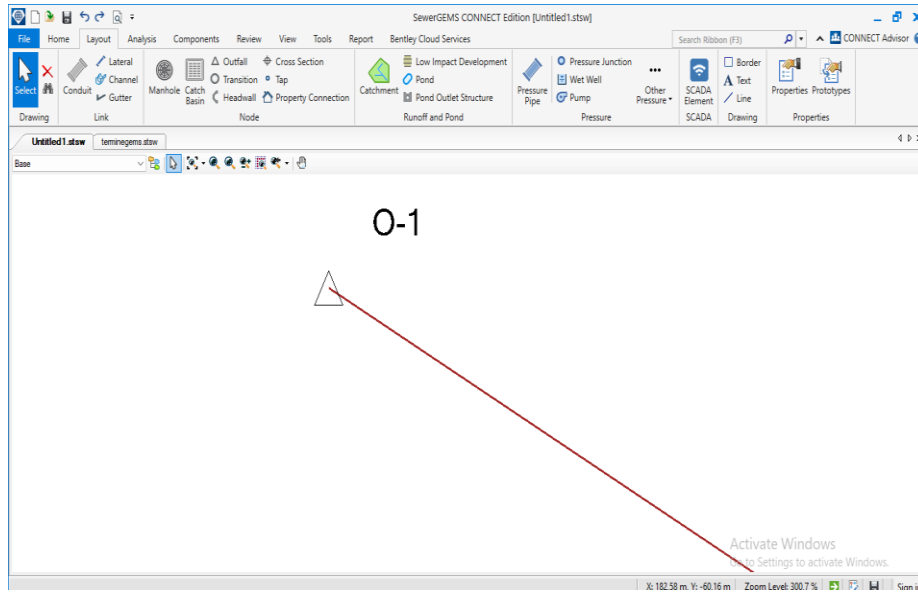


Figure IV.32 : Rejet du réseau (SewerGEMS)

IV.3.6 Introductions des caractéristiques des conduites de réseau d'étude

L'introduction des caractéristiques de la conduite (matériau, diamètre...) de réseau se fait comme suit :

Cliquer sur « analysis » + « alternative » + « physical » et modifier « conduite catalog » et sélectionner le paramètre de la conduite. Cette opération est illustrée par la figure IV.37.

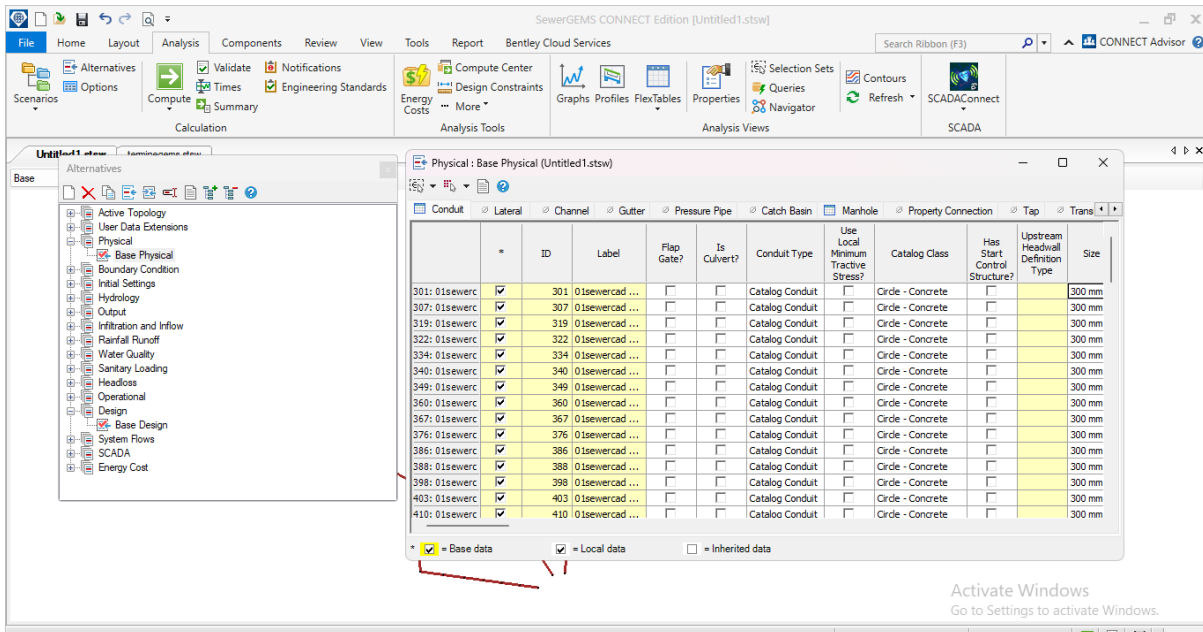


Figure IV.34 : Introduction des caractéristiques des conduites (SewerGEMS)

### IV.3.7 Modifier les paramètres des regards :

Pour réaliser cette opération, il est important de suivre ces étapes :

Cliquer sur « analysis » + « alternative » + « sanitary loading » + « manahole » et sélectionner les paramètres des regards de notre du réseau. Cette opération est illustrée par la figure IV.35.

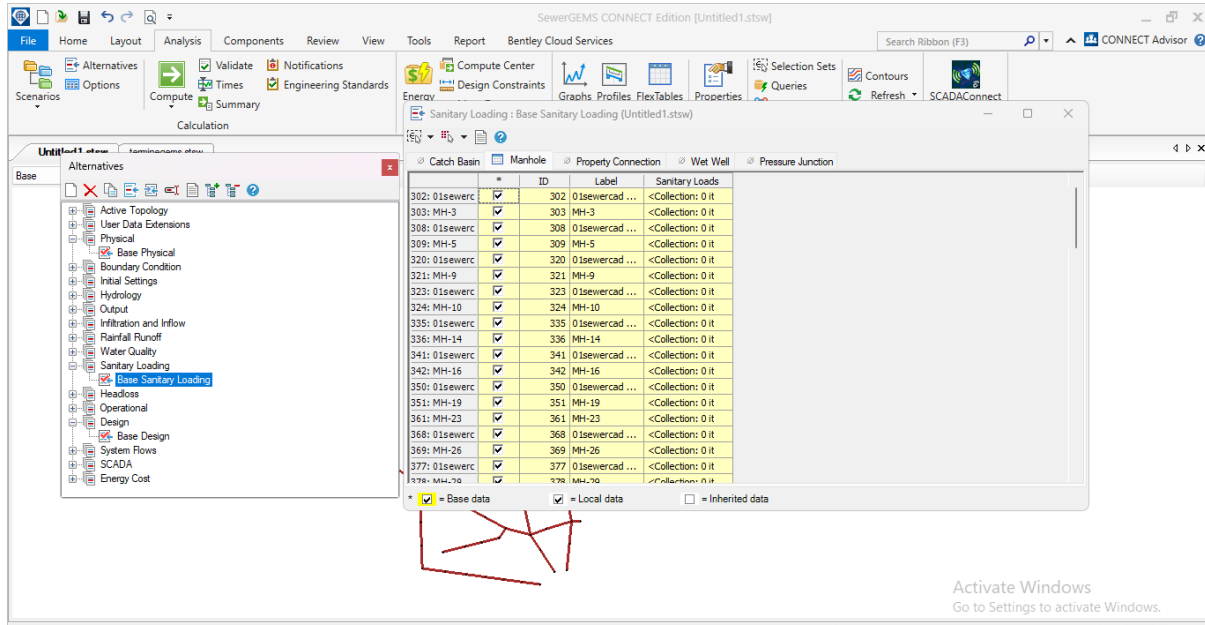


Figure IV.35 : Paramètres du regard (SewerGEMS)

### IV.3.8 Contraintes de dimensionnement des conduites

Pour accomplir cette opération avec succès, il est primordial de suivre ces étapes :

Cliquer sur « analysis » + « alternative » + « design » et sélectionner les paramètres de la vitesse de la conduite. Nous avons exigé une hauteur de remplissage maximale de 80%, une vitesse minimale d'écoulement de 0,6 m/s et une maximale de 4 m/s selon les normes de dimensionnement en vigueur, puis cliquer sur « part full design » pour exécuter la simulation. Cette opération est illustrée par la figure IV.36.

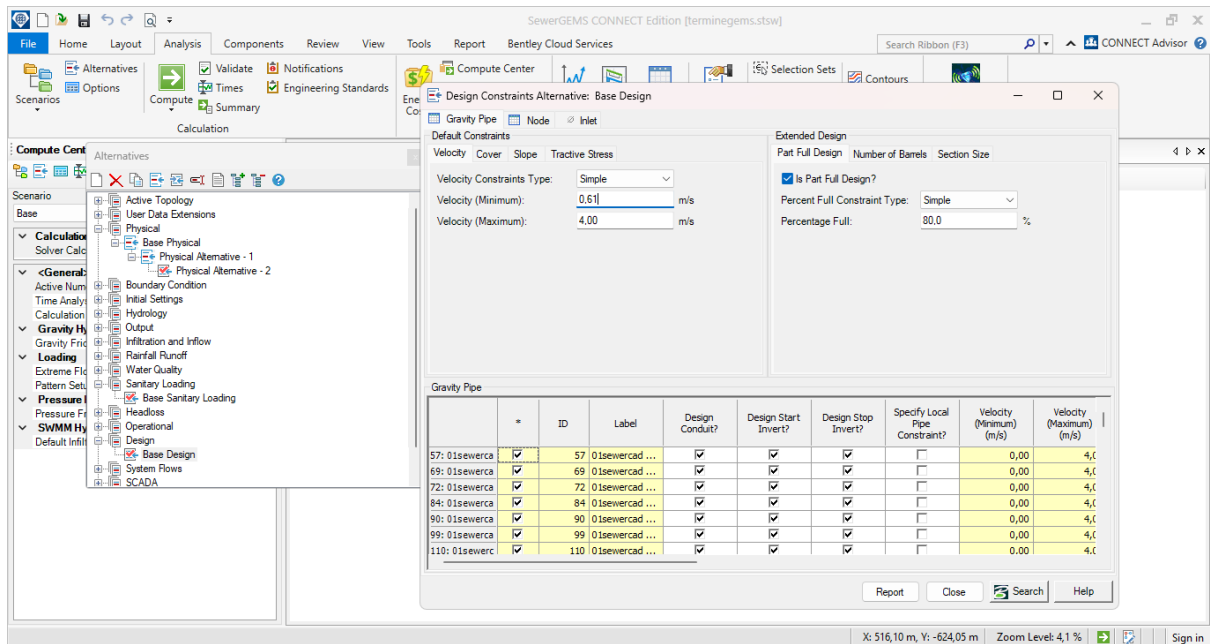


Figure IV.36: Vitesse d'écoulement dans les conduites (SewerGEMS)

### IV.3.9 Hauteur de couverture des conduites

Pour sélectionner les hauteurs de couverture il faut suivre ces étapes :

On clique sur « cover » et sélectionner les paramètres de couverture de la conduite. Pour notre étude on a spécifié « cover=0,8m » ça veut dire la hauteur minimale entre la conduite et la cote du terrain. Naturel. Cette opération est illustrée par la figure IV.37.

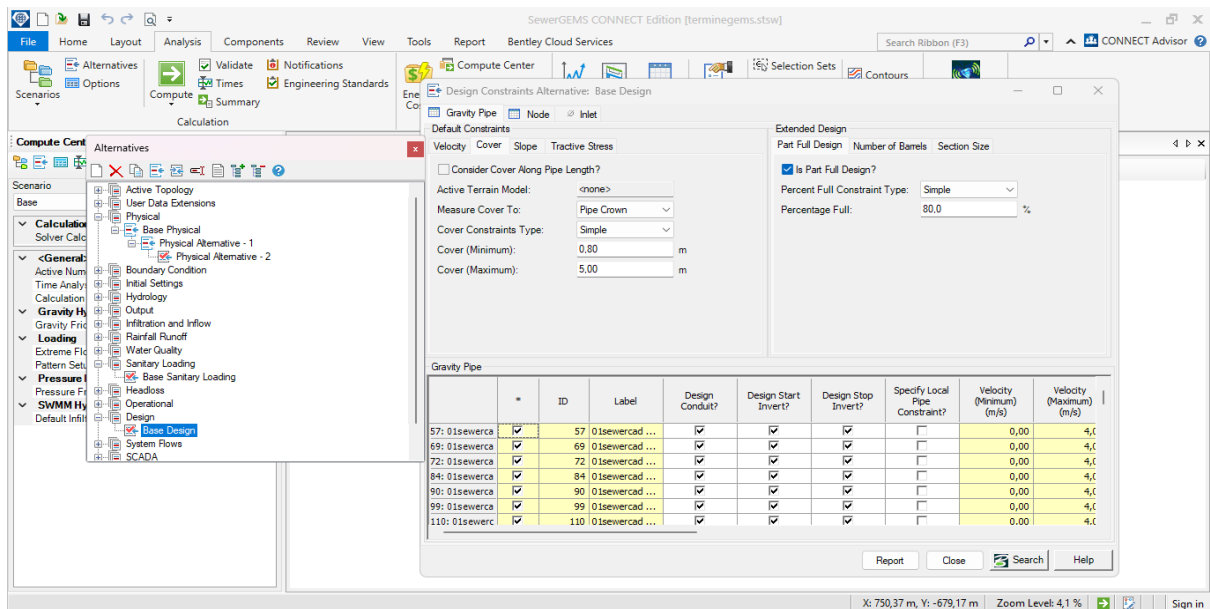


Figure IV.37 : Hauteur de couverture de la conduite (SewerGEMS)

### IV.3.10 Pente des conduites

Il est crucial de suivre scrupuleusement un ensemble de ces étapes :

On clique sur « slope » et sélectionner les données de la pente. Cette opération est effectuée en suivant les étapes présentées sur la figure IV.38.

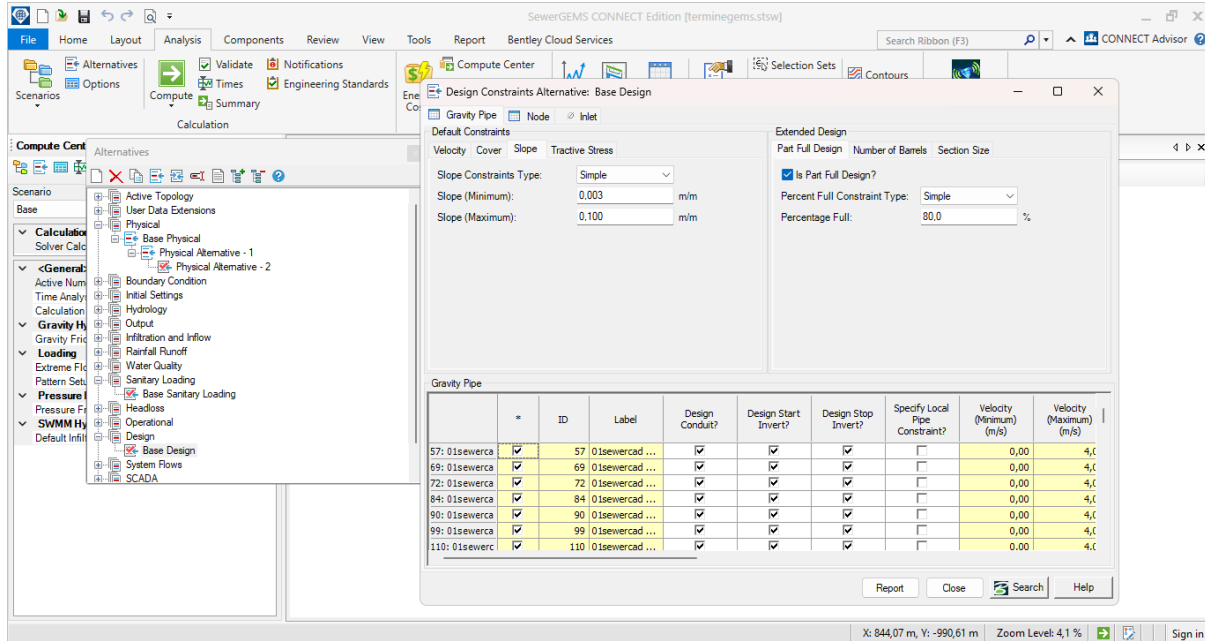


Figure IV.38 : Pente des conduites (SewerGEMS)

### IV.3.11 Intersections des conduites

Cette opération se fait comme suit :

On clique sur « node » et sélectionner les données de l'intersection. Cette opération est illustrée par la figure IV.39.

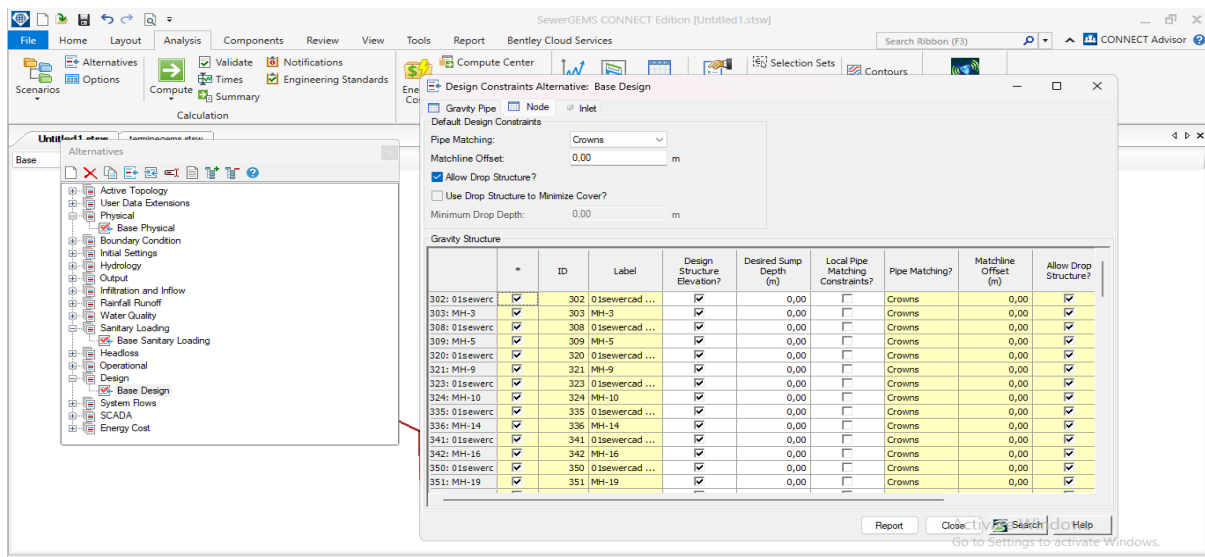


Figure IV.39 : Intersection des conduites (SewerGEMS)

### IV.3.12 Tracé des bassins versant de la zone d'étude :

Pour tracer les bassins versants de la zone, il faut tout d'abord Cliquer sur « layout »+ « catchment » Cette opération est illustrée par la figure IV.40.

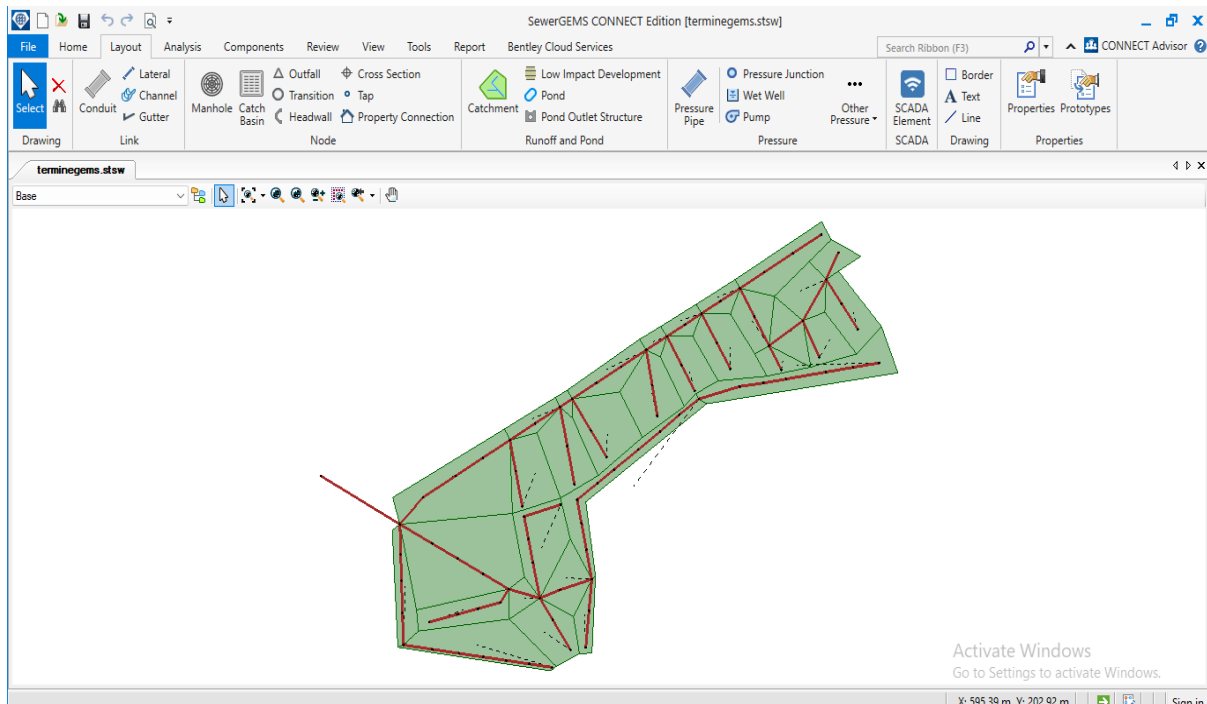


Figure IV.40 : Tracé des bassins versant de note zone d'étude

### IV.3.13 Caractéristique des sous bassins

Pour remplir les caractéristiques des sous bassins il faut cliquer sur « analysis » + « flexTable » + « catchment » et choisir une méthode, et remplir le temps de concentration et le coefficient de ruissèlement et la surface. Cette opération est illustrée par la figure IV.41.

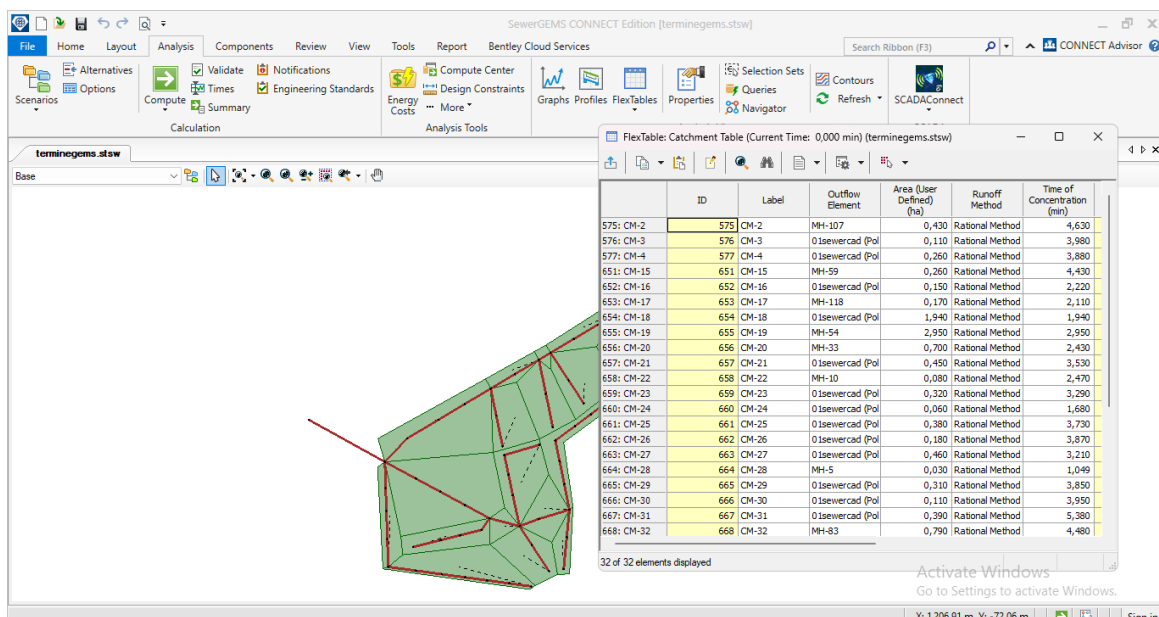


Figure IV.41 : Caractéristiques des sous bassins

Après cliquer sur « composants » + « storm data » + « IDF curve Equation » et remplir les paramètres climatiques de la loi d'ajustement adopté (TALBOT, MONTANA...) de la courbe IDF relatif à la région d'étude ; a et b du model MONTANA dans notre cas (a=4 et b=-0.5 applicable pour le nord Algérien pour une période de retour de 10ans ; figure IV.17), la courbe IDF est visualisable directement. Cette étape est très importante car les données introduites serviront à l'estimation des débits pluviaux.

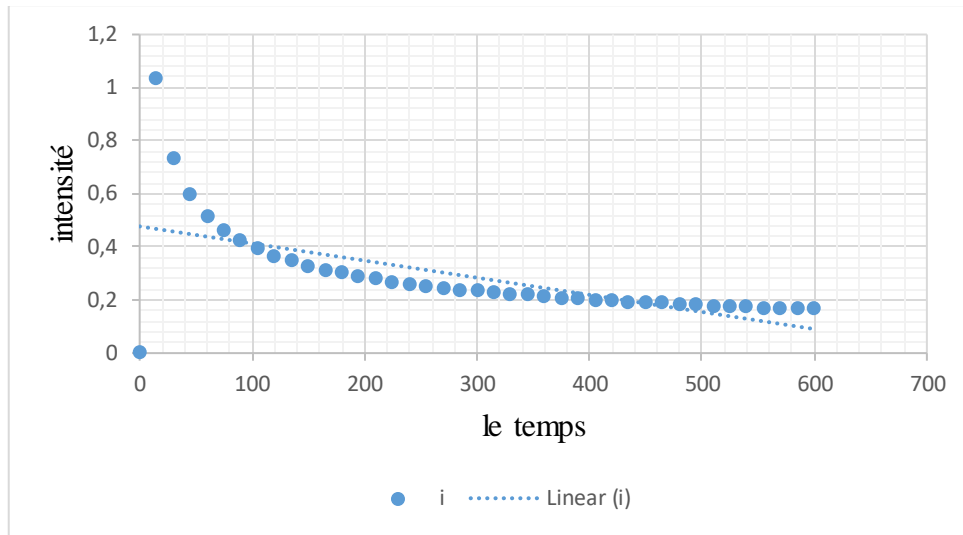


Figure IV.42 : la variation de l'intensité en fonction du temps

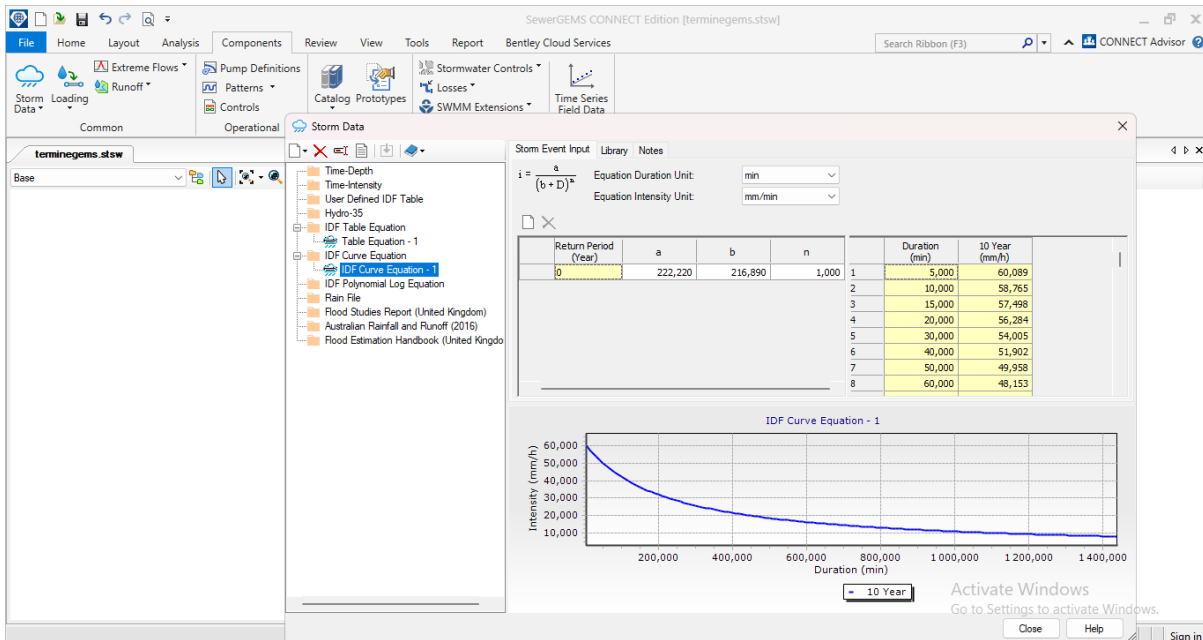


Figure IV.43 : Courbe IDF sur logiciel

#### IV.3.14 Cotes des jonctions (regards) :

En ce qui concerne les côtes des regards, il existe deux méthodes différentes. La première consiste à remplir automatiquement les côtes à l'aide d'Autocad, tandis que la seconde nécessite

une approche manuelle, pour exécuter cette opération nous avons opté pour la seconde méthode en introduisant les cotes manuellement et voici la méthode :

Cliquer sur « analysis » + « flexTable » + « manhole » et remplir la cote du regard « elevation ground » Cette opération est illustrée par la figure IV.44.

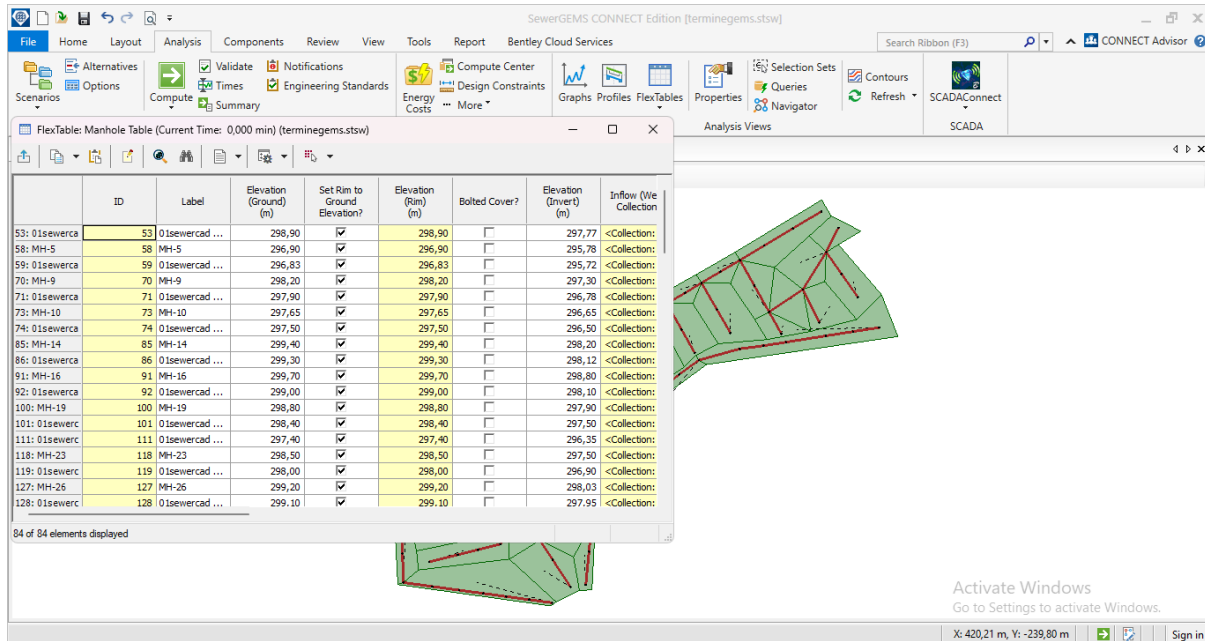


Figure IV.44 : Introduction des cotes des regards

Après cliquer sur « outfall » pour remplir la côte de l'exutoire (figure IV.43).

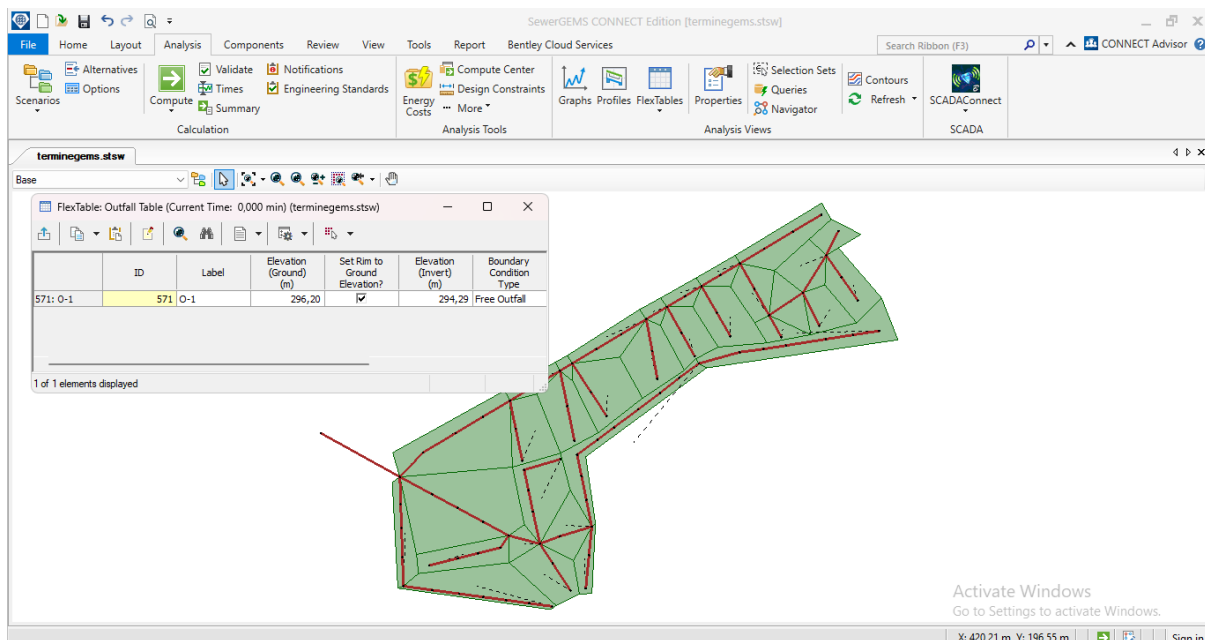


Figure IV.45 : Côtes du regard d'exutoire

### IV.3.15 Simulation :

Pour lancer la simulation il faut suivre ces étapes :

Cliquer sur « analysis » + « compute » pour visualiser les résultats, qui sont illustrés respectivement ; pour les conduites (figure IV.46), les regards (figure IV.47) et pour le regard de l'exutoire (figure IV.48).

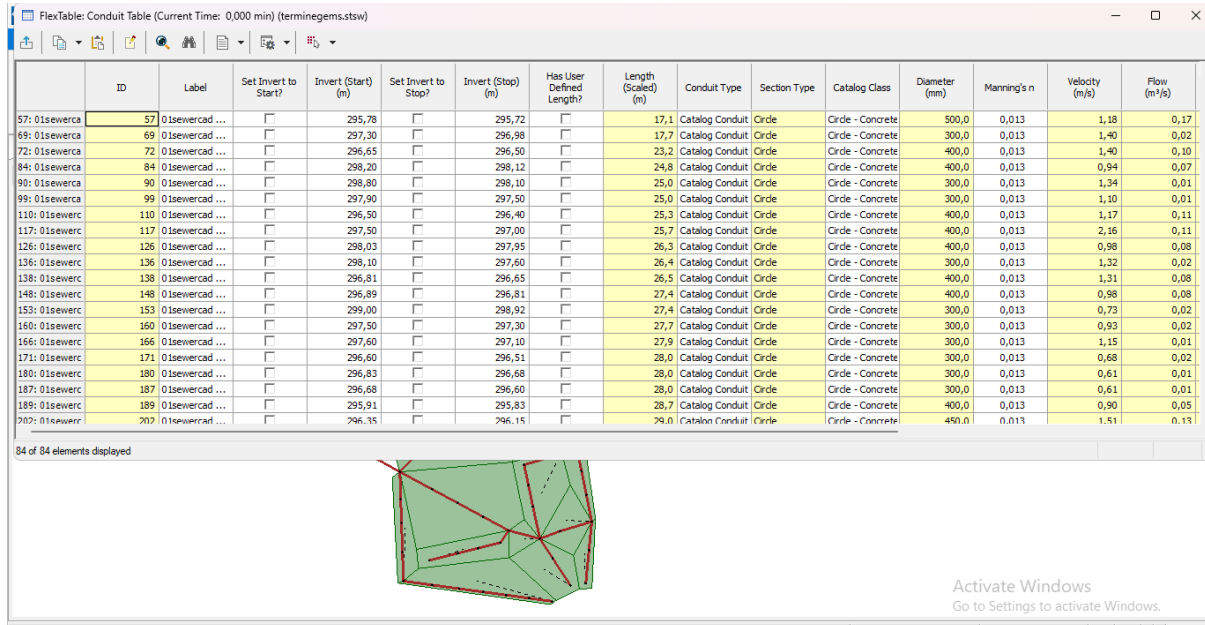


Figure IV.46 : Résultats de la conduite

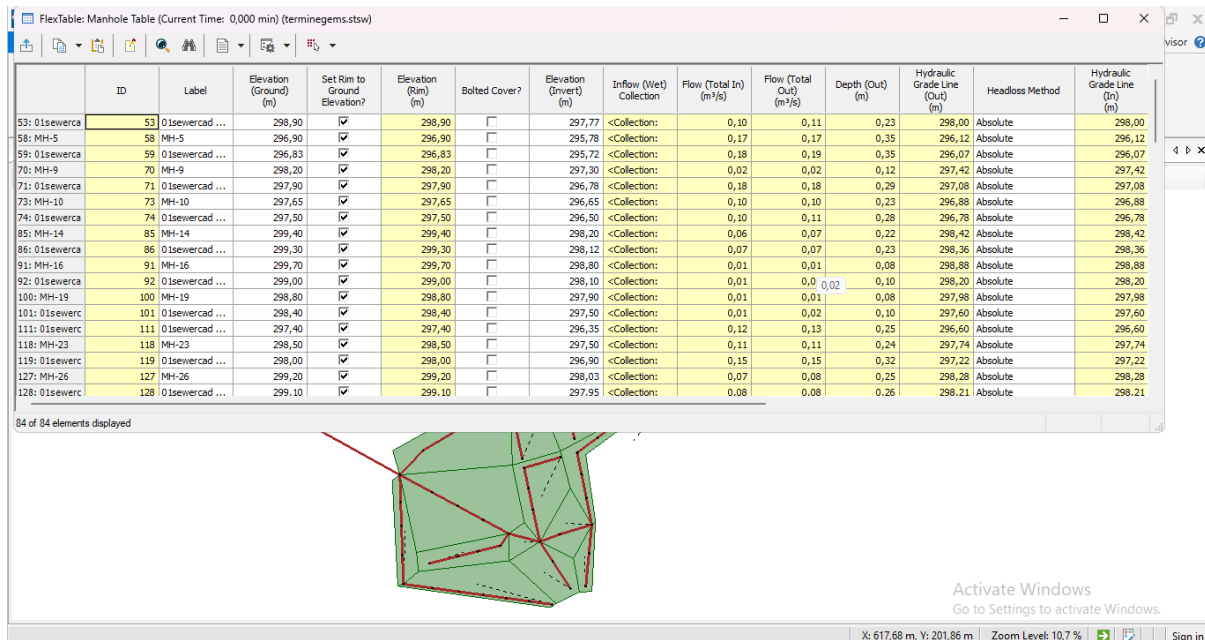


Figure IV.47 : Résultats des regards

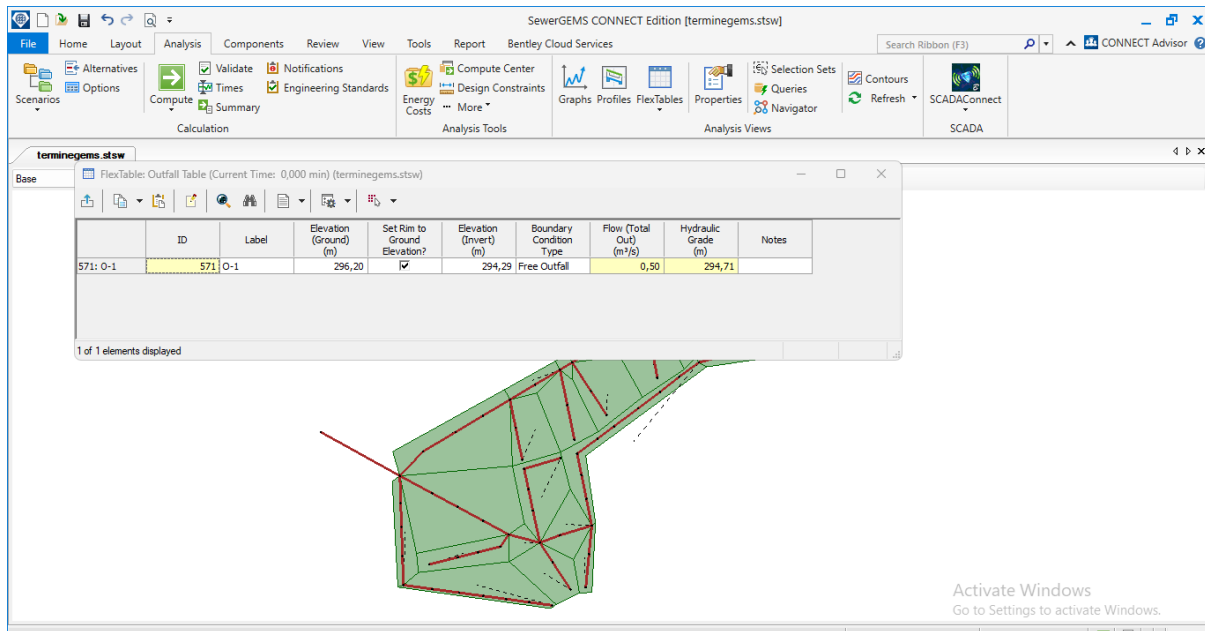


Figure IV.48 : Résultats de regard d'exutoire

Et voici le tableau IV.4 qui résume le résultat des tronçons

Tableau IV.4 : Résultats de simulation par SewerGEMS des conduites

Tronçons	ID	Diamètres (mm)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau
<b>Conduit</b>	ID	diametre (mm)	length scaled (m)	slope calculated (m/m)	velocity (m/s)	Flow (m <sup>3</sup> /s)	depth (middle m)
1-2	498	300	40	0,014	0,85	0,01	0,07
2-3	506	300	40	0,013	1,01	0,01	0,1
3-4	344	300	34,2	0,003	0,69	0,02	0,13
19-20	293	300	32,8	0,005	0,61	0,01	0,1
20'-20	261	300	32,1	0,015	1,09	0,01	0,11
20''-20'	374	300	34,4	0,014	0,86	0,01	0,07
20-21	568	300	53	0,003	0,73	0,02	0,14
21'-21	540	300	44,6	0,011	0,78	0,01	0,1
21-22	561	300	48,9	0,009	1,23	0,04	0,16
22'-22	243	300	30,2	0,006	0,65	0,01	0,11
22-23	454	300	36,2	0,019	1,75	0,05	0,15
23-4	437	400	35,3	0,003	0,9	0,05	0,22
4-5	148	400	27,4	0,003	0,97	0,08	0,22

Tronçons	ID	Diamètres (mm)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau
5-6	138	400	26,5	0,006	1,28	0,08	0,21
24-25	300	300	32,8	0,009	0,73	0,01	0,07
25-6	458	300	36,9	0,015	1,08	0,01	0,1
6-7	72	400	23,2	0,006	1,37	0,09	0,24
7-8	110	400	25,3	0,004	1,14	0,1	0,25
26-27	270	300	32,3	0,009	0,72	0,01	0,07
27-8	447	300	35,9	0,006	0,76	0,01	0,11
8-9	202	400	29	0,007	1,46	0,11	0,25
28-29	321	300	33,9	0,005	0,61	0,01	0,08
29-9	475	300	39,1	0,003	0,61	0,01	0,13
9-10	399	450	35	0,003	1,1	0,13	0,32
10-11	421	450	35	0,003	1,11	0,14	0,32
11-12	327	450	34	0,003	1,18	0,14	0,3
30-31	369	300	34,4	0,015	0,87	0,01	0,08
31-12	523	300	41,2	0,003	0,61	0,01	0,11
12--13	57	500	17,1	0,003	1,16	0,16	0,33
32-33	525	300	42,9	0,012	0,8	0,01	0,07
33-13	534	300	43,2	0,004	0,68	0,01	0,11
13-14	391	500	35	0,004	1,26	0,17	0,31
14-15	429	500	35,2	0,006	1,53	0,18	0,34
34-35	485	300	39,4	0,005	0,61	0,01	0,07
35--15	357	300	34,3	0,006	0,75	0,01	0,14
15-16	463	500	38	0,003	1,2	0,2	0,39
16-17	465	500	38	0,003	1,2	0,2	0,35
17-18	549	600	46	0,003	1,25	0,21	0,35
18-80	512	600	40,3	0,003	1,26	0,21	0,38
55--56	516	300	40,3	0,012	0,82	0,01	0,07
56-73	229	400	29,4	0,003	0,94	0,07	0,23
40-41	252	300	31,9	0,058	1,41	0,01	0,08
41-42	314	300	33,1	0,003	0,61	0,01	0,11

Tronçons	ID	Diamètres (mm)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau
42-43	553	300	48,6	0,003	0,68	0,02	0,13
43-44	153	300	27,4	0,003	0,71	0,02	0,14
44-45	213	300	29	0,003	0,73	0,02	0,15
45-46	565	300	51,1	0,003	0,77	0,03	0,17
46-47	210	300	29	0,003	0,81	0,04	0,2
47-48	233	300	29,6	0,003	0,83	0,04	0,21
48-49	310	300	33	0,003	0,85	0,05	0,2
49-50	450	400	36,1	0,003	0,9	0,05	0,2
50-51	84	400	24,8	0,003	0,91	0,06	0,2
51-52	247	400	30,4	0,003	0,92	0,06	0,21
52-53	126	400	26,3	0,003	0,93	0,06	0,22
56-73	352	300	34,3	0,021	1,22	0,01	0,1
54-73	283	400	32,7	0,003	0,96	0,07	0,22
73-74	508	400	40,1	0,007	1,36	0,09	0,21
74-75	117	400	25,7	0,019	2,04	0,09	0,23
57-58	479	300	39,2	0,013	0,83	0,01	0,07
58-75	166	300	27,9	0,018	1,15	0,01	0,11
36-37	555	300	45,6	0,05	1,34	0,01	0,06
37-38	90	300	25	0,028	1,23	0,01	0,08
38-39	136	300	26,4	0,019	1,17	0,01	0,09
39-75	489	300	39,6	0,013	1,08	0,02	0,12
75-76	473	450	38,9	0,003	1,08	0,12	0,28
59-60	441	300	35,5	0,006	0,62	0,01	0,06
60-61	99	300	25	0,016	1,01	0,01	0,08
61-62	160	300	27,7	0,007	0,83	0,01	0,09
62-76	69	300	17,7	0,018	1,22	0,02	0,1
76-77	418	450	35	0,012	1,93	0,14	0,26
77-78	395	450	35	0,013	1,98	0,14	0,3
78-79	381	450	34,9	0,003	1,14	0,15	0,31
79-80	538	450	43,9	0,02	2,37	0,16	0,24

Tronçons	ID	Diamètres (mm)	Longueur (m)	Pente (m/m)	Vitesse (m/s)	Débit (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau
63-64	180	300	28	0,005	0,61	0,01	0,08
64-65	187	300	28	0,003	0,61	0,01	0,11
65-66	171	300	28	0,003	0,68	0,02	0,13
66-67	221	300	29,3	0,003	0,73	0,02	0,15
67-68	278	300	32,3	0,003	0,77	0,03	0,17
68-69	432	300	35,2	0,003	0,81	0,04	0,19
69-70	411	300	35	0,003	0,83	0,04	0,21
70-71	414	300	35	0,003	0,85	0,05	0,2
71-72	189	400	28,7	0,003	0,9	0,05	0,18
72-80	287	400	32,7	0,025	1,99	0,06	0,19
80-Rejet	573	800	108,9	0,003	1,48	0,44	0,46

Le tableau IV.5 Donne le résultat des regards

**Tableau IV.5** : Résultats de simulation par SewerGEMS des regards

Numéro de regard	ID	Côte du terrain naturel (m)	Côte du radier (m)	Débit total (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau depth out	Vitesse Velocity
Numbers of manhol	ID	elevation ground m	elevation invert	Flow total out	depth out	Velocity
1	499	299,04	297,94	0,01	0,06	0,63
2	500	298,5	297,4	0,01	0,08	0,38
3	345	298	296,9	0,02	0,12	0,46
4	149	297,99	296,69	0,08	0,24	0,58
5	139	297,85	296,61	0,08	0,2	1,2
6	73	297,65	296,45	0,09	0,22	1,11
7	74	297,5	296,3	0,1	0,26	1,1
8	111	297,4	296,2	0,11	0,24	1,22
9	203	297,3	295,95	0,13	0,32	0,3
10	400	297,2	295,84	0,14	0,32	1,06
11	328	297	295,74	0,14	0,32	1,14
12	58	296,9	295,57	0,16	0,33	0,43
13	59	296,83	295,52	0,17	0,33	0,42
14	392	296,7	295,4	0,18	0,29	1,47
15	358	296,5	295,2	0,2	0,39	1,09
16	464	296,48	295,09	0,2	0,38	1,21
17	466	296,46	294,87	0,21	0,34	1,6
18	513	296,43	294,73	0,21	0,36	1,18

Numéro de regard	ID	Côte du terrain naturel (m)	Côte du radier (m)	Débit total (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau	Vitesse (m/s)
19	294	299,48	298,38	0,01	0,06	0,61
20	262	299,38	298,21	0,02	0,14	0,18
20'	263	299,8	298,7	0,01	0,08	0,38
20''	375	300,28	299,18	0,01	0,06	0,63
21	541	299,2	298,05	0,04	0,15	0,71
21'	542	299,62	298,52	0,01	0,06	0,63
22	244	298,7	297,6	0,05	0,17	0,15
22'	245	298,89	297,79	0,01	0,06	0,63
23	438	298	296,8	0,05	0,2	1,75
24	302	298,49	297,39	0,01	0,06	0,63
25	301	298,2	297,1	0,01	0,08	0,38
26	272	297,88	296,78	0,01	0,06	0,63
27	271	297,6	296,5	0,01	0,08	0,38
28	323	297,5	296,4	0,01	0,06	0,61
29	322	297,4	296,22	0,01	0,1	0,31
30	371	297,5	296,4	0,01	0,06	0,63
31	370	297	295,9	0,01	0,1	0,31
32	527	297,5	296,4	0,01	0,06	0,63
33	526	297	295,9	0,01	0,09	0,34
34	486	296,9	295,8	0,01	0,06	0,61
35	359	296,77	295,59	0,01	0,08	0,38
36	556	302	300,9	0,01	0,06	0,63
37	91	299,7	298,6	0,01	0,07	0,47
38	92	299	297,9	0,01	0,08	0,57
39	137	298,5	297,4	0,02	0,09	0,65
40	253	302	300,9	0,01	0,06	0,63
41	254	300,15	299,05	0,01	0,1	0,31
42	315	300,09	298,95	0,02	0,12	0,45
43	154	300	298,8	0,02	0,13	0,61
44	155	299,95	298,72	0,02	0,14	0,64
45	214	299,9	298,63	0,03	0,16	0,62
46	211	299,8	298,48	0,04	0,19	0,66
47	212	299,7	298,39	0,04	0,21	0,7
48	234	299,6	298,3	0,05	0,22	0,76
49	311	299,5	298,11	0,05	0,19	1,17
50	85	299,4	298	0,06	0,2	0,86
51	86	299,3	297,92	0,06	0,21	0,87
52	127	299,2	297,83	0,06	0,21	0,88
53	128	299,1	297,75	0,07	0,22	0,89
54	230	298,99	297,66	0,07	0,23	0,88
55	517	300	298,9	0,01	0,06	0,63
56	353	299,5	298,4	0,01	0,08	0,38

Numéro de regard	ID	Côte du terrain naturel (m)	Côte du radier (m)	Débit total (m <sup>3</sup> /s)	Tirent d'eau	Vitesse (m/s)
57	480	299	297,9	0,01	0,06	0,63
58	167	298,5	297,4	0,01	0,08	0,38
59	442	299	297,9	0,01	0,06	0,62
60	100	298,8	297,7	0,01	0,07	0,47
61	101	298,4	297,3	0,01	0,08	0,57
62	70	298,2	297,1	0,02	0,09	0,65
63	181	297,73	296,63	0,01	0,06	0,61
64	182	297,7	296,48	0,01	0,1	0,31
65	172	297,65	296,4	0,02	0,12	0,45
66	173	297,6	296,31	0,02	0,14	0,55
67	222	297,55	296,22	0,03	0,16	0,61
68	279	297,5	296,13	0,04	0,18	0,66
69	412	297,45	296,02	0,04	0,21	0,7
70	413	297,25	295,92	0,05	0,22	0,75
71	190	297	295,71	0,05	0,19	1,17
72	191	296,88	295,62	0,06	0,17	1,03
73	53	298,9	297,57	0,09	0,21	1,07
74	118	298,5	297,3	0,09	0,22	1,26
75	119	298	296,75	0,12	0,29	0,45
76	71	297,9	296,63	0,14	0,26	1,26
77	396	297,45	296,2	0,14	0,27	1,41
78	382	297	295,75	0,15	0,34	1,13
79	383	296,89	295,64	0,16	0,28	1,46
80	288	296,4	294,51	0,44	0,5	0,95

Le tableau IV. Donne le résultat du regard d'exutoire

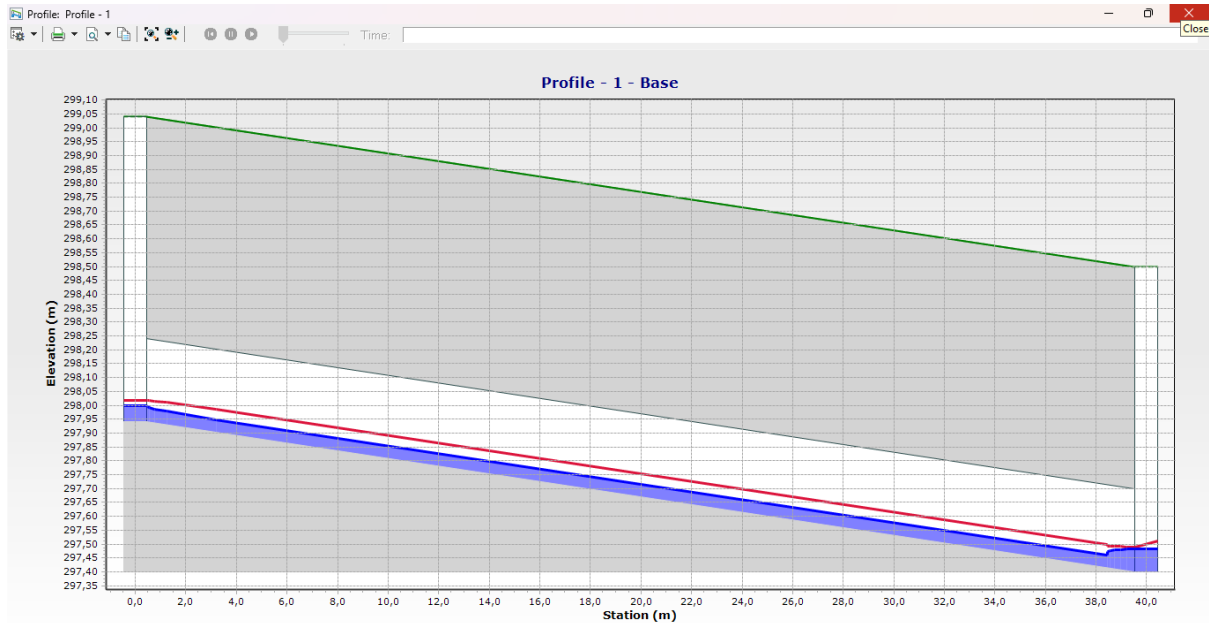
**Tableau IV.6** : Résultats de simulation par SewerGEMS de regard d'exutoire

Regard d'exutoire	ID	Étiquette	Côte du terrain naturel (m)	Côte du radier (m)	Débit totale (m <sup>3</sup> /s)
	ID	Label	elevation ground	elevation invert	Flow total
<b>Outfull</b>	571	O-1	296,2	294,19	0,44

### IV.3.16 Profils en long

Pour tracer les profils ; cliquer sur l'onglet « analysis » puis sélectionner « profile » une fois le tableau affiché, cliquer sur chaque élément pour visualiser le profil correspondant.

Cette étape nous permet de visualiser les profils en long des tronçons de conduites de notre réseau afin de vérifier les caractéristiques hydrauliques de ses dernières (le remplissage des conduites, leurs recouvrements, la ligne d'eau et l'état des regards ...) les figures de IV.49 a IV.54 représente les profils en long de quelques tronçons de notre réseau.



**Figure IV.49** : Profil en long de la conduite (Polyline 157)



**Figure IV.50** : Profil en long de la conduite (Polyline 214)

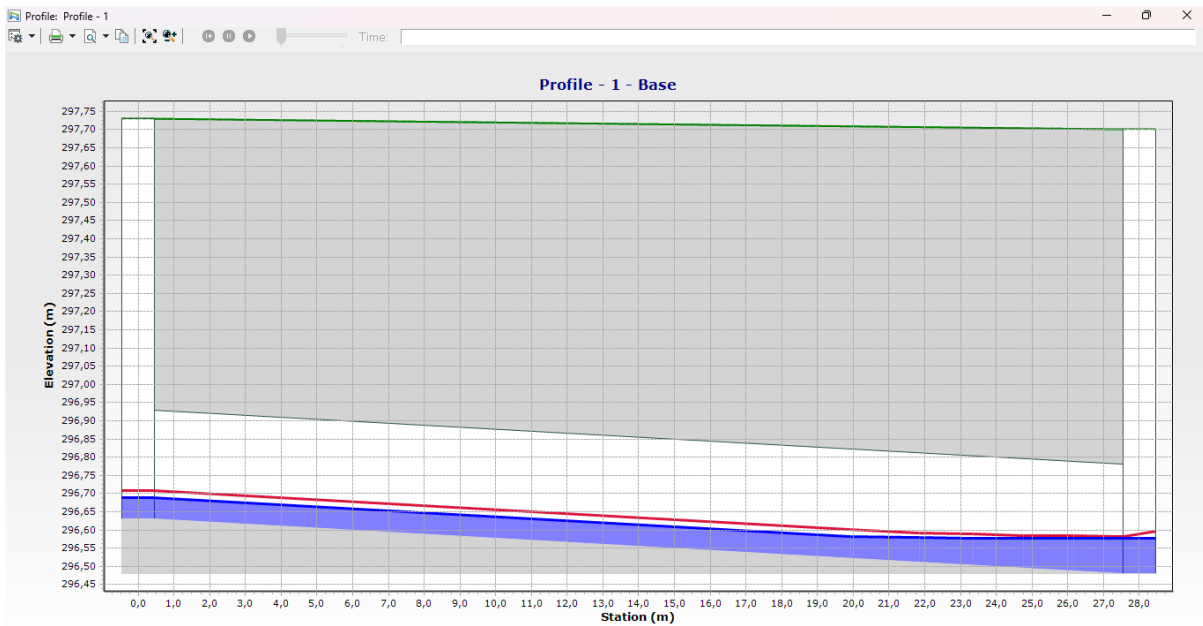


Figure IV.51 : Profil en long de la conduite (Polyline 241)

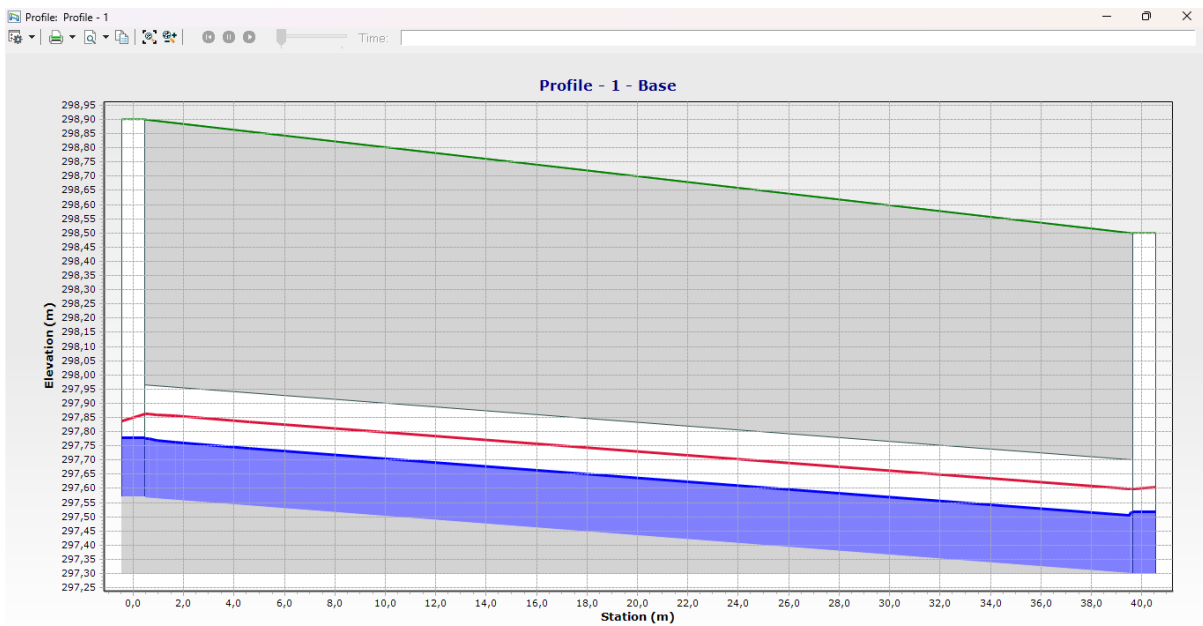
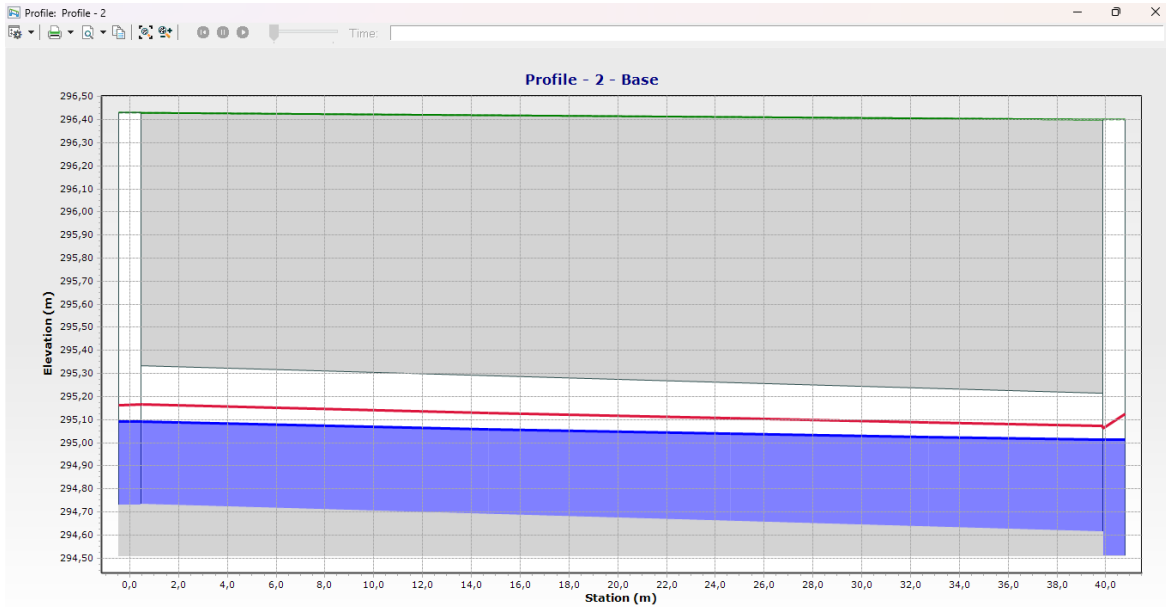
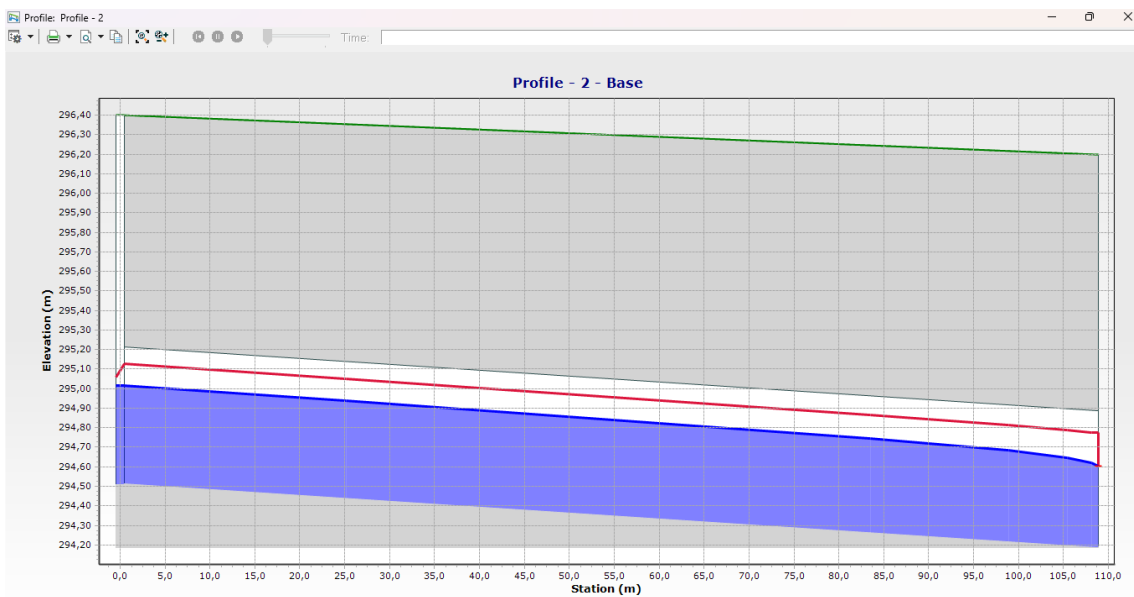


Figure IV.52 : Profil en long de la conduite (Polyline 252)



**Figure IV.53 :** Profil en long de la conduite (Polyline 201)



**Figure IV.54:** Profil en long de la conduite d'exutoire (co-1)

#### IV.4 Interprétation

D'après l'analyse des profils en long du réseau obtenu par le logiciel SewerGEMS, nous avons constaté plusieurs éléments importants. Tout d'abord, la ligne rouge représente la ligne l'énergie (charge hydraulique), tandis que la bleue représente la ligne piézométrique. La ligne grise correspond à la ligne de conduite, et la ligne verte représente la cote du terrain naturel. En examinant attentivement le réseau, nous avons remarqué que la distance entre la cote du terrain et la conduite est d'au moins 80 cm, ce qui correspond à nos exigences de conception.

Cela est crucial pour assurer un bon écoulement et éviter tout problème de proximité avec la surface du sol.

Un autre aspect positif que nous avons observé est que la ligne bleue, qui représente la ligne piézométrique, est située en dessous de la ligne rouge, qui représente l'énergie. Cela indique que la pression hydraulique est correctement maintenue dans le réseau, ce qui est essentiel pour un fonctionnement hydraulique efficace.

En ce qui concerne les regards, nous avons pu vérifier qu'il n'y a pas de débordement, ce qui témoigne de la capacité du réseau à gérer les débits et les volumes d'eaux usées de manière adéquate.

Les résultats obtenus en utilisant le logiciel SewerGEMS répondent aux exigences hydrauliques et nous a permis d'évaluer précisément les paramètres importants du réseau (Tamazoura) Cela confirme l'efficacité de l'utilisation de SewerGEMS pour une conception et une analyse approfondie d'un réseau d'assainissement.

En plus nous avons comparé les résultats obtenus avec le dimensionnement manuel. Nous avons constaté que les débits étaient convergents, ce qui signifie que les valeurs calculées par SewerGEMS sont similaires à celles du dimensionnement manuel. De plus, les diamètres des conduites sont pratiquement les mêmes, à l'exception de quelques conduites (Lors de nos calculs manuels, nous avons obtenu un diamètre de 1400 mm, tandis que le logiciel indique 800 mm. De même, pour un autre diamètre calculé manuellement de 400 mm, le logiciel donne 300 mm. Enfin, pour un diamètre manuel de 450 mm, le logiciel donne également 300 mm. Cette comparaison nous a permis de valider l'efficacité de SewerGEMS dans la modélisation et la simulation des réseaux d'assainissement.

## **Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons exploré les méthodes de simulation offertes par SewerCAD et SewerGEMS. Nous avons examiné en détail la procédure de simulation dans chaque logiciel, en mettant l'accent sur les étapes clés à suivre. Par la suite, nous avons analysé les résultats obtenus à l'aide de ces outils de simulation, notamment en observant les profils en long du réseau d'assainissement. Une interprétation des résultats a été réalisée, permettant de comparer les résultats de la simulation avec ceux obtenus par les calculs manuels. Ces comparaisons ont révélé quelques différences, soulignant l'importance de prendre en compte les méthodes de calcul et les hypothèses utilisées dans chaque approche. Ces informations fournissent un aperçu précieux pour évaluer la performance du réseau et guider les décisions de conception et de dimensionnement dans le domaine de l'assainissement.

---

## CONCLUSION GENERALE

En conclusion, notre projet de fin d'étude portant sur le dimensionnement du réseau d'assainissement de Tamazouret, la simulation à l'aide des logiciels SewerCAD et SewerGEMS a été une étape cruciale dans la conception d'un système d'assainissement optimal pour la région.

Nous avons débuté notre étude en examinant les généralités sur les réseaux d'assainissement, ainsi que les fonctionnalités et l'importance des logiciels SewerCAD et SewerGEMS. Nous avons également pris en compte les spécificités de la zone d'étude, Tamazoura, en tenant compte de son plan d'occupation de périmètre et de ses besoins en matière de gestion des eaux usées et pluviales.

Après avoir réalisé le dimensionnement manuel du réseau d'assainissement, nous avons procédé à la simulation à l'aide des logiciels. Pour la simulation de SewerGEMS, nous avons obtenu des résultats satisfaisants avec des diamètres de conduite allant de 300 à 800 mm, des vitesses de 0,61 à 2,37 m/s et des pentes de 0,003 à 0,028 m/m. Pour la simulation de SewerCAD, les diamètres se situaient entre 300 et 1300 mm, les vitesses entre 0,61 et 3,3 m/s, et les pentes entre 0,003 et 0,08 m/m. Ces résultats sont comparés à ceux obtenus lors du dimensionnement manuel, les diamètres entre 300 mm et 1400 mm, la vitesse entre 0,7 et 2,9 et la pente entre 0,003 et 0,014. Dans les trois dimensionnements les conditions hydrauliques dans notre réseau sont satisfaites du fait que toutes vitesses sont comprises entre 0,6 et 3m/s et les pentes des sont dans les normes.

Nous pouvons conclure que les deux logiciels, SewerCAD et SewerGEMS, se sont révélés efficaces pour la simulation et l'optimisation du réseau d'assainissement de Tamazoura. Leur utilisation a permis d'obtenir des dimensions de conduites cohérentes et des performances hydrauliques satisfaisantes. Ces outils informatiques jouent donc un rôle crucial dans la conception de réseaux d'assainissement performants. Néanmoins, il est signalé que le logiciel SewerGEMS est plus complet, de faite de sa capacité de dimensionnement systématique des réseaux unitaire et séparatif (eau usée et/ou pluvial) par contre SewerCAD est plus adapté au réseau d'eau usée (sanitaire) mais il peut prendre charge les débits pluviaux préalablement estimés et injectés aux nœuds (regards) correspondants afin de dimensionner les réseaux unitaires.

Après avoir complété le chapitre sur la simulation en utilisant les logiciels SewerCAD et SewerGEMS, nous sommes ravis de partager mon appréciation de ces outils exceptionnels. Leur capacité à simplifier les calculs est tout simplement remarquable, ce qui permet de gagner

---

un temps précieux. De plus, leur interface moderne offre une expérience fluide et agréable, évitant ainsi tout gaspillage de temps.

En résumé, notre projet de fin a démontré l'importance de combiner l'expertise humaine avec les capacités des logiciels de simulation pour concevoir des réseaux d'assainissement efficaces. Cette approche permet d'optimiser les performances hydrauliques, d'assurer une gestion durable des ressources en eau et de répondre aux besoins présents et futurs de la région de Tamazoura.

# Références bibliographiques

- [1] KESSILI Abdelhak,2018, modélisation de dysfonctionnement d'un réseau d'assainissement de la ville de Jijel, mémoire de master, hydraulique urbain. Université Jijel.
- [2] SESOURE Nadia et SAOUDI Taous,2010,Assainissement, Mémoire de master spécialité Génie de la construction ,Université Mouloud Mammeri Tizi Ouzou.
- [3] <https://slideplayer.fr/slide/2415595/> (consulté le 20/03/2023)
- [4] ELGHALI Khiyati Mohammed, 2019, Manuel des réseaux d'assainissement en milieu rural pour un service d'assainissement adapté, durable et performant (Maroc) , Ed. GIZ - Rabat Ministère de l'Équipement et de l'Eau - Rabat AGIRE – Rabat. Disponible sur <https://www.pseau.org/outils/biblio/resume.php?d=10642&l=en> (consulté le 18/03/2023)
- [5] JEAN-Marie Albertini, 1993, Les rouages économiques d'environnements . Les éditions de l'Atelier, Paris,.
- [6] Différents systèmes et schémas d'assainissement, 2023. Chapitre II-cour Université Biskra. [http://elearning.univ-biskra.dz/moodle2019/pluginfile.php/29650/mod\\_resource/content/1/Chapitre%20II%20Différents%20systèmes%20et%20schémas%20dassainissement.pdf](http://elearning.univ-biskra.dz/moodle2019/pluginfile.php/29650/mod_resource/content/1/Chapitre%20II%20Différents%20systèmes%20et%20schémas%20dassainissement.pdf) (consulté le 10/03/2023)
- [7] Les ouvrages d'assainissement. Blogspot. disponible sur <http://hydrauliqueformation.blogspot.com/2013/03/les-ouvrages-dassainissement.html> (mars 2023)
- [8] ZEBIRI Mohamed Amine et SAADANE Abde Rahim, 2019, « Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement de Draa Erich et la simulation à l'aide du logiciel Sewer-Cad » mémoire de Master Hydraulique urbaine, Université Badji Mokhtar-Annaba.
- [9] CSTP. (s.d). Terrassement et VRD.2023, <https://www.cstp.fr/terrassement-et-vrd/> (consulté le 10/03/2023)
- [10] Mohamed EL FARTEK octobre 2021-2022. Regard de chute. Disponible sur : <https://fr.scribd.com/document/481063487/Regard-de-chute-pdf> (consulté le 20/04/2023)
- [12] Rototec. (s.d.). Regard de chasse. <https://rototec.it/fr/regard-de-chasse/> (consulté le 02/05/2023)

- [13] GHODBANE Rafik ,2016, mémoire de master « Modélisation d'un réseau d'assainissement et contribution a sa gestion à l'aide d'un système d'information géographique. Étude de la ville de Boutaleb »,spécialité hydraulique urbain.
- [14] DREWT., 2017, Direction des ressources en eaux wilaya de Tlemcen (service de mobilisation des eaux superficielles.disponible sur : [https://www.tenders-dz.com/Archive/Detail\\_Archive.php?id=36&c=20921978721&var=20a737bc3a60f816cab5739172e768da4c](https://www.tenders-dz.com/Archive/Detail_Archive.php?id=36&c=20921978721&var=20a737bc3a60f816cab5739172e768da4c)
- [15] Edline F., 1996, L'épuration physico chimique des eaux. Edition CEBEDOC Besançon (France).
- [16] "Fasoeducation." Stockage des grains. Consulté le 22 février 2023. Disponible sur [https://fasoeducation.net/espace\\_eleves/secondaire/eftp/bac\\_technologique/ouvrages\\_stockage/co/grain\\_definition.html](https://fasoeducation.net/espace_eleves/secondaire/eftp/bac_technologique/ouvrages_stockage/co/grain_definition.html)
- [17] Société de l'Eau et de l'Assainissement d'Alger. (s.d.). Stations de relevage. <https://www.ssh.dz/assainissement/stations-de-relevage.html> (Consulté le 22 février 2023),.
- [18] Hamdi Abir,Ayedi Salim, (2021, octobre). Mini projet sur les dalots, ECOLE NATIONALE D'INGENIEUR DE SFAX, recherche scientifique et de la technologie, Tunisie.
- [19] GOMELLA C., Guerre H. 1978, Les eaux usées dans les agglomérations urbaines et rurales. Edition Eyrolles, Paris (France).
- [20] Bentley systems INc, ,Guide de sewerGEMS.documentation en ligne de Bentley Systems Inc. <https://www.bentley.com/sewergems-guide> (consulté le 7 /03/ 2023).
- [21] BADACHE Kaouther, BOUALIA Marwa,2019, Modélisation de la performance du réseau de drainage de la cité 672 logts AADL Azzaba par SewerCAD, mémoire de master spycialité hydraulique urbain, Université Badji Mokhtar – Annaba
- [22] Bentley Systems. (s.d.). Bentley SewerCAD Documentation. Récupéré de <https://docs.bentley.com/LiveContent/web/Bentley%20SewerCAD%20SS5-v1/en/GUID-9773AEB6F4344522ADEB7066991B39E7.html> (consulté le 7 /03/ 2023).
- [23] Google maps. Google maps, google,2023 <https://www.google.com/maps/@35.4047174,-0.978297,11z>.
- [24] Topographic-map.com.2023.Ain Temouchent Tamazoura. <https://fr-fr.topographic-map.com/map-37zp18/ain->

tmouchent/?Centre=35.4093%2C0.6638&zoom=15&base=2&popup=35.40948%2C-0.63038&overelay=0,

[25] URBAT, 2023, POS Nord – Ouest tamazoura commune de Tamazoura daïra de Ain Larbaa, Phase04, URBA Tlemcen.

[26] CIEAU, centre d'information sur l'eau, qu'est-ce que les eaux usées ? Récupéré le 29 avril 2023, de <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/quest-ce-que-les-eaux-usees/>. (consulté le 12/04/ 2023).

[27] Centre d'études et réalisations en urbanisme URBAT – tlemcen, 2022, rapport de v.r.d pos Nord-Ouest Tamazoura, direction de l'urbanisme et de la construction de la wilaya de Tlemcen.

[28] BAKHTI C, 2016, Conception et dimensionnement d'un réseau d'assainissement d'ouled sidi brahim et la gestion à l'aide d'un SIG, mémoire de master en hydraulique. Université Mohamed Boudiaf - M'sila